

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN  
FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL  
AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO  
EN LA CIUDAD DE JAÉN – 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Autores : Bach. Rosmery Celinda Delgado Riveros**

**Bach. Segundo César Tocto Carranza**

**Asesores : Mg. Ing. Billy Alexis Cayatopa Calderón**

**Mg. Ing. Wilmer Rojas Pintado**

**Línea de investigación : LI\_IC\_01 ESTRUCTURAS**

**JAÉN – PERÚ**

**SETIEMBRE, 2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE  
ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO  
MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PAR  
A DIS**

AUTOR

**Rosmery Celinda Delgado Rivero Segund  
o César Tocto Carranza**

RECuento DE PALABRAS

**30881 Words**

RECuento DE CARACTERES

**151727 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**309 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**50.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 26, 2024 12:44 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 26, 2024 12:53 PM GMT-5**

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de octubre del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. José Luis Piedra Tineo

Secretario: Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Vocal: Mg. Mario Félix Olivera Aldana, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023,**

presentado por los bachilleres **Rosmery Celinda Delgado Riveros y Segundo César Tocto Carranza,**

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar

( ) Desaprobar

( X ) Unanimidad

( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 15 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

## ÍNDICE

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| ÍNDICE.....                       | i    |
| ÍNDICE DE TABLAS.....             | iii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....           | v    |
| RESUMEN .....                     | vii  |
| ABSTRACT .....                    | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....             | 1    |
| 1.1. Justificación .....          | 2    |
| 1.1.1. Metodológico: .....        | 2    |
| 1.1.2. Técnico:.....              | 2    |
| 1.1.3. Económico:.....            | 3    |
| 1.2. Hipótesis .....              | 3    |
| 1.3. Antecedentes .....           | 3    |
| 1.3.1. Internacionales .....      | 3    |
| 1.3.2. Nacionales .....           | 6    |
| 1.3.3. Regionales .....           | 8    |
| 1.3.4. Locales .....              | 11   |
| 1.4. Objetivos.....               | 13   |
| 1.4.1. Objetivo general .....     | 13   |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 13   |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS .....    | 14   |
| 2.1. Ubicación del proyecto ..... | 14   |
| 2.2. Materiales.....              | 15   |
| 2.3. Población .....              | 15   |
| 2.4. Muestra .....                | 15   |
| 2.5. Muestreo .....               | 17   |
| 2.6. Tipo de investigación.....   | 17   |
| 2.6.1. Según su finalidad .....   | 17   |
| 2.6.2. Según su diseño .....      | 17   |
| 2.6.2. Según su enfoque .....     | 17   |
| 2.7. Métodos .....                | 18   |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.8. Técnicas .....                                                                                                                  | 18 |
| 2.9. Instrumentos de recolección de datos .....                                                                                      | 18 |
| 2.10. Procedimiento .....                                                                                                            | 19 |
| 2.10.1. Selección de los materiales para la elaboración del concreto .....                                                           | 21 |
| 2.10.2. Ensayos para establecer las características físicas de los agregados.....                                                    | 23 |
| 2.10.3. Diseño de mezcla .....                                                                                                       | 35 |
| 2.10.4. Elaboración del concreto .....                                                                                               | 57 |
| 2.10.5. Ensayos en concreto fresco .....                                                                                             | 59 |
| 2.10.6. Ensayos en concreto endurecido .....                                                                                         | 63 |
| III. RESULTADOS .....                                                                                                                | 65 |
| 3.1. Variación del porcentaje de aire atrapado en función al T.M.N. para diseño de<br>mezclas del concreto en la ciudad de Jaén..... | 65 |
| 3.2. Propiedades de los agregados para un diseño ACI.....                                                                            | 65 |
| 3.2.1. Contenido de humedad de los agregados .....                                                                                   | 65 |
| 3.2.2. Granulometría de los agregados .....                                                                                          | 65 |
| 3.2.3. Peso específico y absorción de los agregados.....                                                                             | 73 |
| 3.2.4. Peso unitario suelto y compactado de los agregados .....                                                                      | 74 |
| 3.3. Determinación del aire atrapado aplicando el método por presión .....                                                           | 74 |
| 3.4. Variación del porcentaje de aire atrapado en función del T.M.N.....                                                             | 78 |
| 3.5. Comparación de los porcentajes medidos con las condiciones de diseño .....                                                      | 79 |
| IV. DISCUSIÓN.....                                                                                                                   | 82 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                                                                                              | 85 |
| 5.1. CONCLUSIONES .....                                                                                                              | 85 |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....                                                                                                            | 87 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                 | 88 |
| AGRADECIMIENTO .....                                                                                                                 | 92 |
| DEDICATORIA.....                                                                                                                     | 93 |
| ANEXOS .....                                                                                                                         | 94 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> Número de especímenes de concreto .....                                       | 16 |
| <b>Tabla 2:</b> Normativa de ensayos aplicados .....                                          | 19 |
| <b>Tabla 3</b> Composición química del cemento Pacasmayo tipo I.....                          | 21 |
| <b>Tabla 4</b> Propiedades físicas del cemento Pacasmayo tipo I .....                         | 21 |
| <b>Tabla 5:</b> Ensayos para establecer las propiedades físicas de los agregados .....        | 23 |
| <b>Tabla 6:</b> Huso granulométrico del agregado grueso .....                                 | 29 |
| <b>Tabla 7:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 3/8” .....    | 36 |
| <b>Tabla 8:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1/2” .....    | 36 |
| <b>Tabla 9:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 3/4” .....    | 37 |
| <b>Tabla 10:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1” .....     | 37 |
| <b>Tabla 11:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1 1/2” ..... | 38 |
| <b>Tabla 12:</b> Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 2” .....     | 38 |
| <b>Tabla 13:</b> Resistencia a la compresión promedio .....                                   | 39 |
| <b>Tabla 14:</b> Asentamientos según consistencia de mezclas de concreto .....                | 40 |
| <b>Tabla 15:</b> Asentamientos según tipo de construcción .....                               | 40 |
| <b>Tabla 16:</b> Volumen unitario de agua .....                                               | 41 |
| <b>Tabla 17:</b> Contenido de aire atrapado .....                                             | 42 |
| <b>Tabla 18:</b> Relación agua/cemento por resistencia .....                                  | 42 |
| <b>Tabla 19:</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....             | 45 |
| <b>Tabla 20:</b> Resumen de los materiales secos para concreto .....                          | 51 |
| <b>Tabla 21:</b> Resumen de los materiales corregidos por humedad .....                       | 52 |
| <b>Tabla 22:</b> Ensayos de concreto en estado fresco .....                                   | 59 |
| <b>Tabla 23:</b> Ensayo de concreto en estado endurecido .....                                | 64 |
| <b>Tabla 24:</b> Contenido de humedad del agregado fino y grueso .....                        | 65 |
| <b>Tabla 25:</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....                               | 65 |
| <b>Tabla 26:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 3/8" .....                | 67 |
| <b>Tabla 27:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1/2" .....                | 68 |
| <b>Tabla 28:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 3/4" .....                | 69 |
| <b>Tabla 29:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1" .....                  | 70 |
| <b>Tabla 30:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1 1/2" .....              | 71 |
| <b>Tabla 31:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 2" .....                  | 72 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 32:</b> Gravedad específica y absorción del agregado fino .....                            | 73  |
| <b>Tabla 33:</b> Peso específico y absorción del agregado grueso.....                               | 73  |
| <b>Tabla 34:</b> Peso unitario suelto del agregado fino y grueso .....                              | 74  |
| <b>Tabla 35:</b> Peso unitario compacto del agregado fino y grueso .....                            | 74  |
| <b>Tabla 36:</b> Resultados de las condiciones medidas del contenido de aire atrapado.....          | 75  |
| <b>Tabla 37:</b> Porcentaje de aire atrapado.....                                                   | 78  |
| <b>Tabla 38:</b> Análisis de la media de los porcentajes de aire atrapado .....                     | 80  |
| <b>Tabla 39:</b> Análisis de varianza del porcentaje de aire atrapado .....                         | 80  |
| <b>Tabla 40:</b> Tabla actualizada de contenido de aire atrapado (C.A.) .....                       | 98  |
| <b>Tabla 41:</b> Resumen de los materiales corregidos por humedad. 3/8".....                        | 100 |
| <b>Tabla 42:</b> Resultados del ensayo de asentamiento del concreto .....                           | 150 |
| <b>Tabla 43:</b> Resultados del ensayo de peso unitario del concreto .....                          | 151 |
| <b>Tabla 44:</b> Resultados del ensayo de temperatura del concreto .....                            | 152 |
| <b>Tabla 45:</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....                          | 197 |
| <b>Tabla 46:</b> Supuesto de normalidad de varianza para concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ..... | 298 |
| <b>Tabla 47:</b> Supuesto de igualdad de varianza para concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....   | 298 |
| <b>Tabla 48:</b> Análisis de varianza para concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....               | 299 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Ubicación del proyecto .....                                                      | 14 |
| <b>Figura 2:</b> Desarrollo de la investigación.....                                               | 20 |
| <b>Figura 3:</b> Agregado fino - Distribuidora Olano .....                                         | 22 |
| <b>Figura 4:</b> Agregado grueso - Cantera Arenera Jaén .....                                      | 22 |
| <b>Figura 5:</b> Procedimiento de reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo .....      | 23 |
| <b>Figura 6</b> Cuarteo del agregado fino y agregado grueso.....                                   | 24 |
| <b>Figura 7</b> Procedimiento para el contenido de humedad de los agregados.....                   | 24 |
| <b>Figura 8:</b> Peso y secado de las muestras para calcular el contenido de humedad .....         | 25 |
| <b>Figura 9</b> Procedimiento para análisis granulométrico - agregado fino.....                    | 26 |
| <b>Figura 10</b> Proceso de tamizado del agregado fino.....                                        | 26 |
| <b>Figura 11</b> Procedimiento para análisis granulométrico - agregado grueso .....                | 27 |
| <b>Figura 12</b> Proceso de tamizado del agregado grueso .....                                     | 27 |
| <b>Figura 13</b> Husos granulométricos del agregado grueso .....                                   | 28 |
| <b>Figura 14</b> Procedimiento para peso específico y absorción del agregado fino .....            | 29 |
| <b>Figura 15:</b> Proceso para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.....    | 30 |
| <b>Figura 16:</b> Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso .....         | 30 |
| <b>Figura 17:</b> Proceso para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso .     | 31 |
| <b>Figura 18</b> Procedimiento para peso unitario suelto de los agregados .....                    | 33 |
| <b>Figura 19:</b> Peso unitario suelto del agregado fino y grueso .....                            | 33 |
| <b>Figura 20</b> Procedimiento para peso unitario compactado de los agregados.....                 | 34 |
| <b>Figura 21:</b> Peso unitario compactado del agregado fino y grueso .....                        | 34 |
| <b>Figura 22:</b> Procedimiento para la elaboración del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ..... | 58 |
| <b>Figura 23:</b> Procedimiento para establecer el asentamiento (Slump) .....                      | 59 |
| <b>Figura 24:</b> Procedimiento para establecer el asentamiento (Slump) .....                      | 60 |
| <b>Figura 25:</b> Procedimiento para el peso unitario y rendimiento del concreto.....              | 60 |
| <b>Figura 26:</b> Peso unitario y rendimiento del concreto .....                                   | 60 |
| <b>Figura 27:</b> Procedimiento para determinar la temperatura de la mezcla del concreto .....     | 61 |
| <b>Figura 28:</b> Determinación de la temperatura del concreto .....                               | 61 |
| <b>Figura 29:</b> Procedimiento del contenido de aire por el método de presión .....               | 62 |
| <b>Figura 30:</b> Medición del aire atrapado del concreto.....                                     | 62 |
| <b>Figura 31:</b> Procedimiento de elaboración y curado de especímenes de concreto .....           | 63 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 32:</b> Elaboración y curado de los testigos de concreto .....                        | 63  |
| <b>Figura 33:</b> Procedimiento de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos ..... | 64  |
| <b>Figura 34:</b> Resistencia a la compresión de los testigos de concreto.....                  | 64  |
| <b>Figura 35:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....                                  | 66  |
| <b>Figura 36:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 3/8" - Huso 8 (NTP 400.037) .....    | 67  |
| <b>Figura 37:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 1/2" - Huso 7 (NTP 400.037) .....    | 68  |
| <b>Figura 38:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 3/4" - Huso 67 (NTP 400.037) ....    | 69  |
| <b>Figura 39:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 1" - Huso 57 (NTP 400.037).....      | 70  |
| <b>Figura 40:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 1 1/2" - Huso 467 (NTP 400.037) 71   |     |
| <b>Figura 41:</b> Curva granulométrica del agregado grueso 2" - Huso 357 (NTP 400.037).....     | 72  |
| <b>Figura 42:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 3/8") .....                 | 75  |
| <b>Figura 43:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1/2") .....                 | 76  |
| <b>Figura 44:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 3/4") .....                 | 76  |
| <b>Figura 45:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1") .....                   | 77  |
| <b>Figura 46:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1 1/2") .....               | 77  |
| <b>Figura 47:</b> Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 2") .....                   | 78  |
| <b>Figura 48:</b> Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de aire atrapado.....               | 81  |
| <b>Figura 49:</b> Asentamiento del concreto.....                                                | 150 |
| <b>Figura 50:</b> Peso Unitario del concreto .....                                              | 151 |
| <b>Figura 51:</b> Temperatura del concreto .....                                                | 152 |
| <b>Figura 52:</b> Resistencia a la compresión.....                                              | 197 |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la variación del porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado para diseño de mezclas en la ciudad de Jaén. La metodología establecida fue de tipo, según su finalidad básica, según su diseño experimental y según su enfoque cuantitativo; y método inductivo. Por ello, se realizó un diseño de mezcla mediante el método ACI-211 para concretos con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual, se ensayaron 36 especímenes de concreto, elaborándose 6 testigos por cada Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) del agregado de 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2"; examinándose en estado fresco del concreto el contenido de aire atrapado, asentamiento, peso unitario y temperatura; y en estado endurecido la resistencia alcanzada. Los resultados obtenidos indicaron promedios de aire atrapado para T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2" de 2.78%, 2.30%, 1.78%, 1.50%, 1.00% y 0.45% respectivamente. Concluyendo que para los T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4" y 2", los porcentajes de aire atrapado son diferentes a las condiciones de diseño y para los T.M.N. 1" y 1 1/2" los porcentajes de aire atrapado resultaron ser iguales a las condiciones de diseño.

**Palabras clave:** Concreto, Tamaño máximo nominal, Contenido de aire, Peso unitario, Resistencia.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the variation of the percentage of entrapped air as a function of the nominal maximum size of the aggregate for the design of mixes in the city of Jaén. The methodology established was of type, according to its basic purpose, according to its experimental design and according to its quantitative approach; and inductive method. Therefore, a mix design was carried out using the ACI-211 method for concrete with a resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ , for which 36 concrete specimens were tested, elaborating 6 samples for each nominal maximum aggregate size of 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" and 2"; examining in the fresh state of the concrete the content of trapped air, slump, unit weight and temperature; and in the hardened state, the resistance reached. The results obtained indicated trapped air averages for nominal maximum size (T.M.N.) 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" and 2" of 2.78%, 2.30%, 1.78%, 1.50%, 1.00% and 0.45% respectively. Concluding that for the T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4" and 2", the percentages of entrapped air are different from the design conditions and for the T.M.N. 1" and 1 1/2" the percentages of entrapped air were equal to the design conditions.

**Keywords:** Concrete, Nominal maximum size, Air content, Unit weight, Strength.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, en Benín, África, el 70% de los diseños de mezclas de concreto, no consideran el impacto que tiene el contenido de aire atrapado en las propiedades del concreto, afectando al desempeño de la resistencia a la compresión y trabajabilidad (Chabi et al., 2018). En China, existen diseños de mezclas aplicados que, en un 47% de las construcciones con ciertos tipos de concreto no se rigen a directrices, por el mismo hecho que no hay una normativa que los respalde para elegir, como es el caso del porcentaje de aire atrapado, generando una disminución en sus propiedades (Li et al., 2019).

A nivel nacional, en Huancavelica, se realizan construcciones usando agregados de diferentes canteras, que un 65% de los constructores desconocen de sus propiedades, generando que no se realice un buen diseño de mezcla al momento de elegir el tamaño del agregado para considerar el porcentaje de aire atrapado, ocasionando una deficiente resistencia del concreto, ya que corresponden el 80% del peso del concreto (Belito y Paucar, 2018). En Puno, se generan más del 60% de errores de cálculo y precisión al elaborar diseños de mezclas de concreto, puesto que desconocen los parámetros a seguir o por su propia experiencia asumen datos como porcentajes de aire atrapado que no tienen relación con el tamaño máximo nominal del agregado, provocando una pésima resistencia del concreto. (Valencia, 2018)

A nivel local, en Jaén, el 70% de construcciones no poseen ningún asesoramiento técnico al momento de elaborar los diseños de mezclas para el concreto, generando que no se realice la correcta elección del contenido de aire atrapado (Bravo y Saldaña, 2021). Además, el 80% de maestros de obra toman poca importancia al tema de seguir los parámetros de diseño de mezclas, especialmente en construcciones de viviendas, ya sea por falta de conocimiento o por acelerar el proceso de trabajo, sin medir los efectos que se generarían como una mala resistencia a la compresión del concreto (Díaz y Espinoza, 2021).

A causa de que existe una gran demanda de construcciones que realizan sus diseños de mezcla utilizando como referencia ciertos parámetros establecidos en el método ACI, sin evaluar las realidades en las que se midieron, ya sea en un determinado tiempo y lugar, sin existir estudios actualizados de dichos porcentajes de aire atrapado y sin considerar

secuencialmente los parámetros del proceso; desde el momento de determinar adecuadamente las propiedades de los agregados hasta la elaboración final del concreto.

El efecto que se genera son diseños de mezclas de concreto deficientes, suscitando estructuras con baja resistencia vulnerables a fuerzas tanto internas como externas, evidenciándose fisuras, deterioros, asentamientos, etc.; pues cabe precisar que al no considerar los correctos parámetros de diseño de mezcla del concreto como el porcentaje de aire atrapado es que se genera dichos efectos que afecta en sus propiedades, ya que a mayor cantidad de aire atrapado la resistencia del concreto es menor. Por ello, se estableció la siguiente pregunta, ¿Cuál será la variación del porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado para diseño de mezclas del concreto en la ciudad de Jaén – 2023?

## **1.1. Justificación**

### **1.1.1. Metodológico:**

La investigación se justificó por qué no cuenta con investigaciones relacionadas al contenido de aire atrapado, lo cual servirá para que la comunidad científica tenga antecedentes o bases teóricas que les permita sustentar a futuros investigadores, puesto que en el medio no existe una investigación que concierne a establecer el porcentaje de aire atrapado dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado en la ciudad de Jaén.

### **1.1.2. Técnico:**

La investigación se justificó por qué en la ciudad de Jaén no existen tablas propias que incorporen el aire atrapado en el diseño de mezclas, puesto que no se rigen a los procesos normativos establecidos y servirá para que los futuros proyectos incluyan en su diseño los porcentajes de aire atrapado actualizados y así contribuya a la mejora de sus propiedades del concreto.

### **1.1.3. Económico:**

Esta investigación se justificó porque al realizarse una correcta elección de porcentaje de aire atrapado, conllevará a un buen diseño de mezcla, lo cual servirá para que, al aplicar en las estructuras, respondan satisfactoriamente ante eventos sísmicos o fuerzas externas, y así poder economizar impidiendo que se genere gastos aún más por no seguir los lineamientos del proceso normativo para el diseño de mezcla.

## **1.2. Hipótesis**

La variación del porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado será de acuerdo al ámbito geográfico con respecto a lo especificado en la metodología del Instituto Americano del Concreto (ACI) - Tabla de Contenido de Aire Atrapado.

## **1.3. Antecedentes**

### **1.3.1. Internacionales**

Silva et al (2022) en su artículo titulado “Cementitious composites with polypropylene fibers: evaluations in the fresh and hardened state”, tuvo como objetivo determinar la influencia al añadir fibras de polipropileno (PP) en el hormigón y analizar sus propiedades en estado fresco y endurecido. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de un diseño de mezcla, empleando una relación del 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% de microfibras y 0.3%, 0.4% y 0.5% de macrofibras, representando el 30% y 70% de fibras respectivamente, considerando como condición de diseño de aire atrapado 2%. Como resultado se obtuvo que para las adiciones de 0.3% y 0.4% de microfibras se generó un aumento del 10% del contenido de aire atrapado; concluyendo que existe una variación significativa entre la condición medida y la condición de diseño, ocasionando una desventaja, puesto que al aumentar el porcentaje de aire atrapado provoca efectos negativos en las propiedades del concreto como una disminución en la resistencia. Dicha investigación aporta, la importancia de medir los porcentajes de aire atrapado, para obtener valores actualizados y así minimizar las deficiencias en las características del concreto.

Maaty et al (2022) en su artículo titulado “Microstructure characterization of sustainable light weight concrete using trapped air additions”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del concreto a través del uso de agregados livianos y respecto a las variaciones del aire atrapado. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de diseñar 14 mezclas, utilizando polvo de aluminio (AP) y concreto liviano (LC), empleándose contenidos de aire atrapado de 0.25%, 0.50% y 0.57%, y aplicándose un material puzolánico (PZ) el cual representa el 10% del peso del cemento. Como resultado se obtuvo que al disminuir el hidrato de silicato de calcio (CSH) el aire atrapado aumentó debido a los espacios vacíos y poros generados en el concreto; concluyendo que al aumentar el aire atrapado se redujo la resistencia y densidad del concreto. Dicha investigación aporta, la importancia de cuantificar las condiciones medidas del aire atrapado de acuerdo a las distintas realidades, para obtener los valores correctos y por ende mejorar el comportamiento en las propiedades del concreto.

Haneol (2021) en su artículo titulado “Effect of Aggregate Size on Recycled Aggregate Concrete under Equivalent Mortar Volume Mix Design”, tuvo como objetivo evaluar la incidencia del tamaño real del árido reciclado, mediante el diseño de mezcla considerando el aire atrapado para medir las propiedades mecánicas del hormigón. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de la preparación del hormigón con el método de diseño de la mezcla EMV, desde la determinación del tamaño de las partículas hasta la realización de las mezclas de los áridos con el cemento, considerando una variación entre 4.3% – 4.8% de contenido de aire. Como resultado se obtuvo que el tipo de mezcla de hormigón (RAC2-OA-50) con un 4.4% de contenido de aire, ha logrado una mayor resistencia a la compresión a los 56 días con respecto a las demás, concluyendo que se ha considerado correctamente los tamaños del árido reciclado y por ende los porcentajes de contenido de aire, puesto que alcanzó la resistencia objetivo de 30 MPa. Dicha investigación aporta que, al obtener el correcto porcentaje de aire atrapado durante la realización del diseño de mezcla, siendo del 4.4% en relación al tamaño del agregado ha resultado una mayor resistencia a la compresión del hormigón.

Bassam et al (2021) en su artículo titulado “Effect of elevated temperatures on mechanical properties of lightweight geopolymer concrete”, tuvo como objetivo determinar evaluar la influencia de las altas temperaturas en las propiedades de los hormigones geopolímero ligero (LWGC) y ordinario ligero (LWOC), considerando el aire atrapado. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de sintetizar una matriz de hormigón geopolímero utilizado la piedra pómez, curados durante 24 horas y sometidos a diferentes temperaturas, utilizando un contenido de aire atrapado de 2%. Como resultado se obtuvo un aire atrapado de 2.5% siendo mayor a la condición de diseño, por ende, el peso unitario para LWGC varió entre  $1660 \text{ kg/m}^3$  a  $2260 \text{ kg/m}^3$ , y del LWOC varió de  $1680 \text{ kg/m}^3$  y  $2290 \text{ kg/m}^3$ , siendo menor en un 16.24% para la muestra C-100D-A en relación con la mezcla de control C-100D, concluyendo que el peso unitario disminuye a medida que aumenta el porcentaje de aire atrapado. Dicha investigación aporta que, al obtener porcentajes de aire atrapado actualizados, tiene influencia en las variaciones de las propiedades del concreto.

Venitez et al (2020) en su artículo titulado “Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos”, tuvo como objetivo establecer el diseño y la elaboración de mezclas de concreto tradicional, considerando el porcentaje de aire atrapado. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de la realización del diseño de mezcla adicionando 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de los agregados finos por plásticos, elaborando especímenes cilíndricos de 15cmx30cm de diámetro x altura. Como resultado se obtuvo que al considerar mayores porcentajes como un 14% de aire atrapado reduce la resistencia del concreto en un 45%, concluyendo que, al incrementar la cantidad de tereftalato de polietileno, provoca un incremento en el aire atrapado de la mezcla, causando una disminución de la densidad del concreto. Dicha investigación aporta que, si no se establece un correcto porcentaje de aire atrapado en función a la proporción del contenido de tereftalato de polietileno genera efectos negativos en cuanto a sus propiedades del concreto.

### 1.3.2. Nacionales

Clemente (2024) en su tesis titulada “Calidad del concreto y la construcción informal de losas de viviendas en el distrito de Huancan 2022”, tuvo como objetivo evaluar la calidad del concreto y el comportamiento de sus propiedades como el contenido de aire atrapado en construcciones informales. La metodología fue aplicada, de nivel descriptivo, lo cual aplicaron el procedimiento de la técnica de la encuesta y observación, a través del muestreo no probabilístico, con una muestra constituida por 20 construcciones informales. Como resultado se obtuvo porcentajes de aire atrapado de 0.80% para viviendas HU-002, HU-011 y HU-020, 0.90% para HU-012 y HU-015, trabajando con un tamaño máximo nominal de 1/2" de agregado grueso, concluyendo que dichos porcentajes medidos de aire atrapado son menores y difieren con la tabla de la metodología ACI. Dicha investigación aporta que, se debe seguir la normativa para la elaboración del concreto, realizándose un diseño de mezcla con adecuados parámetros como la correcta clasificación de los agregados y así obtener porcentajes de aire atrapado actualizados.

Tinco (2022) en su tesis titulada “El control en la recepción del concreto premezclado, la colocación según norma técnica peruana 339.114 – 2016 y su uso en pavimentos rígidos”, tuvo como objetivo determinar el control en la recepción y colocación del concreto premezclado, logrando un procedimiento estándar con la aplicación de la norma, considerando en sus diseños el porcentaje de aire atrapado. La metodología utilizada fue mixta, lo cual aplicaron el procedimiento del diseño de mezcla, tomando una muestra de 15 paños, de 9x4.50 m y muestras de 45 testigos de 6" x 12", con respecto al contenido de aire, para un agregado de 3/4" según el método ACI, debería ser considerado 2%. Como resultado se obtuvo que para el paño N°14 posee un valor menor de 1.79% de aire atrapado, sin embargo, del paño N°15 es un 2.11% de aire atrapado, concluyendo que se encuentran dentro del rango de tolerancia de aire atrapado para concreto premezclado. Dicha investigación aporta que, existe una variación de porcentajes en relación al 2% de aire atrapado para un agregado de 3/4", demostrando que realmente no se cumple con lo establecido en tabla de contenido de aire atrapado de NTP 400.037.

Torres (2022) en su tesis titulada “Adición fibra vegetal paja Ichu para mejorar las propiedades del concreto en edificaciones, Carabaya - Puno, 2022”. Tuvo como objetivo analizar la influencia al adicionar dicha fibra en las propiedades del concreto y considerando el porcentaje de aire atrapado en su diseño de mezcla. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de diseño de mezcla, adicionando dosificaciones de 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra en relación al peso del cemento y con respecto al contenido de aire atrapado, se consideró de 2%, puesto que se trabajó con un tamaño máximo nominal de 3/4". Como resultado se obtuvo que, en relación al concreto patrón, para el porcentaje de aire se obtuvo un descenso del 57%, 50% y 43%, y con la resistencia a la compresión un incremento del 11%, 15% y 22% superior al concreto patrón, concluyendo que con respecto al aire atrapado al adicionar la fibra produjo una disminución en comparación con la resistencia. Dicha investigación aporta que, se debe considerar el correcto porcentaje de aire atrapado, ya que a menor contenido de aire atrapado mayor resistencia del concreto.

Cordova (2021) en su tesis titulada “Propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco con aditivo incorporador de aire para estructuras verticales, Huancayo – 2021”, tuvo como objetivo establecer las variaciones en las propiedades físicas del concreto autocompactante en estado fresco al incluir aditivo incorporador de aire. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento con 5 diseños de mezclas, para un tamaño máximo nominal de 1/2” de agregado grueso, siendo un diseño de mezcla sin incorporar aire, y los restantes con incorporación de aire atrapado de 6%, 7%, 8% y 9%. Como resultado se obtuvo que el diseño patrón D01-SCC sin aditivo incorporador de aire presenta 3.20% de aire atrapado, en el diseño AIRE SCC-001 con aditivo incorporador de aire tiene 6%, en el diseño AIRE SCC-002 obtiene 7%, en el diseño AIRE SCC-003 obtiene 8% y en el diseño AIRE SCC-004 obtiene 9%, concluyendo que existe una variación considerablemente en las propiedades físicas del concreto en función a la dosificación del incorporador de aire en la obtención del contenido de aire atrapado. Dicha investigación aporta que, al adicionarle dosis de incorporador de aire al concreto, va aumentando el porcentaje de aire atrapado, lo cual va a incidir en la resistencia del concreto.

Cruzado de la Cruz y Rivera (2019) en su tesis titulada “Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas”, tuvo como objetivo establecer el adecuado contenido de incorporador de aire atrapado para mejorar la resistencia en el concreto expuestas a situaciones como congelamiento, con diferentes porcentajes de aditivo. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento del método de presión para determinar el contenido de aire, tomando 1/2” de agregado grueso, correspondiéndole un 2.5% de aire atrapado inicialmente. Como resultado se obtuvo que el porcentaje óptimo de incorporador de aire es de 0.04% para ambas marcas de aditivo con un contenido de aire de 2.6% y 2.8%, puesto que se obtiene una buena resistencia a la compresión, concluyendo que el contenido de aire atrapado aumenta equitativamente a medida que asciende el porcentaje de aditivo. Dicha investigación aporta que, al aplicar el correcto contenido del incorporador de aire atrapado provoca una variación en el contenido de aire atrapado ocasionando que exista una mejor resistencia a la compresión.

### **1.3.3. Regionales**

Alva y Soto (2022) su tesis titulada “Modificación de las propiedades de concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto, Av. Alfonso Ugarte, Cajamarca, 2021”, cuyo objetivo fue garantizar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto para prevenir la falla temprana de los pavimentos rígidos. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de diseño experimental de tipo cuasi experimental y un enfoque cuantitativo. Como resultado se obtuvo un diseño óptimo de 3% con ceniza de eucalipto ya que al realizar el ensayo de agrietamiento se logró un resultado de 0 a 24 horas con 0 de agrietamiento dándose los mejores efectos en las estimaciones de las propiedades físico mecánicas, concluyendo que al realizarle el ensayo de fisuración con el diseño óptimo del 3% e interviniendo el contenido de aire atrapado se mejoran las propiedades mecánicas del concreto. Dicha investigación aporta que, al tomar en cuenta las cenizas de eucalipto y el contenido de aire atrapado, estas mejoran las propiedades mecánicas del concreto y por ende su resistencia de este último al ser sometida a compresión.

Vargas (2021) en su tesis titulada “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión a tempranas edades de un concreto  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ , modificado con aditivo Sika Cem acelerante Pe - Cajamarca 2018”, tuvo como objetivo establecer la influencia del aditivo en la resistencia a compresión del concreto, considerando el porcentaje de aire atrapado en su diseño de mezcla. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento del método de Módulo de Fineza de la combinación de los agregados, planteándose 4 diseños de mezclas con distintas dosificaciones de 1.5%, 2.5% y 4% de aditivo por peso de cemento e incluyendo 2% de aire atrapado para 3/4” de agregado grueso. Como resultado se obtuvo que al incluir las diferentes dosificaciones de aditivo más el 2% de contenido de aire atrapado en sus diseños de mezclas, al someterse al ensayo de Slump, se logró una buena consistencia plástica, concluyendo que dichos parámetros, le proporciona una fluidez adecuada al concreto, generando que sea trabajable para dichas estructuras donde se utilizarán. Dicha investigación aporta que, al incluir el 2% de aire atrapado en un agregado de 3/4” en el diseño de mezclas se comporta de manera fluida al hacer reacción en este caso con el aditivo Sika Cem acelerante Pe que se le va a incorporar.

Guzman (2021) en su tesis titulada “Comparación de los aditivos Sikament TM-140, Euco 1037 y Z Fluidizante SR, en las propiedades del estado fresco y endurecido del concreto, Cajamarca 2020”, tuvo como objetivo comparar las propiedades del concreto tanto en estado fresco y endurecido, mediante el diseño de mezcla considerando el porcentaje de aire atrapado. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento del método de Módulo de Fineza, estableciendo la muestra patrón con diferentes dosificaciones de 0.7%, 0.9% y 1.1% de los aditivos y considerando el 2% de aire atrapado para un tamaño de 3/4” de agregado según la granulometría. Como resultado se obtuvo que como concreto endurecido, la de mejor rendimiento fue la dosificada con Z FLUIDIZANTE SR al 0.9%, además de lograr un correcto diseño de mezcla, con dicho porcentaje de aire atrapado, concluyendo que se alcanzó la mayor resistencia a compresión a los 28 días y trabajabilidad del concreto generando una mejor fluidez del concreto. Dicha investigación aporta que, al incluir el 2% de aire atrapado en un agregado de 3/4” en el diseño de mezclas este alcanzó una mayor resistencia a compresión a los 28 días y una adecuada trabajabilidad del concreto generando una mejor fluidez del concreto.

Caruajulca (2021) en su tesis titulada “Sustitución del agua de amasado por SikaCem® Plastificante para mejorar las propiedades del concreto de alta resistencia, Cajamarca 2021”, tuvo como objetivo evaluar la influencia en las propiedades de un concreto de alta resistencia al sustituir parcialmente el agua por el aditivo, con cierto porcentaje de aire atrapado. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento del método de diseño ACI 211, con un muestreo de 27 cilindros y 9 vigas, elaboradas con 0%, 0.8% y 1% de sustitución y con 2% de aire atrapado, ensayados a compresión y flexión. Como resultado se obtuvo que se logró un mejor comportamiento de sus propiedades al incluir el 1% de sustitución del agua por el aditivo en relación al peso del cemento y al aplicar los correctos parámetros de dosificación en cuanto a su diseño de mezcla, considerando que el contenido de aire atrapado generó incrementos en cuanto al asentamiento, resistencia a la compresión y flexión en comparación a la mezcla patrón. Dicha investigación aporta que, al incluir el 2% de aire atrapado en el diseño de mezclas este alcanzó una mayor resistencia a la compresión y flexión.

Diaz (2021) en su tesis titulada “Manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021”, tuvo como objetivo elaborar un prontuario del desarrollo constructivo del empleo del neumático triturado reflejando un elemento de construcción medioambiental para dicho concreto. La metodología fue básica, lo cual aplicaron el procedimiento de tipo de investigación descriptiva y con un diseño no experimental. Como resultado se obtuvo que el caucho, tendrá que efectuar un tamaño mínimo de partículas de 0.50 mm y un máximo de 10 mm, desplazando un término medio del 5% del agregado grueso; al igual que, la elaboración del caucho, mediante la compresión mecánica, concluyendo que el compendio del desarrollo constructivo de la aplicación del neumático triturado ofrece adecuadas contribuciones, en el cual se describe no solo el modo constructivo sino también las graduaciones correctas al adicionarle dicho material en el concreto y del contenido del aire atrapado. Dicha investigación aporta que, al incorporar un adecuado porcentaje de aire atrapado en el diseño de mezclas y adicionando el uso de neumáticos triturados contribuye en la resistencia a compresión del concreto.

#### 1.3.4. Locales

Cubas (2023) en su tesis titulada “Comparación de la resistencia a compresión, para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregados de las canteras “Arenera Jaén” y “Lamparán”, en la Ciudad de Jaén – Cajamarca”, cuyo objetivo fue comparar la resistencia a la compresión de concretos realizados con agregados de diferentes canteras, considerando un porcentaje de aire atrapado de 2.00% para un T.M.N. 3/4”. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de la realización de ensayos para determinar las propiedades de los agregados, medir el aire atrapado en estado fresco y la resistencia a los 7, 14 y 28 días en estado endurecido del concreto. Como resultado se obtuvo que tanto el agregado fino como el grueso de las canteras “Arenera Jaén” y “Lamparán” cumplieron con el huso granulométrico también, se midió un contenido de aire atrapado de 1.85%, y una resistencia mayor respecto al concreto elaborado con agregados de la cantera “Arenera Jaén”, concluyendo que, al obtenerse un menor aire atrapado en relación al establecido en el diseño, tiende a aumentar la resistencia del concreto. Dicha investigación aporta que, al realizarse una correcta clasificación de los agregados, se obtiene porcentajes de aire atrapado actualizados, y por ende mejora las propiedades del concreto.

Huatangari (2023) en su tesis titulada “Diseño de concreto de alta resistencia  $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$  para la ciudad de Jaén - Cajamarca, usando materiales locales” cuyo objetivo fue evaluar un concreto de alta resistencia, con el fin de lograr un  $f'c 450 \text{ kg/cm}^2$ , analizar las propiedades de los agregados y del concreto en estado fresco y endurecido, considerando un aire atrapado de 2.5% para un T.M.N. 1/2”. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de realizar un diseño de mezcla patrón, usando el método ACI, y adicionalmente 3 diseños de mezclas con adiciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de aditivo superplastificante. Como resultado se obtuvo contenidos de humedad para el agregado grueso de 0.72% y para agregado fino de 4.12%, como estado fresco del concreto se midió un aire atrapado de 2.45%, y como estado endurecido resultaron resistencias de  $407.51 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días y  $469.44 \text{ kg/cm}^2$  a los 56 días del diseño patrón, concluyendo que al aplicarse un aditivo genera variaciones en el contenido de aire atrapado y se obtienen mayores resistencias. Dicha investigación aporta que, existe variación en la condición medida del aire atrapado respecto a la condición de diseño, lo cual influye en la resistencia del concreto.

Sánchez (2023) en su tesis titulada “Comportamiento del concreto permeable con incorporación de diferentes porcentajes de agregado fino y adición de nanosílice en la ciudad Jaén- Cajamarca”, cuyo objetivo fue analizar el comportamiento de las propiedades de los agregados y la resistencia a la compresión, flexión y permeabilidad del concreto, teniendo en cuenta un aire atrapado de 1.5% para un T.M.N. 1”. La metodología utilizada fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de elaborar 9 mezclas con adiciones de 0%, 5% y 10% de agregado fino y 0.5%, 1% de aditivo, ensayándose 81 especímenes. Como resultado se obtuvo las propiedades de los agregados como pesos unitarios compactados de 1.569 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado grueso y 1.564 gr/cm<sup>3</sup> para agregado fino, por otro lado, se generó una disminución del aire atrapado del 10% y se evidenció que para las adiciones del 5% y 10% del agregado fino aumentaron las resistencias, concluyendo que al no tener el aditivo se obtuvieron mejores resistencias y el aire atrapado tiende a disminuir. Dicha investigación aporta que, se genera variaciones en el aire atrapado, sin adicionarle ningún aditivo, y existe una relación inversamente proporcional con la resistencia a la compresión del concreto.

Pasapera y Severino (2021) en su tesis titulada “Influencia de la cascara de arroz en el diseño de concreto F’c=210kg/cm<sup>2</sup>, Jaén – 2021”, cuyo objetivo fue establecer un diseño de mezcla, considerando el porcentaje de aire atrapado para determinar en qué manera influye el impacto de la cascara de arroz. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento de realizarse 3 ensayos, implicando desde la selección del tamaño del agregado grueso de 1/2”, con un porcentaje de contenido de aire de 2.5%, hasta la corrección por humedad de los agregados de los valores de diseño. Como resultado se adquirió que adicionándole cáscara de arroz en los porcentajes de 0%, 1% y 3% en el diseño de mezcla del concreto F’c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, como consecuencia se generó la relación que a mayor porcentaje disminuye la resistencia a comparación de la muestra patrón manteniendo el porcentaje de aire atrapado, concluyendo que tras incorporar un 1% del recurso, llega a su óptima resistencia requerida para el concreto y por ende no varía el aire atrapado. Dicha investigación aporta que, al incluir el 2.5% de aire atrapado en un agregado de 1/2” en el diseño de mezclas y teniendo en cuenta los porcentajes de 0%, 1% y 3% de cascara de arroz para un concreto de F’c = 210 kg/cm<sup>2</sup> este alcanzó una mayor resistencia del concreto.

Aybar y Bautista (2021) en su tesis titulada “Diseño de concreto durable 210 kg/cm<sup>2</sup> para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados, Jaén - 2021”, cuyo objetivo fue precisar el diseño de mezclas del concreto durable  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> añadiendo vidrio en reemplazo de los agregados, para evaluar su influencia y teniendo en cuenta el contenido de aire atrapado. La metodología fue aplicada, lo cual aplicaron el procedimiento realizando 3 diseños experimentales, agregando en proporciones de 5%, 10%, 15% de vidrio para sustituir el agregado, elaborándose un concreto patrón, permitiendo medir la resistencia a la compresión, con un tamaño de 1/2" del agregado grueso, correspondiendo un aire atrapado de 2.5%. Como resultado se obtuvo que por añadir el 10% del peso de agregados, produce un incremento de un 9.91% de la resistencia con respecto al concreto patrón, conservándose el porcentaje de aire, concluyendo que aumenta la resistencia a la compresión con adiciones del 5% y 10%, lo cual no varía el porcentaje de aire atrapado. Dicha investigación aporta que, al tener en cuenta el 2.5% de aire atrapado en un agregado de 1/2'' en el diseño de mezclas este tiene un comportamiento óptimo permitiendo medir la resistencia a la compresión del concreto.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la variación del porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado para diseño de mezclas del concreto en la ciudad de Jaén – 2023.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer las propiedades de los agregados necesarios para un diseño ACI.
- Calcular el aire atrapado, aplicando el método por presión.
- Evaluar la variación del porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado.
- Contrastar la tabla con los resultados de la relación tamaño máximo nominal del agregado vs el porcentaje de aire atrapado, respecto a la tabla de Contenido de Aire Atrapado en el Método ACI – 211.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del proyecto

La investigación se desarrolló en el distrito de Jaén, ubicado en la provincia de Jaén, región de Cajamarca (ver anexo 1).

#### - Latitud y Altitud:

Se ubicó en las siguientes coordenadas:

- Latitud:  $-5.7089^{\circ}$
- Longitud:  $-78.8078^{\circ}$
- Latitud:  $5^{\circ}42'32''$  Sur
- Longitud:  $78^{\circ}48'28''$  Oeste

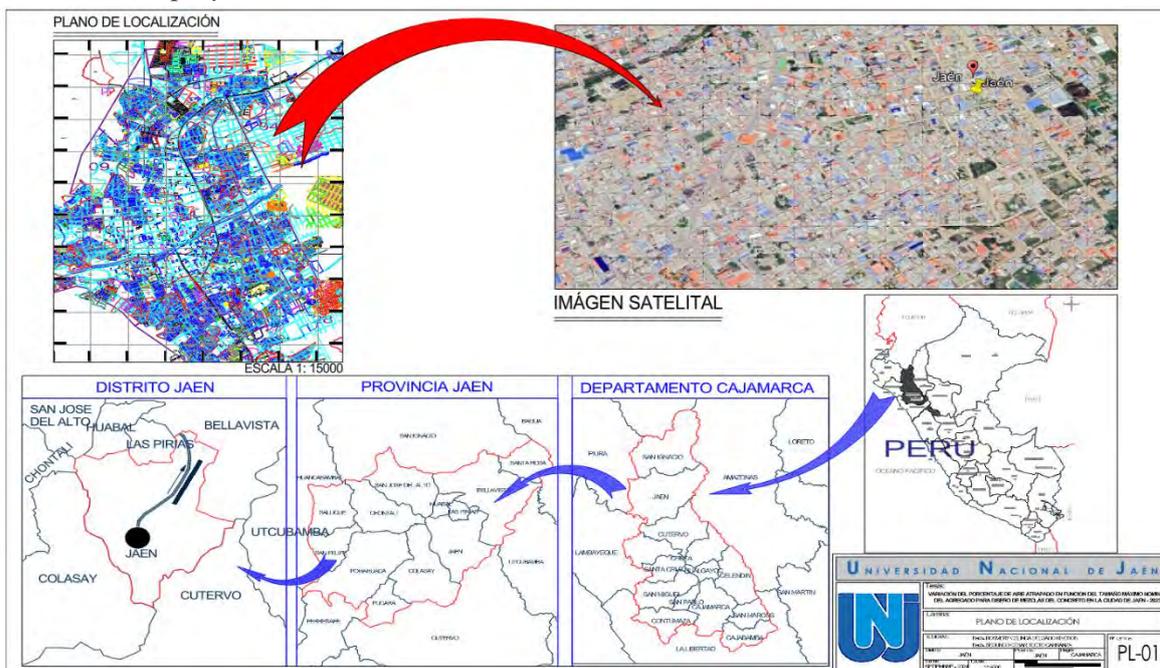
En coordenadas UTM según datum WGS -84: Norte 9368690, Este 742789, y una altitud promedio de 730 m.s.n.m.

#### - Límites:

- Norte: Provincia de San Ignacio.
- Este: Provincias de Bagua y Utcubamba (Región Amazonas).
- Sur: Provincia de Cutervo.
- Oeste: provincia de Huancabamba (Región Piura).

**Figura 1**

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* La figura muestra la ubicación donde se llevó a cabo la investigación.

## 2.2. Materiales

- Agregado grueso.
- Agregado fino.
- Cemento Portland Tipo 1, marca Pacasmayo.
- Agua Potable.

## 2.3. Población

Según Arias et al (2016) la población “es un grupo de casos, detallados y accesibles que conformarán parte de la selección de la muestra y que cumple con un proceso de pautas predeterminadas”. Por ello, en esta investigación es el concreto estructural elaborado en calidad de laboratorio por cada T.M.N. de 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1 1/2” y 2” del agregado grueso; considerándose la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en función al cumplimiento del numeral 5.1.1. del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.060 (Concreto Armado), capítulo 5 (calidad del concreto, mezclado y colocación) estipulado para ser un concreto estructural.

## 2.4. Muestra

Según Robles (2019) la muestra “es el subgrupo o parte de las unidades de una población de conveniencia”. Por ello, la cantidad fue de 36 especímenes de concreto con una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , que a su vez se dividieron en 6 partes iguales de 6 ensayos para concretos con T.M.N. del agregado de 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1 1/2” y 2”; considerando el ensayo de contenido de aire atrapado y asentamiento en estado fresco seguidamente después de su preparación en cumplimiento al numeral 5.6.1 y 5.6.2; y en estado endurecido, la resistencia teniendo en cuenta el numeral 5.6.3 y 5.6.5 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.060 (concreto armado), Capítulo 5 (calidad del concreto, mezclado y colocación).

En el reglamento nacional de edificaciones, capítulo 3, artículo 4 en el apartado de cálculo de desviación estándar, indica que al elegir un muestra superior o igual a 3 ensayos es suficiente para lograr resultados de los concretos realizados. Sin embargo, para una mayor efectividad y menor margen de error en los resultados de esta investigación, se efectuaron 6 especímenes de concreto por cada T.M.N. del agregado grueso, ya que existe la probabilidad que se generen variaciones en los resultados, detallándose en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1***Número de especímenes de concreto*

| Resistencia del concreto | Tamaño Máximo Nominal de Agregado | Muestras de concreto                          |                   | Cantidad | Total |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------|-------|
|                          |                                   | Porcentaje de contenido de aire atrapado (CA) | Asentamiento (AS) |          |       |
| 210 kg/cm <sup>2</sup>   | 3/8"                              | CA-A1                                         | AS-A1             | 6        | 36    |
|                          |                                   | CA-A2                                         | AS-A2             |          |       |
|                          |                                   | CA-A3                                         | AS-A3             |          |       |
|                          |                                   | CA-A4                                         | AS-A4             |          |       |
|                          |                                   | CA-A5                                         | AS-A5             |          |       |
|                          |                                   | CA-A6                                         | AS-A6             |          |       |
|                          | 1/2"                              | CA-B1                                         | AS-B1             | 6        |       |
|                          |                                   | CA-B2                                         | AS-B2             |          |       |
|                          |                                   | CA-B3                                         | AS-B3             |          |       |
|                          |                                   | CA-B4                                         | AS-B4             |          |       |
|                          |                                   | CA-B5                                         | AS-B5             |          |       |
|                          |                                   | CA-B6                                         | AS-B6             |          |       |
|                          | 3/4"                              | CA-C1                                         | AS-C1             | 6        |       |
|                          |                                   | CA-C2                                         | AS-C2             |          |       |
|                          |                                   | CA-C3                                         | AS-C3             |          |       |
|                          |                                   | CA-C4                                         | AS-C4             |          |       |
|                          |                                   | CA-C5                                         | AS-C5             |          |       |
|                          |                                   | CA-C6                                         | AS-C6             |          |       |
|                          | 1"                                | CA-D1                                         | AS-D1             | 6        |       |
|                          |                                   | CA-D2                                         | AS-D2             |          |       |
|                          |                                   | CA-D3                                         | AS-D3             |          |       |
|                          |                                   | CA-D4                                         | AS-D4             |          |       |
|                          |                                   | CA-D5                                         | AS-D5             |          |       |
|                          |                                   | CA-D6                                         | AS-D6             |          |       |
| 1 1/2"                   | CA-E1                             | AS-E1                                         | 6                 |          |       |
|                          | CA-E2                             | AS-E2                                         |                   |          |       |
|                          | CA-E3                             | AS-E3                                         |                   |          |       |
|                          | CA-E4                             | AS-E4                                         |                   |          |       |
|                          | CA-E5                             | AS-E5                                         |                   |          |       |
|                          | CA-E6                             | AS-E6                                         |                   |          |       |
| 2"                       | CA-F1                             | AS-F1                                         | 6                 |          |       |
|                          | CA-F2                             | AS-F2                                         |                   |          |       |
|                          | CA-F3                             | AS-F3                                         |                   |          |       |
|                          | CA-F4                             | AS-F4                                         |                   |          |       |
|                          | CA-F5                             | AS-F5                                         |                   |          |       |
|                          | CA-F6                             | AS-F6                                         |                   |          |       |

*Nota.* Cantidad de muestras de concreto según el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

## **2.5. Muestreo**

Según Otzen y Manterola (2017) el tipo de muestreo no probabilístico “es la elección de los sujetos a análisis, los cuales dependerá de ciertos parámetros como características y criterios que los investigadores creen conveniente en ese periodo”. Por ello, el muestreo de esta investigación fue no probabilístico por conveniencia, por qué su elección no dependió de una probabilidad estadística para ser elegida, sino de la decisión pertinente para ser evaluado, en este caso la muestra.

## **2.6. Tipo de investigación**

### **2.6.1. Según su finalidad**

Según Vizcaíno et al (2023) la investigación básica “es fundamental, ya que su finalidad es expandir el conocimiento científico y teórico sobre un determinado ámbito, permitiendo entender los fenómenos naturales con alcances exploratorios para abrir nuevas áreas de investigación”. Por ello, la investigación fue básica, puesto que el objetivo se basó en determinar la variación del porcentaje de aire atrapado en función del T.M.N. del agregado para diseño de mezclas del concreto en la ciudad de Jaén – 2023, obteniéndose resultados que sirven de base teórica para futuras investigaciones.

### **2.6.2. Según su diseño**

Según Arias (2021) el diseño experimental “es un proceso con la finalidad de comprobar cuantitativamente la casualidad de una variable sobre otra, en la que se intervienen los sujetos de estudio y se analiza su influencia”. Por ello, la investigación fue experimental, ya que se realizó ensayos para establecer las propiedades de los agregados empleados en la elaboración del concreto y luego determinar a través del método por presión la variación del porcentaje de aire atrapado en función al T.M.N. del agregado grueso.

### **2.6.2. Según su enfoque**

Según Barreto y Lezcano (2023) el enfoque cuantitativo “representa la medición y el estudio numérico de datos, por medio de la selección sistemática de información que es cuantificada a través de un análisis estadístico”. Por ello, esta investigación fue cuantitativa, ya que se aplicó estrategias para la recolección de datos mediante el uso de la estadística, permitiendo que los resultados obtenidos puedan ser empleados en futuras investigaciones.

## **2.7. Métodos**

Según Abreu (2015) el método inductivo “se percibe, examina y comprende las particularidades genéricas expresándose en un cúmulo de realidades para formular una propuesta, y abordar una argumentación ascendente que mana de lo particular o individual hasta lo general”. Entonces, se aplicó el método inductivo, ya que se analizó las características de la variable independiente, y en función a ello se determinó la variable dependiente.

## **2.8. Técnicas**

Según Bastar (2019) la observación “propone y motiva los problemas conduciéndolos a la exigencia de la sistematización de los datos”. Por ello, en esta investigación se aplicó la observación y medición directa de todos los eventos o sucesos que se pudieron evidenciar durante la ejecución, realizándose ensayos para determinar las propiedades de los agregados, y luego someterlos a ensayos de concreto fresco, aplicando el método por presión para medir el aire atrapado en cada espécimen de concreto.

## **2.9. Instrumentos de recolección de datos**

Según Hernandez y Duana (2020) los instrumentos de recolección de datos “están orientado a establecer los parámetros que permitan registrar resultados o información respecto a las variables que se requieran medir”. Por ello, los instrumentos utilizados fueron los formatos de ensayos para la recolección de datos, basados en la Norma Técnica Peruana (NTP), los cuales se especificaron en la parte procedimental del proyecto de investigación, que precisaron las propiedades de los agregados, al igual que su contenido de aire atrapado, asentamiento, peso unitario y temperatura en estado fresco; y su resistencia en estado endurecido para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  realizado para los distintos tamaños máximos nominales del agregado grueso.

## 2.10. Procedimiento

Para el cumplimiento de cada objetivo de esta investigación experimental, se llevó a cabo los procedimientos de los respectivos ensayos de laboratorio, que determinaron las propiedades físicas de los agregados y a la vez se evaluaron sus propiedades como el contenido de aire atrapado del concreto en estado fresco; de acuerdo al T.M.N. del agregado grueso. Estos ensayos se muestran según la normativa vigente, mencionados en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Normativa de ensayos aplicados*

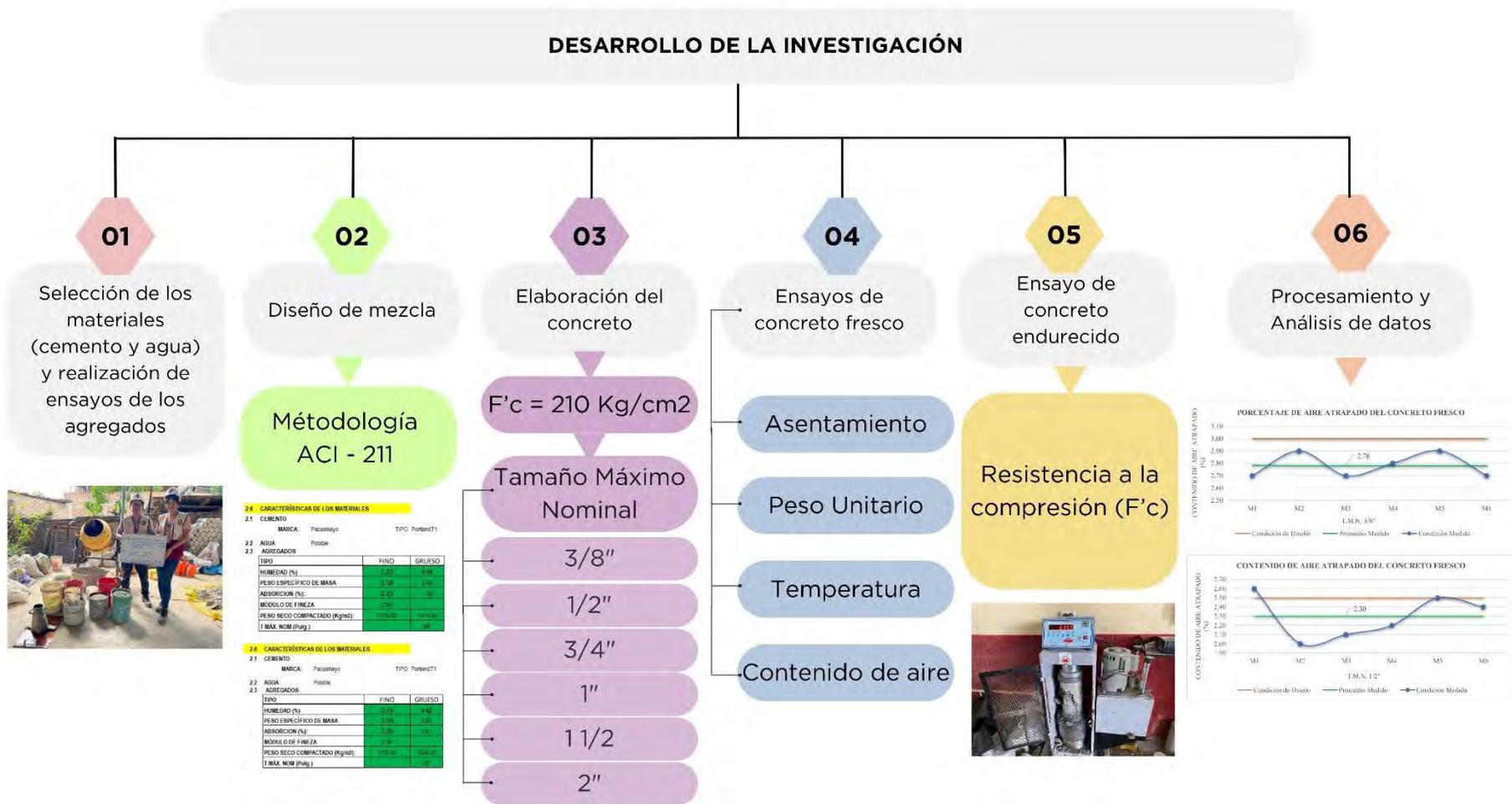
| N° | Ensayo                                                           | Referencia | Normativa |
|----|------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| 1  | Muestreo para materiales de construcción                         | NTP        | 400.010   |
| 2  | Peso unitario de los agregados                                   | NTP        | 400.017   |
| 3  | Análisis granulométrico del agregado fino, grueso                | NTP        | 400.012   |
| 4  | Especificaciones para agregados en concreto                      | NTP        | 400.037   |
| 5  | Peso específico y absorción del agregado grueso                  | NTP        | 400.021   |
| 6  | Peso específico y absorción del agregado fino                    | NTP        | 400.022   |
| 7  | Contenido de humedad de agregados por secado                     | NTP        | 339.185   |
| 8  | Elaboración y curado de especímenes de concreto                  | NTP        | 339.183   |
| 9  | Asentamiento del concreto (SLUMP)                                | NTP        | 339.035   |
| 10 | Peso unitario del concreto                                       | NTP        | 339.046   |
| 11 | Temperatura de mezclas de concreto                               | NTP        | 339.184   |
| 10 | Contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión | NTP        | 339.083   |
| 11 | Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos              | NTP        | 339.034   |

*Nota.* Guía de Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Por ello, se estableció el siguiente diagrama como un proceso visual del desarrollo de la investigación:

Figura 2

Desarrollo de la investigación



Nota. La figura muestra el proceso del desarrollo de la investigación.

## 2.10.1. Selección de los materiales para la elaboración del concreto

### 2.10.1.1. Cemento

El cemento empleado fue el cemento portland Tipo I proporcionado por la empresa Pacasmayo.

**Tabla 3**

*Composición química del cemento Pacasmayo tipo I*

| COMPOSICIÓN QUÍMICA |   | CPSAA | Requisito<br>NTP 334.009 /ASTM<br>C150 |
|---------------------|---|-------|----------------------------------------|
| MgO                 | % | 2.3   | Máximo 6.0                             |
| SO3                 | % | 2.7   | Máximo 3.0                             |

*Nota.* Datos tomados de la ficha técnica de cementos Pacasmayo S.A.A. (2017).

**Tabla 4**

*Propiedades físicas del cemento Pacasmayo tipo I*

| PROPIEDADES FÍSICAS                  |                              | CPSAA         | Requisito<br>NTP 334.009 /<br>ASTM C150 |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------------------|
| Contenido de Aire                    | %                            | 7             | Máximo 12                               |
| Expansión en Autoclave               | %                            | 0.09          | Máximo 0.80                             |
| Superficie Específica                | cm <sup>2</sup> /g           | 3750          | Mínimo 2800                             |
| Densidad                             | g/mL                         | 3.1           | NO ESPECIFICA                           |
| <b>Resistencia Compresión:</b>       |                              |               |                                         |
| Resistencia Compresión a 3 días      | Mpa<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 26.1<br>(266) | Mínimo 12.0<br>(Mínimo 122)             |
| Resistencia Compresión a 7 días      | Mpa<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.9<br>(346) | Mínimo 19.0<br>(Mínimo 194)             |
| Resistencia Compresión a 28 días (*) | Mpa<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 42.3<br>(431) | Mínimo 28.0<br>(Mínimo 286)             |
| <b>Tiempo de Fraguado Vicat:</b>     |                              |               |                                         |
| Fraguado Inicial                     | min                          | 138           | Mínimo 45                               |
| Fraguado Final                       | min                          | 267           | Máximo 375                              |

*Nota.* Datos tomados de la ficha técnica de cementos Pacasmayo S.A.A. (2017). (\*) Requisito opcional.

### 2.10.1.2. Agua

El agua que se utilizó para la elaboración del concreto fue agua potable de la EPS Marañón, cumpliendo con las especificaciones que exige la NTP 339.088.

### 2.10.1.3. Agregado Fino

El agregado fino que se empleó fue del almacén de la empresa distribuidora “Olano”, ubicada en la avenida Manuel Antonio Mesones Muro, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Según coordenadas UTM WGS-84: NORTE: 9368192 y ESTE: 742952.

#### Figura 3

*Agregado fino - Distribuidora Olano*



*Nota.* La figura muestra la selección del agregado fino.

### 2.10.1.4. Agregado Grueso

El agregado grueso que se utilizó fue de la planta procesadora “Arenera Jaén”, ubicada en la carretera Jaén – San Ignacio km. 28, distrito Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Se obtuvo piedra de 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1/2" y 2”. Coordenadas UTM WGS-84: NORTE: 9374634 y ESTE: 749618.

#### Figura 4

*Agregado grueso - Cantera Arenera Jaén*



*Nota.* Las figuras muestran el proceso de tamizado para la obtención del agregado grueso.

### 2.10.2. Ensayos para establecer las características físicas de los agregados

Para establecer las propiedades físicas de los agregados se realizó siguiendo los procedimientos de la normativa vigente, demostrando la solidez y fiabilidad de los resultados, como se indica en la siguiente tabla 5:

**Tabla 5**

*Ensayos para establecer las propiedades físicas de los agregados*

| <b>Ensayos de los agregados</b>                           | <b>Referencia</b> | <b>Normativa</b> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| Extracción y preparación de las muestras                  | NTP               | 400.010          |
| Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo | NTP               | 400.043          |
| Contenido de humedad                                      | NTP               | 339.185          |
| Análisis granulométrico de los agregados                  | NTP               | 400.012          |
| Peso específico y absorción del agregado fino             | NTP               | 400.022          |
| Peso específico y absorción del agregado grueso           | NTP               | 400.021          |
| Peso unitario suelto y compactado de los agregados        | NTP               | 400.017          |

*Nota.* Ensayos tomados referentes al NTP.

#### 2.10.2.1. Extracción y preparación de las muestras

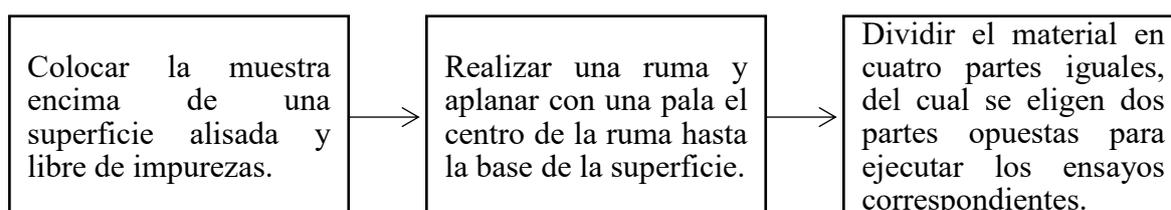
##### **Normativa: NTP 400.010**

Se realizó con el objetivo de establecer métodos de muestreos, del cual se obtengan muestras que mantengan su naturaleza y condiciones al cual representan. Teniendo como propósitos entablar una investigación previa de las canteras de abastecimiento, llevando su control y su nivel de utilización. En nuestra investigación se aplicó el muestreo de flujos de corrientes de agregados (descarga de cintas) y muestreo de depósitos, los cuales los agregados están ubicados en rumas.

#### 2.10.2.2. Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo

**Figura 5**

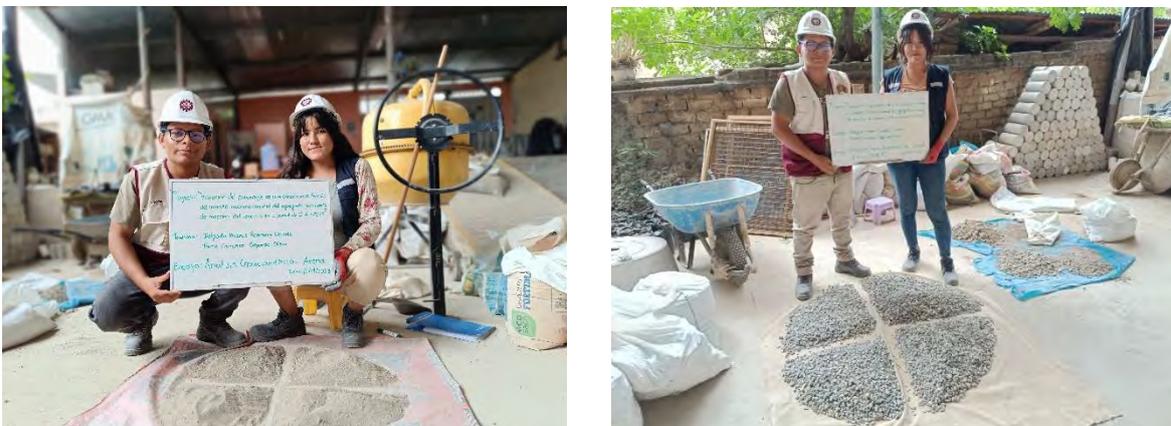
*Procedimiento de reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.043.

**Figura 6**

*Cuarteo del agregado fino y agregado grueso*



*Nota.* La figura muestra el cuarteo del agregado fino y grueso. Fuente: Normativa NTP 400.043.

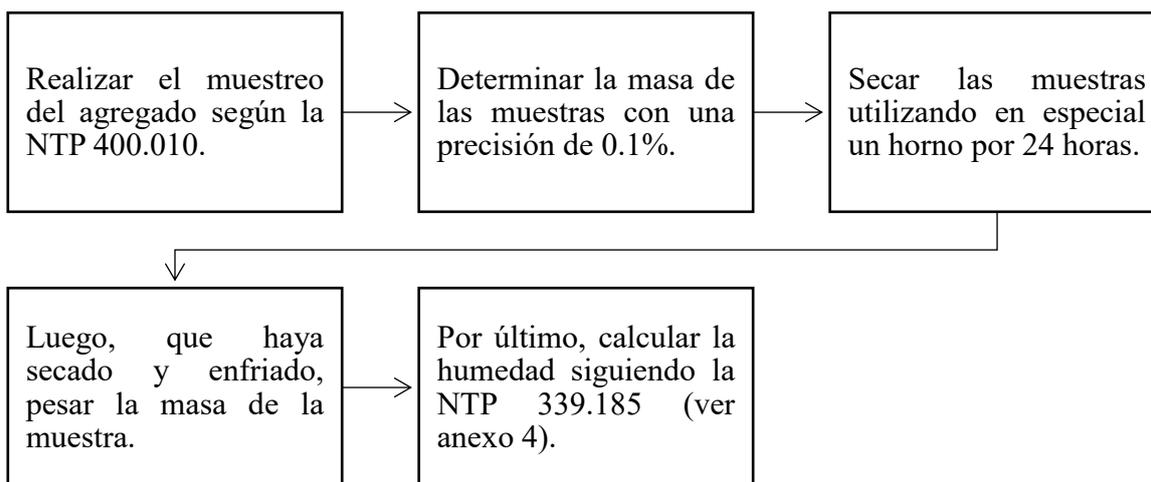
### **2.10.2.3. Contenido de humedad**

**Normativa: NTP 339.185**

La mayoría de los agregados naturalmente se obtienen húmedos y su variación es constante de acuerdo a los cambios climáticos. Entonces se determinó el contenido de humedad del agregado grueso y fino, con la finalidad de modificar los parámetros del diseño de mezcla.

**Figura 7**

*Procedimiento para el contenido de humedad de los agregados*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.185.

**Figura 8**

*Peso y secado de las muestras para calcular el contenido de humedad*



*Nota.* La figura muestra el peso y secado de las muestras. Fuente: Normativa NTP 339.185.

**Cálculos:**

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido de humedad total evaporable de la muestra (%).

W = Masa de la muestra húmeda original (gr).

D = Masa de la muestra seca (gr).

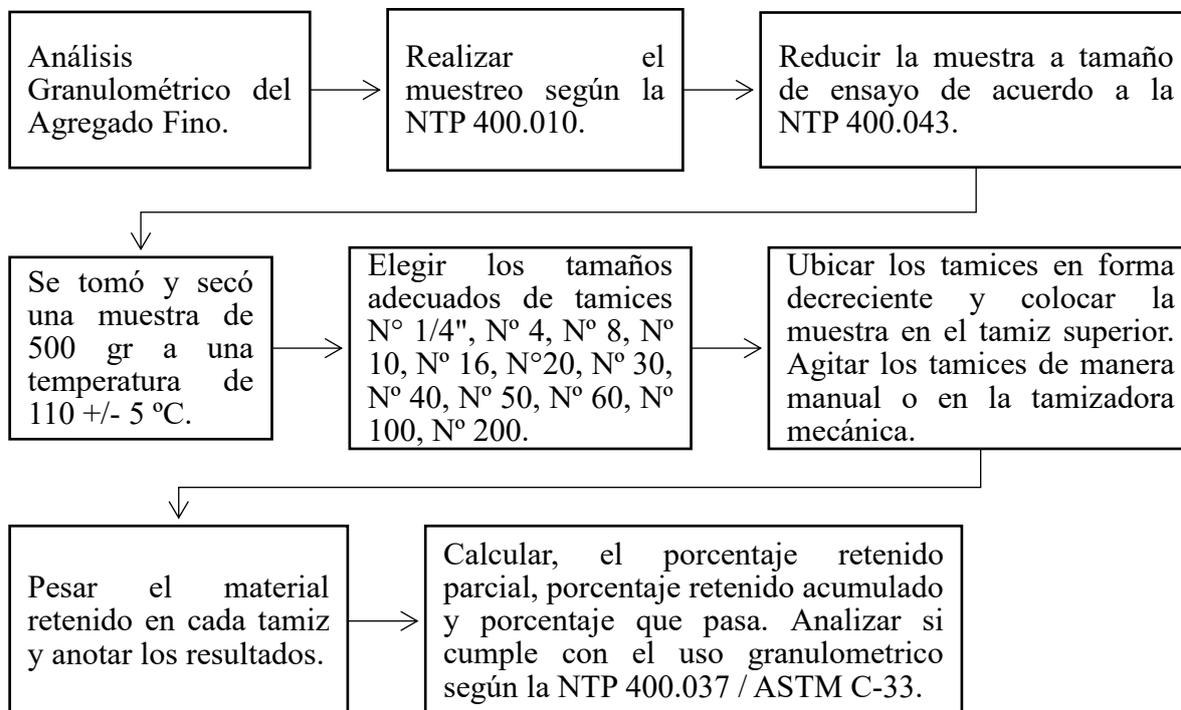
#### **2.10.2.4. Análisis granulométrico de los agregados**

##### **NTP 400.012**

Realizar el análisis granulométrico determinó la gradación de los agregados y la clasificación de acuerdo a su uso granulométrico según la normativa, para determinar su nivel de utilización para la posterior elaboración del concreto (ver anexo 4).

**Figura 9**

*Procedimiento para análisis granulométrico - agregado fino*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.012.

**Figura 10**

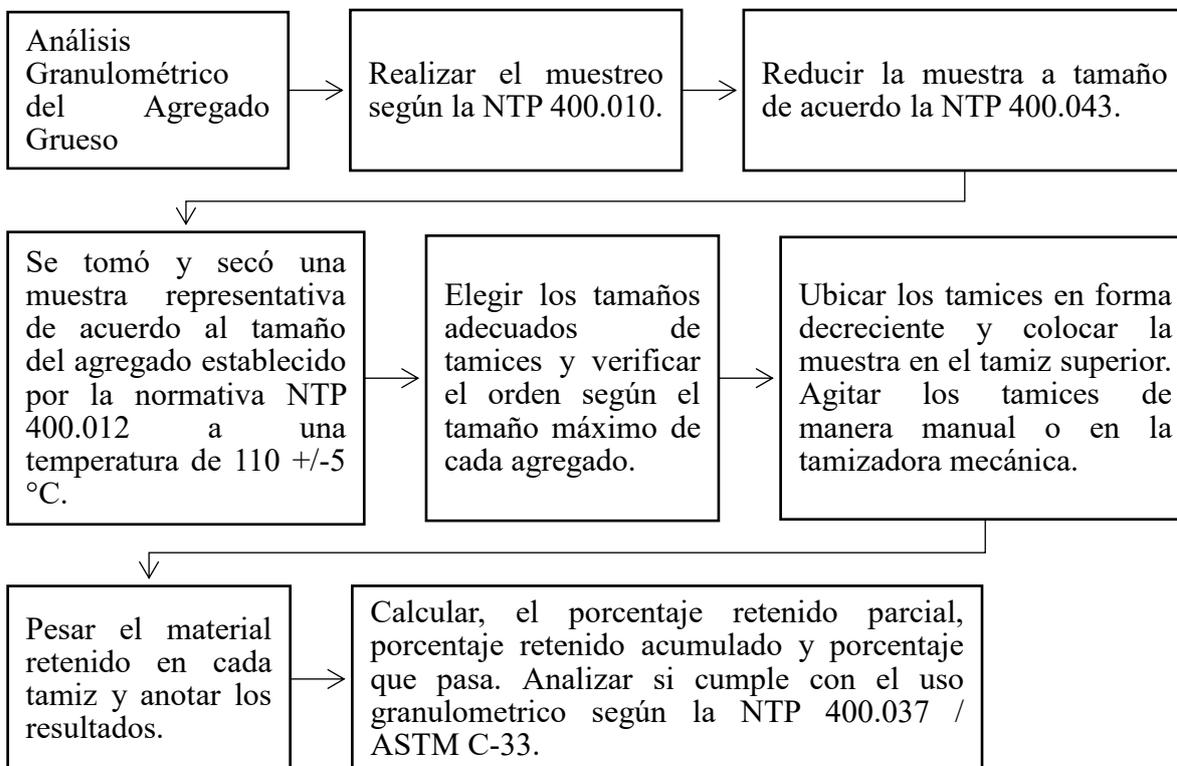
*Proceso de tamizado del agregado fino*



*Nota.* La figura muestra el tamizado del agregado fino. Fuente: Normativa NTP 400.012.

**Figura 11**

*Procedimiento para análisis granulométrico – agregado grueso*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.012.

**Figura 12**

*Proceso de tamizado del agregado grueso*



*Nota.* La figura muestra el tamizado del agregado grueso por cada T.M.N. Fuente: Normativa NTP 400.012.

## Cálculos:

### a) Módulo de fineza

El módulo de fineza es un índice de finura, para establecer las características granulométricas de los agregados, lo cual se obtiene el valor al dividir por 100 la sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie: (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100).

Se determinó el módulo de fineza del agregado fino siendo:

$$MF.Agregado.Fino = \frac{\sum \% \text{ acumulados } (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

### b) Tamaño máximo

Según la NTP 400.037 es el mayor tamaño del agregado, correspondiendo al menor tamiz del conjunto de tamices estándares por la que pasa el 100% del agregado grueso.

### b) Tamaño máximo nominal

Según la NTP 400.037 es el que corresponde al menor tamiz del grupo de tamices utilizados, del cual se genera el primer retenido entre 5% y 10%.

### c) Huso del agregado grueso

Es conocido como la zona comprendida entre dos curvas granulométricas, representando dichas curvas los porcentajes que pasan por los tamices normalizados de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado. Según la tabla establecida por la NTP 400.037.

**Figura 13**

#### Husos granulométricos del agregado grueso

| HUSO | TAMAÑO<br>MÁXIMO<br>NOMINAL                 | Porcentaje que Pasa por los Tamices Normalizados |                       |                   |                       |                   |                         |                     |                       |                       |                       |                   |                   |                    |                   |
|------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|      |                                             | 100 mm<br>(4 pulg)                               | 90 mm<br>(3 1/2 pulg) | 75 mm<br>(3 pulg) | 63 mm<br>(2 1/2 pulg) | 50 mm<br>(2 pulg) | 37.5 mm<br>(1 1/2 pulg) | 25.0 mm<br>(1 pulg) | 19.0 mm<br>(3/4 pulg) | 12.5 mm<br>(1/2 pulg) | 9.51 mm<br>(3/8 pulg) | 4.75 mm<br>(N° 4) | 2.36 mm<br>(N° 8) | 1.18 mm<br>(N° 16) | 300 µm<br>(N° 50) |
| 1    | 90 mm a 37.5mm<br>(3 1/2 pul a 1 1/2)       | 100                                              | 90 a 100              | .....             | 25 a 60               | .....             | 0 a 15                  | .....               | 0 a 5                 | .....                 | .....                 | .....             | .....             | .....              | .....             |
| 2    | 63 mm a 37.5mm<br>(2 1/2 pul a 1 1/2)       | .....                                            | .....                 | 100               | 90 a 100              | 35 a 70           | 0 a 15                  | .....               | 0 a 5                 | .....                 | .....                 | .....             | .....             | .....              | .....             |
| 3    | 50 mm a 25.0 mm<br>(2 pul a 1 pulg)         | .....                                            | .....                 | .....             | 100                   | 90 a 100          | 35 a 70                 | 0 a 15              | .....                 | 0 a 5                 | .....                 | .....             | .....             | .....              | .....             |
| 357  | 50 mm a 4.75 mm<br>(2 pul a N° 4)           | .....                                            | .....                 | .....             | 100                   | 95 a 100          | .....                   | 35 a 70             | .....                 | 10 a 30               | .....                 | 0 a 5             | .....             | .....              | .....             |
| 4    | 37.5 mm a 19.0 mm<br>(1 1/2 pul a 3/4 pulg) | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | 100               | 90 a 100                | 20 a 55             | 0 a 5                 | .....                 | 0 a 5                 | .....             | .....             | .....              | .....             |
| 467  | 37.5 mm a 4.75 mm<br>(1 1/2 pul a N° 4)     | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | 100               | 95 a 100                | .....               | 35 a 70               | .....                 | 10 a 30               | 0 a 5             | .....             | .....              | .....             |
| 5    | 25.0 mm a 12.5 mm<br>(1 pul a 1/2 pulg)     | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | 100                     | 90 a 100            | 20 a 55               | 0 a 10                | 0 a 5                 | .....             | .....             | .....              | .....             |
| 56   | 25.0 mm a 9.5 mm<br>(1 pul a 3/8 pul)       | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | 100                     | 90 a 100            | 40 a 85               | 10 a 40               | 0 a 15                | 0 a 5             | .....             | .....              | .....             |
| 57   | 25.0 mm a 4.75 mm<br>(1 pul a N° 4)         | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | 100                     | 95 a 100            | .....                 | 25 a 60               | .....                 | 0 a 10            | 0 a 5             | .....              | .....             |
| 6    | 19.0 mm a 9.5 mm<br>(3/4 pul a 3/8 pul)     | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | 100                 | 90 a 100              | 20 a 55               | 0 a 15                | 0 a 5             | .....             | .....              | .....             |
| 67   | 19.0 mm a 4.75 mm<br>(3/4 pul a N° 4)       | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | 100                 | 90 a 100              | .....                 | 20 a 55               | 0 a 10            | 0 a 5             | .....              | .....             |
| 7    | 12.5 mm a 4.75 mm<br>(1/2 pul a N° 4)       | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | .....               | 100                   | 90 a 100              | 40 a 70               | 0 a 15            | 0 a 5             | .....              | .....             |
| 8    | 9.5 mm a 2.36 mm<br>(3/8 pul a N° 8)        | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | .....               | .....                 | 100                   | 85 a 100              | 10 a 30           | 0 a 10            | 0 a 5              | .....             |
| 89   | 12.5 mm a 9.5 mm<br>(1/2 pul a 3/8 pul)     | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | .....               | .....                 | 100                   | 90 a 100              | 20 a 55           | 5 a 30            | 0 a 10             | 0 a 5             |
| 9    | 4.75 mm a 1.18 mm<br>(N° 4 a N° 16)         | .....                                            | .....                 | .....             | .....                 | .....             | .....                   | .....               | .....                 | .....                 | 100                   | 85 a 100          | 10 a 40           | 0 a 10             | 0 a 5             |

*Nota.* La figura muestra el huso granulométrico del agregado. Fuente: Normativa NTP 400.037.

De acuerdo al análisis granulométrico se logró determinar que el agregado grueso cumplió con los siguientes husos:

**Tabla 6**

*Huso granulométrico del agregado grueso*

| T.M.N. | HUSO GRANULOMÉTRICO |
|--------|---------------------|
| 3/8"   | N° 8                |
| 1/2"   | N° 7                |
| 3/4"   | N° 67               |
| 1"     | N° 57               |
| 1 1/2" | N° 467              |
| 2"     | N° 357              |

*Nota.* Husos granulométricos empleados en cada T.M.N. del agregado grueso.

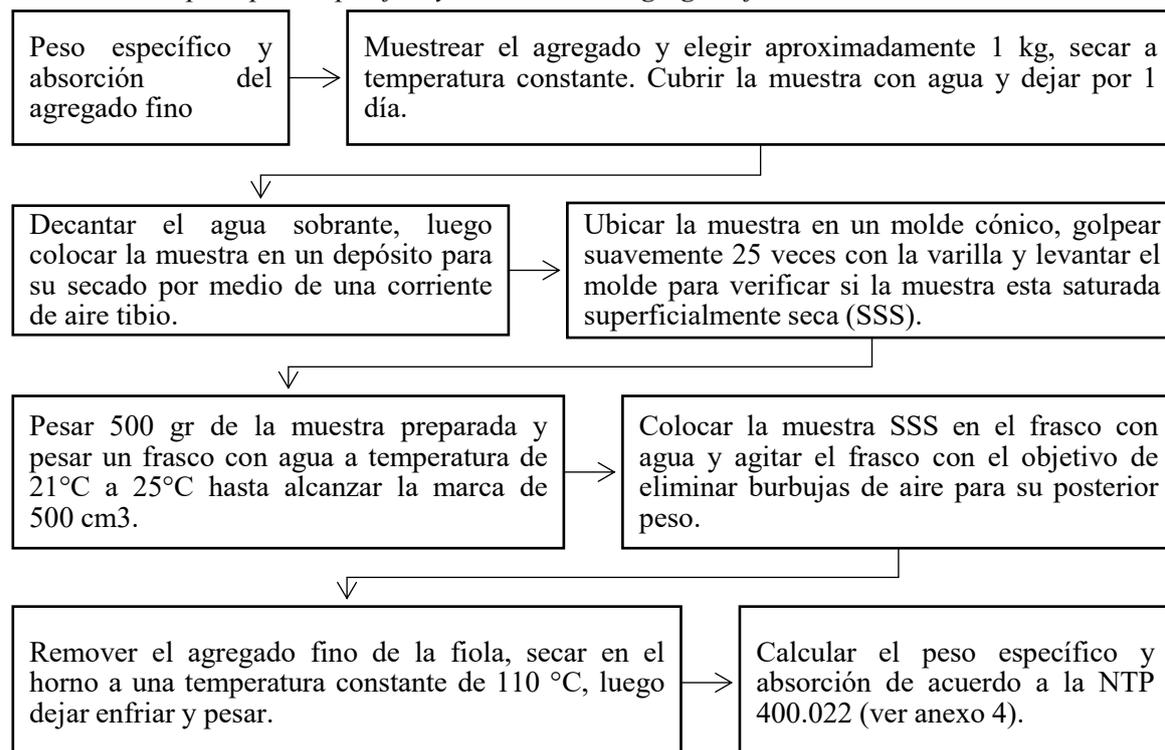
### 2.10.2.5. *Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

#### **NTP 400.022**

El peso específico permitió calcular el volumen que ocupa el agregado fino en diferentes mezclas de concreto, y los datos de absorción influyeron para establecer el cambio de la masa del agregado debido a que el agua es absorbida por los espacios vacíos dentro de sus partículas.

**Figura 14**

*Procedimiento para peso específico y absorción del agregado fino*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.022.

**Figura 15**

*Proceso para determinar el peso específico y absorción del agregado fino*

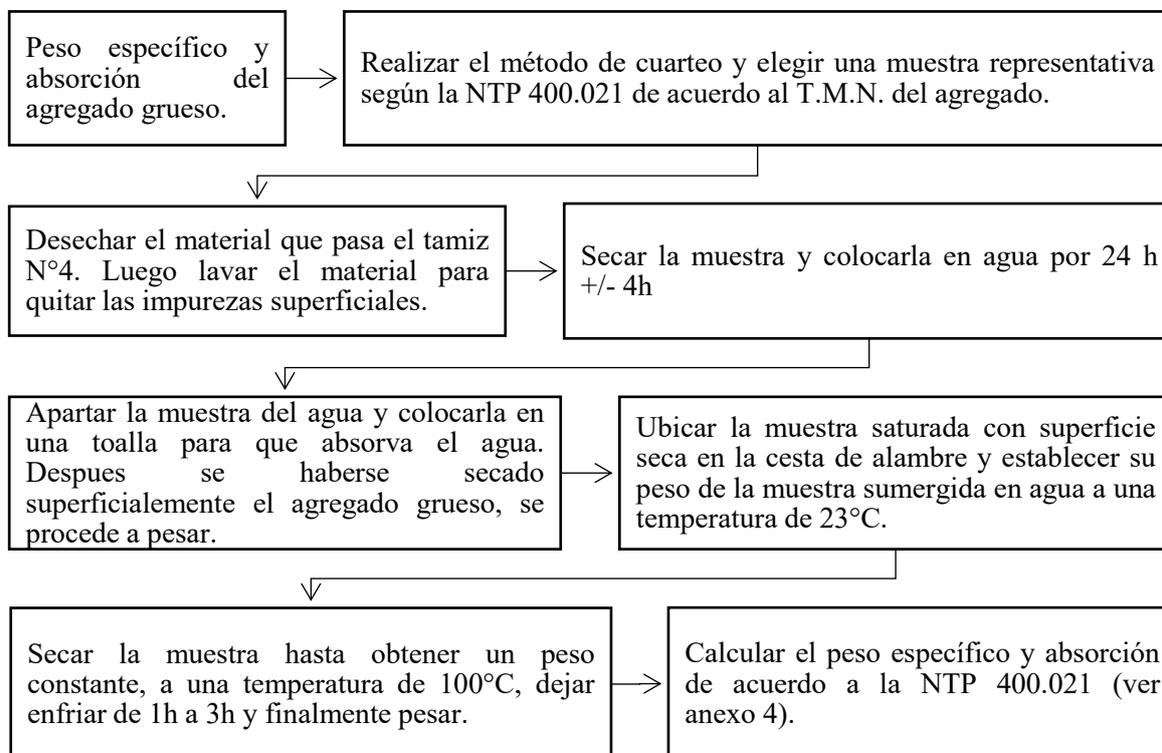


*Nota.* La figura muestra el proceso de decantar el agua y secado del agregado fino. Fuente: Normativa NTP 400.022.

### **2.10.2.6. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso**

**Figura 16**

*Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.021.

**Figura 17**

*Proceso para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso*



*Nota.* La figura muestra el proceso para establecer el peso específico y absorción del agregado grueso. Fuente: Normativa NTP 400.021.

### Cálculos para el agregado fino:

- Peso específico de masa ( $P_{em}$ )

$$P_{em} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{esss}$ )

$$P_{esss} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

- Peso específico aparente ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{A}{(A + B - C)}$$

- Absorción % ( $A_b$ )

$$A_b = \frac{(S - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra secada al horno (gr.).

B = Peso del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr.).

C = Peso del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración (gr.).

S = Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.).

**Cálculos para el agregado grueso:**

- Peso específico de masa ( $P_{em}$ )

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{eSSS}$ )

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

- Peso específico aparente ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$$

- Absorción % ( $A_b$ )

$$A_b = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra secada en el aire (gr.).

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.).

C = Peso de la muestra saturada sumergida en agua (gr.).

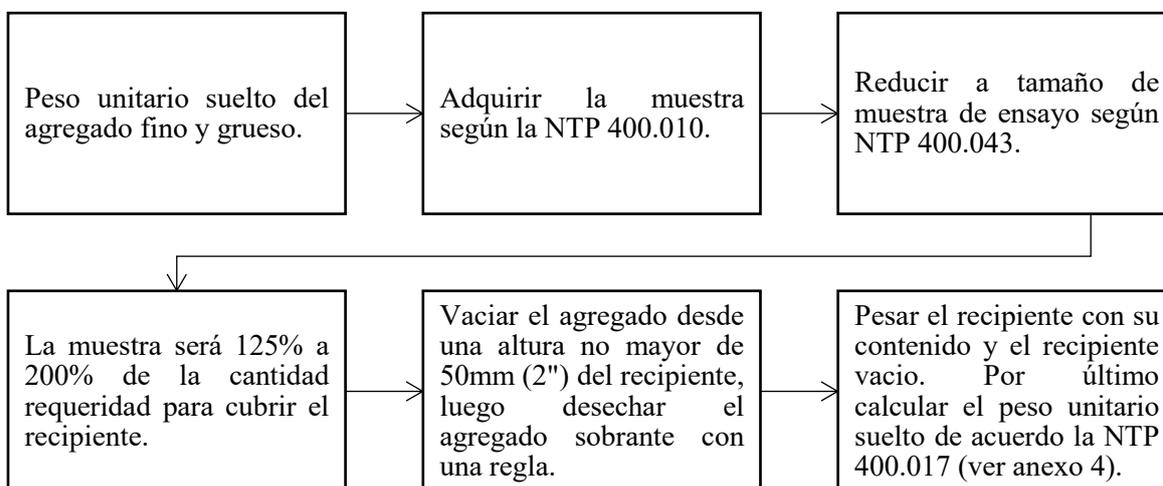
**2.10.2.7. Peso unitario suelto y compactado de los agregados****NTP 400.017**

Se utilizó para establecer la relación masa/volumen que es aplicado como parámetro para el diseño de mezcla del concreto.

## Peso unitario suelto de los agregados

**Figura 18**

*Procedimiento para peso unitario suelto de los agregados*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.017.

**Figura 19**

*Peso unitario suelto del agregado fino y grueso*

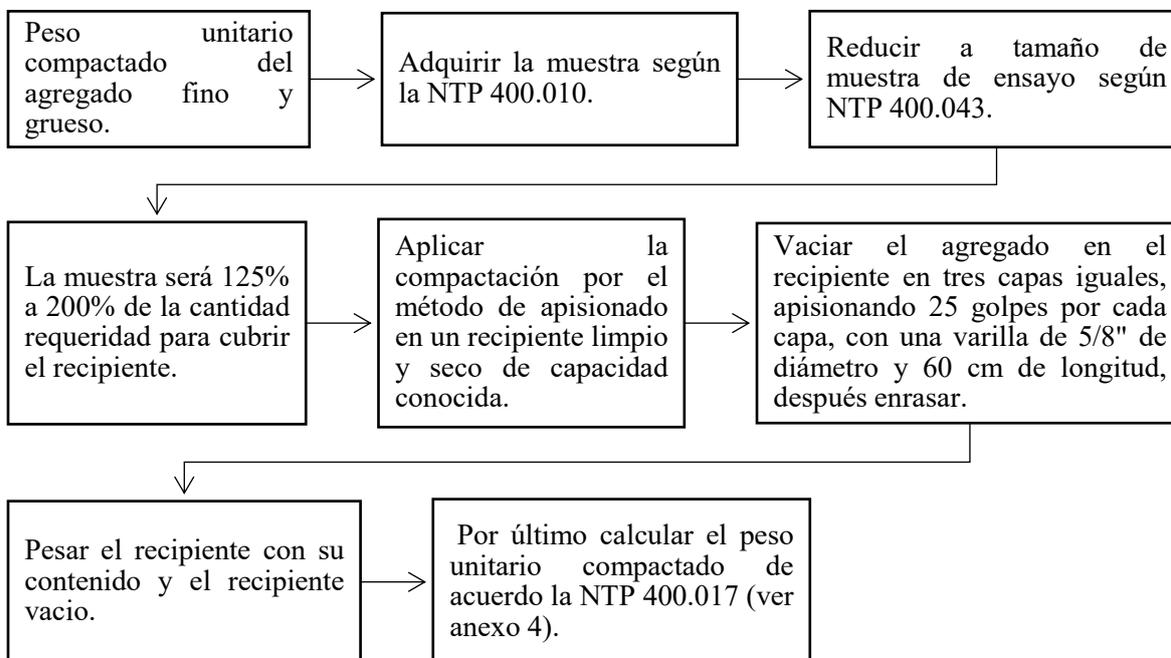


*Nota.* La figura muestra el proceso de vaciado de los agregados al recipiente. Fuente: Normativa NTP 400.017.

## Peso unitario compactado de los agregados

**Figura 20**

*Procedimiento para peso unitario compactado de los agregados*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 400.017.

**Figura 21**

*Peso unitario compactado del agregado fino y grueso*



*Nota.* La figura muestra el proceso de varillado de los agregados para determinar el peso unitario compactado. Fuente: 400.017.

**Cálculo para determinar:****Peso Unitario Suelto de los agregados:**

$$P.U.S = \frac{S - R}{V}$$

**Donde:**

(P.U.S.) = Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)

S = Peso del recipiente de medida más el agregado suelto (kg)

R = Peso del recipiente de medida (kg)

V = Volumen de la medida del recipiente (m<sup>3</sup>)

**Peso Unitario Compactado de los agregados:**

$$P.U.S = \frac{C - R}{V}$$

**Donde:**

(P.U.C.) = Peso Unitario Compactado (kg/m<sup>3</sup>)

C = Peso del recipiente de medida más el agregado compactado (kg)

R = Peso del recipiente de medida (kg)

V = Volumen de la medida del molde (m<sup>3</sup>)

**2.10.3. Diseño de mezcla**

Luego de haber determinado las características de los agregados por medio de la realización de los ensayos, se procedió a realizar (6) diseños de mezcla para concretos con tamaños máximos nominales de 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" y con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo en cuenta sus respectivas características de los materiales.

El diseño de mezcla empleado en esta investigación se basó en una resistencia promedio estimada en función a la especificada para el concreto que se diseña, lo cual, según la teoría de Abrams, como se cita en Enrique (2010) "el factor que influye directamente en dicha propiedad es la relación agua-cemento, siendo un medio que sustente la durabilidad y resistencia del concreto".

Para realizar el procedimiento del diseño de mezcla de concreto, se aplicó el método establecido por el sistema del American Concrete Institute (ACI 211.1-91), siendo el más empleado en cuanto a su dosificación en relación a la resistencia estimada. Dicho proceso de diseño de mezcla, se basan en tablas de acuerdo a los ensayos realizados, con la finalidad de determinar la dosificación correcta para alcanzar la resistencia especificada.

### A) Características de los materiales

#### Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8”:

**Tabla 7**

*Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 3/8”*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 3/8"                     | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.18                     | 1.23          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.69                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 1.56                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1335                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1474                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 3/8” según el método ACI-211.

En la tabla 7 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 3/8”; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

#### Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2”:

**Tabla 8**

*Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1/2”*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 1/2"                     | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.42                     | 0.76          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.69                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 1.41                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1428                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1524                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 1/2” según el método ACI-211.

En la tabla 8 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 1/2"; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

#### Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4":

**Tabla 9**

*Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 3/4"*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 3/4"                     | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.52                     | 0.73          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.69                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 1.04                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1429                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1586                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 3/4" según el método ACI-211.

En la tabla 9 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 3/4"; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

#### Para diseño de mezcla T.M.N. 1":

**Tabla 10**

*Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1"*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 1"                       | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.20                     | 0.73          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.70                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 1.19                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1493                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1610                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 1" según el método ACI-211.

En la tabla 10 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 1"; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:****Tabla 11***Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 1 1/2”*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 1 1/2"                   | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.18                     | 0.68          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.71                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 0.99                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1517                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1620                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 1 1/2” según el método ACI-211.

En la tabla 11 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 1 1/2”; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:****Tabla 12***Características físicas de los materiales del concreto - T.M.N. 2”*

| Propiedades                                   | Componentes del concreto |               |         |       |
|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------|
|                                               | Agregado grueso          | Agregado Fino | Cemento | Agua  |
| Tamaño Máximo Nominal                         | 2"                       | ---           |         |       |
| Módulo de Fineza                              | ---                      | 2.94          |         |       |
| Humedad (%)                                   | 0.24                     | 0.60          |         |       |
| Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.73                     | 2.58          | 3.11    | 1.000 |
| Absorción (%)                                 | 0.69                     | 2.35          |         |       |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )     | 1412                     | 1560          |         |       |
| Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ) | 1607                     | 1776          |         |       |

*Nota.* Parámetros tomados de los ensayos para el diseño de mezcla de T.M.N. 2” según el método ACI-211.

En la tabla 12 se muestra los datos de los ensayos para determinar las características físicas de los componentes para la elaboración del concreto de T.M.N. 2”; trabajando con un peso específico del cemento de 3.11 gr/cm<sup>3</sup>.

## B) Determinación de la resistencia promedio

⇒ Cuando se desconoce el valor de la desviación estándar “s”, utilizamos la siguiente tabla 12:

**Tabla 13**

*Resistencia a la compresión promedio*

| $f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f'cr$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|------------------------------|
| < 210                       | $f'c + 70$                   |
| 210 a 350                   | $f'c + 84$                   |
| >350                        | $f'c + 98$                   |

*Nota.* Datos tomados para determinar las resistencias a la compresión promedios, según el método ACI-211.

En la tabla 13 se muestra las resistencias a la compresión establecidas por categorías siendo, menor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, entre 210 kg/cm<sup>2</sup> a 350 kg/cm<sup>2</sup> y mayores a 350 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiéndoles una condición para calcular las resistencias promedias, según el Método ACI – 211.

En esta investigación, se aplicó el caso 2, con  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, entonces le corresponde:

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg / cm}^2$$

## C) Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso

En la investigación y para estos diseños de mezclas, se eligió tamaños máximos nominales 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1 1/2” y 2”, con fines de evaluar en qué medida el porcentaje de vacíos tiende a disminuir conforme aumenta el T.M.N. de un agregado bien graduado y así poder comprar sus variaciones con la tabla de contenido de aire atrapado establecido en el Método ACI – 211.

## D) Selección del asentamiento (Slump)

El Método ACI – 211, emplea criterios básicos cuando el asentamiento no se especifica, lo cual establece:

⇒ El concreto se dosificará para una consistencia plástica, correspondiéndole un asentamiento de 3” a 4”, de acuerdo a la tabla 13, aplicado para la compactación por vibración del concreto.

**Tabla 14***Asentamientos según consistencia de mezclas de concreto*

| <b>Consistencia</b> | <b>Asentamiento</b> |                 |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| Mezclas secas       | 0" a 2"             | 0 mm a 50 mm    |
| Mezclas plásticas   | 3" a 4"             | 75 mm a 100 mm  |
| Mezclas fluidas     | 5" a más            | mayor de 125 mm |

*Nota.* Datos tomados de asentamientos respecto a las consistencias de las mezclas del concreto, según el método ACI-211.

En la tabla 14 se muestra los asentamientos de acuerdo al tipo de consistencia de las mezclas de concreto, siendo asentamientos de 0" a 2" para mezclas secas, de 3" a 4" para mezclas plásticas y de 5" a más para mezclas fluidas; establecidas por el Comité 211 del ACI-211.

**Tabla 15***Asentamientos según tipo de construcción*

| <b>Tipo de Construcción</b>                              | <b>Asentamiento</b> |               |
|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
|                                                          | <b>Máximo</b>       | <b>Mínimo</b> |
| Zapatas y muros de cimentación armados                   | 3"                  | 1"            |
| Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros | 3"                  | 1"            |
| Vigas y muros armados                                    | 4"                  | 1"            |
| Columnas de edificios                                    | 4"                  | 1"            |
| Losas y pavimentos                                       | 3"                  | 1"            |
| Concreto ciclópeo                                        | 2"                  | 1"            |

*Nota.* Datos tomados de asentamientos respecto al tipo de construcción, según el método ACI-211.

En la tabla 15 se muestra los rangos de asentamientos según el tipo de construcción requerida y corresponden a métodos de compactación por vibración del concreto.

Entonces, se eligió un asentamiento de 3" a 4" de acuerdo a los criterios expuestos por el método ACI y además por ser empleado para concretos estructurales.

### **E) Selección del volumen unitario de agua**

El método ACI, establece estimaciones de valores máximos de agua, para agregados en estado seco en una mezcla de concreto, lo cual están en función de la consistencia (asentamiento) y el T.M.N. del agregado grueso, en concretos con y sin aire incorporado.

Por ello, para estos diseños de mezclas, se eligió un asentamiento de 3" a 4", con tamaños máximos nominales del agregado grueso de 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2", y se consideró un concreto sin aire incorporado, correspondiéndoles volúmenes unitarios de agua de 228 litros/m<sup>3</sup>, 216 litros/m<sup>3</sup>, 205 litros/m<sup>3</sup>, 193 litros/m<sup>3</sup>, 181 litros/m<sup>3</sup> y 169 litros/m<sup>3</sup> respectivamente, según la tabla 16:

**Tabla 16**

*Volumen unitario de agua*

| Asentamiento                          | Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados |      |      |     |        |     |     |     |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                                       | 3/8"                                                                                                       | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| <b>Concretos sin aire incorporado</b> |                                                                                                            |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                               | 207                                                                                                        | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"                               | 228                                                                                                        | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"                               | 243                                                                                                        | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | ... |
| <b>Concretos con aire incorporado</b> |                                                                                                            |      |      |     |        |     |     |     |
| 1" a 2"                               | 181                                                                                                        | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"                               | 202                                                                                                        | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"                               | 216                                                                                                        | 205  | 197  | 184 | 174    | 166 | 154 | ... |

*Nota.* Datos tomados de volúmenes unitarios de agua respecto al T.M.N. del agregado grueso y al tipo de asentamiento, según el método ACI-211.

En la tabla 16 se muestra los volúmenes unitarios de agua para concretos sin aire incorporado y con aire incorporado, para cada T.M.N. del agregado grueso y de acuerdo al tipo de asentamiento.

#### F) Estimación del aire atrapado

En los concretos siempre hay un cierto porcentaje de aire atrapado, el cual se generan por diferentes factores durante la elaboración del concreto, y se estiman de acuerdo al T.M.N. del agregado grueso, siendo para 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2", según la siguiente tabla 17:

**Tabla 17***Contenido de aire atrapado*

| <b>Tamaño Máximo Nominal del Agregado</b> | <b>Aire Atrapado (%)</b> |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| 3/8"                                      | 3.0                      |
| 1/2"                                      | 2.5                      |
| 3/4"                                      | 2.0                      |
| 1"                                        | 1.5                      |
| 1 1/2"                                    | 1.0                      |
| 2"                                        | 0.5                      |
| 3"                                        | 0.3                      |
| 6"                                        | 0.2                      |

*Nota.* Datos tomados de porcentajes de aire atrapado respecto al T.M.N., según el método ACI-211.

En la tabla 17 se muestra porcentajes de aire atrapado desde 3.0% a 0.2% en función al T.M.N. del agregado grueso, estimándose en este caso para los 6 tamaños máximos nominales, porcentajes de 3.0%, 2.5%, 2.0%, 1.5%, 1% y 0.5% respectivamente.

### **G) Selección de la relación agua/cemento por resistencia**

Es uno de los parámetros fundamentales en las proporciones de una mezcla de concreto, lo cual está en función de la resistencia estimada, que corresponden a testigos ensayados a los 28 días. La relación establece la cantidad de agua en la mezcla cuando el agregado no toma ni aporta agua. Por ello, el método ACI proporciona una tabla con valores de relación agua/cemento por resistencia y en esta investigación se estableció una  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$  para concretos sin aire incorporado, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 18***Relación agua/cemento por resistencia*

| <b>f'cr<br/>(28 días)</b> | <b>Relación Agua-Cemento de diseño en peso</b> |                                           |
|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                           | <b>Concretos sin<br/>aire incorporado</b>      | <b>Concretos con<br/>aire incorporado</b> |
| 150                       | 0.80                                           | 0.71                                      |
| 200                       | 0.70                                           | 0.61                                      |
| 250                       | 0.62                                           | 0.53                                      |
| 300                       | 0.55                                           | 0.46                                      |
| 350                       | 0.48                                           | 0.40                                      |
| 400                       | 0.43                                           | ...                                       |
| 450                       | 0.38                                           | ...                                       |

*Nota.* Datos tomados de relación agua/cemento respecto a la resistencia del concreto, según el método ACI-211.

En la tabla 18 se muestra la relación de agua/cemento de diseño en peso, para concretos sin y con aire incorporado, de acuerdo a la resistencia, siendo para este caso, para concretos sin aire incorporado relaciones de 0.62 a 0.55 con resistencias de 250 kg/cm<sup>2</sup> a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la tabla 18, se procedió a interpolar para calcular la relación agua-cemento con respecto al  $f'_{cr}$ :

- El  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$  está ubicado entre los valores 250 y 300:

|          |       |
|----------|-------|
| 250..... | 0.62  |
| 294..... | $a/c$ |
| 300..... | 0.55  |

Al resolver la interpolación se obtuvo que la relación  $a/c = 0.56$

#### H) Cálculo del contenido de cemento

Una vez conocido la relación agua cemento ( $a/c$ ) y los volúmenes unitarios de agua, se determinó el factor cemento en kilogramos (kg) por unidad cúbica (1 m<sup>3</sup>), al aplicar la siguiente ecuación:

Para  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ :

$$\frac{a}{c} = 0.56$$

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8”:**

$$c = \frac{228}{0.5584}$$

$$c = 408.31$$

∴ El contenido de cemento fue 408.31 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 9.6 bolsa/m<sup>3</sup>.

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2”:**

$$c = \frac{216}{0.5584}$$

$$c = 386.82$$

∴ El contenido de cemento fue 386.82 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 9.1 bolsa/m<sup>3</sup>.

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4”:**

$$c = \frac{205}{0.5584}$$

$$c = 367.12$$

∴ El contenido de cemento fue 367.12 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 8.6 bolsa/m<sup>3</sup>.

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 1”:**

$$c = \frac{193}{0.5584}$$

$$c = 345.63$$

∴ El contenido de cemento fue 345.63 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 8.1 bolsa/m<sup>3</sup>.

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:**

$$c = \frac{181}{0.5584}$$

$$c = 324.14$$

∴ El contenido de cemento fue 324.14 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 7.6 bolsa/m<sup>3</sup>.

- **Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:**

$$c = \frac{169}{0.5584}$$

$$c = 302.65$$

∴ El contenido de cemento fue 302.65 kg/m<sup>3</sup>, siendo igual a 7.1 bolsa/m<sup>3</sup>.

#### **I) Selección del volumen de agregado grueso**

Al aplicar la elección de las proporciones relativas de los agregados que influyen en el concreto, es fundamental para que se obtenga una mezcla cohesivamente adecuada. Por ello, el método ACI establece una tabla con el volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto, del cual depende dos parámetros, el T.M.N. del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 19

*Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

| Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/b <sub>0</sub> ) |      |      |      |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                           | 2.40                                                                                                                                            | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8"                                      | 0.50                                                                                                                                            | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2"                                      | 0.59                                                                                                                                            | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4"                                      | 0.66                                                                                                                                            | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1"                                        | 0.71                                                                                                                                            | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2"                                    | 0.75                                                                                                                                            | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 2"                                        | 0.78                                                                                                                                            | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3"                                        | 0.82                                                                                                                                            | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 6"                                        | 0.87                                                                                                                                            | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

*Nota.* Datos tomados para determinar el volumen del agregado grueso respecto al módulo de fineza y T.M.N., según el método ACI-211.

En la tabla 19 se muestra la relación de volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, según el valor del módulo de fineza y el T.M.N., lo cual, para calcular el (b/b<sub>0</sub>) por cada T.M.N., se interpoló los valores 2.80 y 3.00, ya que el módulo de fineza del agregado fino fue 2.94, desarrollándose de la siguiente manera:

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8":**

$$\begin{array}{r} 2.80 \dots\dots\dots 0.46 \\ 2.94 \dots\dots\dots X \\ 3.00 \dots\dots\dots 0.44 \end{array}$$

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.45$

Luego de haber calculado el valor (b/b<sub>0</sub>) y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Grueso = 820.30 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 3/8" fue 820.30 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2":**

$$\begin{array}{r} 2.80 \dots\dots\dots 0.55 \\ 2.94 \dots\dots\dots X \\ 3.00 \dots\dots\dots 0.53 \end{array}$$

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.54$

Luego de haber calculado el valor  $(b/b_0)$  y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Gruoso = 0.536 * 1524 = 816.86 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 1/2" fue 816.86 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4”:**

|           |      |
|-----------|------|
| 2.80..... | 0.62 |
| 2.94..... | $X$  |
| 3.00..... | 0.60 |

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.61$

Luego de haber calculado el valor  $(b/b_0)$  y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Gruoso = 0.606 * 1586 = 961.12 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 3/4" fue 961.12 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1”:**

|           |      |
|-----------|------|
| 2.80..... | 0.67 |
| 2.94..... | $X$  |
| 3.00..... | 0.65 |

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.66$

Luego de haber calculado el valor  $(b/b_0)$  y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Gruoso = 0.656 * 1610 = 1056.16 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 1" fue 1056.16 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:**

|           |      |
|-----------|------|
| 2.80..... | 0.71 |
| 2.94..... | $X$  |
| 3.00..... | 0.69 |

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.70$

Luego de haber calculado el valor  $(b/b_0)$  y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Gruoso = 0.696 * 1620 = 1127.52 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 1 1/2" fue  $1127.52 \text{ kg/m}^3$ .

**Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:**

$$2.80 \dots\dots\dots 0.74$$

$$2.94 \dots\dots\dots X$$

$$3.00 \dots\dots\dots 0.72$$

∴ Al resolver la interpolación se obtuvo que  $X = 0.73$

Luego de haber calculado el valor  $(b/b_0)$  y al tener el peso unitario compactado del agregado grueso, se procedió a determinar la cantidad de agregado grueso, resultando:

$$A.Gruoso = 0.726 * 1607 = 1166.68 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Entonces, la cantidad de agregado grueso de T.M.N. 2" fue  $1166.68 \text{ kg/m}^3$ .

#### **J) Determinación de volúmenes absolutos**

Se calculó al dividir el peso establecido en el diseño entre el peso específico de masa, como se muestra a continuación:

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8”:**

$$- \text{ Volumen absoluto del cemento: } \frac{408.31}{3.11 * 1000} = 0.131 \text{ m}^3$$

$$- \text{ Volumen absoluto del agua: } \frac{228}{1 * 1000} = 0.228 \text{ m}^3$$

$$- \text{ Volumen absoluto del aire: } \frac{3.0}{100} = 0.03 \text{ m}^3$$

$$- \text{ Volumen absoluto del agregado grueso: } \frac{820.30}{2.69 * 1000} = 0.305 \text{ m}^3$$

$$V_{a_{total}} = 0.131 \text{ m}^3 + 0.228 \text{ m}^3 + 0.03 \text{ m}^3 + 0.305 \text{ m}^3 = 0.694 \text{ m}^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue  $0.694 \text{ m}^3$ .

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2”:**

- Volumen absoluto del cemento:  $\frac{386.82}{3.11*1000} = 0.124 m^3$
- Volumen absoluto del agua:  $\frac{216}{1*1000} = 0.216 m^3$
- Volumen absoluto del aire:  $\frac{2.5}{100} = 0.025 m^3$
- Volumen absoluto del agregado grueso:  $\frac{816.86}{2.69*1000} = 0.304 m^3$

$$Va_{total} = 0.124 m^3 + 0.216 m^3 + 0.025 m^3 + 0.304 m^3 = 0.669 m^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue 0.669 m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4”:**

- Volumen absoluto del cemento:  $\frac{367.12}{3.11*1000} = 0.118 m^3$
- Volumen absoluto del agua:  $\frac{205}{1*1000} = 0.205 m^3$
- Volumen absoluto del aire:  $\frac{2}{100} = 0.02 m^3$
- Volumen absoluto del agregado grueso:  $\frac{961.12}{2.69*1000} = 0.357 m^3$

$$Va_{total} = 0.118 m^3 + 0.205 m^3 + 0.02 m^3 + 0.357 m^3 = 0.700 m^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue 0.700 m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1”:**

- Volumen absoluto del cemento:  $\frac{345.63}{3.11*1000} = 0.111 m^3$
- Volumen absoluto del agua:  $\frac{193}{1*1000} = 0.193 m^3$
- Volumen absoluto del aire:  $\frac{1.5}{100} = 0.015 m^3$
- Volumen absoluto del agregado grueso:  $\frac{1056.16}{2.70*1000} = 0.391 m^3$

$$Va_{total} = 0.111m^3 + 0.193m^3 + 0.015m^3 + 0.391m^3 = 0.710m^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue 0.710 m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:**

- Volumen absoluto del cemento:  $\frac{324.14}{3.11 * 1000} = 0.104 m^3$
- Volumen absoluto del agua:  $\frac{181}{1 * 1000} = 0.181 m^3$
- Volumen absoluto del aire:  $\frac{1}{100} = 0.01 m^3$
- Volumen absoluto del agregado grueso:  $\frac{1127.52}{2.71 * 1000} = 0.416 m^3$

$$Va_{total} = 0.104m^3 + 0.181m^3 + 0.01m^3 + 0.416m^3 = 0.711m^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue 0.711 m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:**

- Volumen absoluto del cemento:  $\frac{302.65}{3.11 * 1000} = 0.097 m^3$
- Volumen absoluto del agua:  $\frac{169}{1 * 1000} = 0.169 m^3$
- Volumen absoluto del aire:  $\frac{0.5}{100} = 0.005 m^3$
- Volumen absoluto del agregado grueso:  $\frac{1166.68}{2.73 * 1000} = 0.427 m^3$

$$Va_{total} = 0.097m^3 + 0.169m^3 + 0.005m^3 + 0.427m^3 = 0.699m^3$$

∴ La suma de volúmenes absolutos conocidos fue 0.699 m<sup>3</sup>.

**K) Estimación del volumen del agregado fino**

Se determinó el volumen absoluto de agregado fino tras la diferencia entre la unidad y la suma de volúmenes absolutos conocidos, y seguidamente su peso es igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.694 = 0.306 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.306 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 788.88 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 788.88 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.669 = 0.331 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.331 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 853.86 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 853.86 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.700 = 0.300 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.300 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 773.13 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 773.13 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.710 = 0.290 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.290 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 747.41 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 747.41 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.711 = 0.289 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.289 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 744.89 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 744.89 kg/m<sup>3</sup>.

**Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:**

- Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.699 = 0.301 m^3$

Peso del agregado fino seco:

$$A.Fino = 0.301 m^3 * 2.58 \frac{gr}{cm^3} * 1000$$

$$A.Fino = 777.43 kg / m^3$$

Entonces la cantidad de agregado fino fue 777.43 kg/m<sup>3</sup>.

**L) Valores de diseño**

Se procedió a recopilar los datos obtenidos de los materiales para los diseños de mezclas, como se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 20**

*Resumen de los materiales secos para concreto*

| <b>Materiales de diseño secos para 1 m<sup>3</sup> (kg)</b> |             |             |             |           |               |           |
|-------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|-----------|
| <b>T.M.N.</b>                                               | <b>3/8"</b> | <b>1/2"</b> | <b>3/4"</b> | <b>1"</b> | <b>1 1/2"</b> | <b>2"</b> |
| Cemento                                                     | 408.31      | 386.82      | 367.12      | 345.63    | 324.14        | 302.65    |
| Agua de diseño                                              | 228.00      | 216.00      | 205.00      | 193.00    | 181.00        | 169.00    |
| Agregado fino seco                                          | 788.88      | 853.86      | 773.13      | 747.41    | 744.89        | 777.43    |
| Agregado grueso seco                                        | 820.30      | 816.86      | 961.12      | 1056.16   | 1127.52       | 1166.68   |

*Nota.* Datos tomados del resumen de los materiales secos para concreto de los diseños de mezcla.

En la tabla 20 se muestra los parámetros de diseño de los materiales secos para 1 m<sup>3</sup>, en cemento, agua de diseño, agregado fino y agregado grueso, para los 6 tipos de diseño según el T.M.N. del agregado grueso.

### M) Corrección por humedad del agregado

Los valores de los materiales obtenidos se corrigieron por humedad de los agregados tanto fino como grueso, con el objetivo de lograr ser utilizados para la elaboración del concreto, estableciéndose como resumen los valores de los materiales corregidos por humedad de los agregados, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 21**

*Resumen de los materiales corregidos por humedad*

| <b>Materiales de diseño corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup> (kg)</b> |             |             |             |           |               |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|-----------|
| <b>T.M.N.</b>                                                                | <b>3/8"</b> | <b>1/2"</b> | <b>3/4"</b> | <b>1"</b> | <b>1 1/2"</b> | <b>2"</b> |
| Cemento                                                                      | 408.31      | 386.82      | 367.12      | 345.63    | 324.14        | 302.65    |
| Agua de diseño                                                               | 248.16      | 237.66      | 222.52      | 215.56    | 202.57        | 187.86    |
| Agregado fino seco                                                           | 798.58      | 860.35      | 778.77      | 752.87    | 749.95        | 782.09    |
| Agregado grueso seco                                                         | 821.78      | 820.29      | 966.11      | 1058.27   | 1129.55       | 1169.48   |

*Nota.* Datos tomados del resumen de los materiales corregidos por humedad para concreto.

En la tabla 21 se muestra los parámetros de diseño de los materiales corregidos por humedad para 1 m<sup>3</sup>, en cemento, agua de diseño, agregado fino y agregado grueso, para los 6 tipos de diseño según el T.M.N. del agregado grueso (ver anexo 3).

### N) Proporcionamiento de materiales

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/8":**

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i> | <i>Ag.Fino</i> | <i>Ag.Grueso</i> | <i>Agua</i>   |
|----------------|----------------|------------------|---------------|
| <u>408.31</u>  | <u>788.88</u>  | <u>820.30</u>    | <u>228.00</u> |
| 408.31         | 408.31         | 408.31           | 9.6           |
| 1              | 1.93           | 2.01             | 23.73         |

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i> | <i>Ag.Fino</i> | <i>Ag.Grueso</i> | <i>Agua</i>   |
|----------------|----------------|------------------|---------------|
| <u>408.31</u>  | <u>798.58</u>  | <u>821.78</u>    | <u>248.16</u> |
| 408.31         | 408.31         | 408.31           | 9.6           |
| 1              | 1.96           | 2.01             | 25.83         |

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{228.00}{408.31} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{248.16}{408.31} = 0.61$

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1/2”:**

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Gruoso</i>        | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| $\frac{386.82}{386.82}$ | $\frac{853.86}{386.82}$ | $\frac{816.86}{386.82}$ | $\frac{216.00}{9.1}$ |
| 1                       | 2.21                    | 2.11                    | 23.73                |

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Gruoso</i>        | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| $\frac{386.82}{386.82}$ | $\frac{860.35}{386.82}$ | $\frac{820.29}{386.82}$ | $\frac{237.66}{9.1}$ |
| 1                       | 2.22                    | 2.12                    | 26.11                |

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{216.00}{386.82} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{237.66}{386.82} = 0.61$

**Para diseño de mezcla T.M.N. 3/4”:**

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Gruoso</i>        | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| $\frac{367.12}{367.12}$ | $\frac{773.13}{367.12}$ | $\frac{961.12}{367.12}$ | $\frac{205.00}{8.6}$ |
| 1                       | 2.11                    | 2.62                    | 23.73                |

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>        | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| $\frac{367.12}{367.12}$ | $\frac{778.77}{367.12}$ | $\frac{966.11}{367.12}$ | $\frac{222.52}{8.6}$ |
| 1                       | 2.12                    | 2.63                    | 25.76                |

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{205.00}{367.12} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{222.52}{367.12} = 0.61$

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1”:**

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{345.63}{345.63}$ | $\frac{747.41}{345.63}$ | $\frac{1056.16}{345.63}$ | $\frac{193.00}{8.1}$ |
| 1                       | 2.16                    | 3.06                     | 23.73                |

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{345.63}{345.63}$ | $\frac{752.87}{345.63}$ | $\frac{1058.27}{345.63}$ | $\frac{215.56}{8.1}$ |
| 1                       | 2.18                    | 3.06                     | 26.51                |

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{193.00}{345.63} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{215.56}{345.63} = 0.62$

**Para diseño de mezcla T.M.N. 1 1/2”:**

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{324.14}{324.14}$ | $\frac{744.89}{324.14}$ | $\frac{1127.52}{324.14}$ | $\frac{181.00}{7.6}$ |

1 : 2.30 : 3.48 : 23.73

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{324.14}{324.14}$ | $\frac{749.95}{324.14}$ | $\frac{1129.55}{324.14}$ | $\frac{202.57}{7.6}$ |

1 : 2.31 : 3.48 : 26.56

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{193.00}{345.63} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{215.56}{345.63} = 0.62$

#### Para diseño de mezcla T.M.N. 2”:

- Proporcionamiento en peso seco por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{302.65}{302.65}$ | $\frac{777.43}{302.65}$ | $\frac{1166.68}{302.65}$ | $\frac{169.00}{7.1}$ |

1 : 2.57 : 3.85 : 23.73

- Proporcionamiento en peso húmedo por bolsa:

| <i>Cemento</i>          | <i>Ag.Fino</i>          | <i>Ag.Grueso</i>         | <i>Agua</i>          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| $\frac{302.65}{302.65}$ | $\frac{782.09}{302.65}$ | $\frac{1169.48}{302.65}$ | $\frac{187.86}{7.1}$ |

1 : 2.58 : 3.86 : 26.38

También, se determinó la relación agua cemento, en función al factor cemento:

- Relación agua cemento de diseño:  $\frac{169.00}{302.65} = 0.56$
- Relación agua cemento efectiva:  $\frac{187.86}{302.65} = 0.62$

### O) Pesos para una bolsa de cemento

Se calculó la cantidad de materiales que se utilizaron para una bolsa de cemento, que influyen en las proporciones en peso corregidas por humedad del agregado y la bolsa de cemento:

#### Para elaboración de concreto - T.M.N. 3/8”:

|                        |                                            |
|------------------------|--------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$    |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $1.96 * 42.5 = 83.12 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $2.01 * 42.5 = 85.54 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $25.83 \text{ lt / bolsa}$               |

#### Para elaboración de concreto - T.M.N. 1/2”:

|                        |                                            |
|------------------------|--------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$    |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $2.22 * 42.5 = 94.53 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $2.12 * 42.5 = 90.13 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $26.11 \text{ lt / bolsa}$               |

#### Para elaboración de concreto - T.M.N. 3/4”:

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$     |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $2.12 * 42.5 = 90.16 \text{ kg / bolsa}$  |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $2.63 * 42.5 = 111.84 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $25.76 \text{ lt / bolsa}$                |

#### Para elaboración de concreto - T.M.N. 1”:

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$     |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $2.18 * 42.5 = 92.58 \text{ kg / bolsa}$  |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $3.06 * 42.5 = 130.13 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $26.51 \text{ lt / bolsa}$                |

#### Para elaboración de concreto - T.M.N. 1 1/2”:

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$     |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $2.31 * 42.5 = 98.33 \text{ kg / bolsa}$  |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $3.48 * 42.5 = 148.10 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $26.56 \text{ lt / bolsa}$                |

**Para elaboración de concreto - T.M.N. 2”:**

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| <i>Cemento</i>         | : $1 * 42.5 = 42.50 \text{ kg / bolsa}$     |
| <i>Agregado Fino</i>   | : $2.58 * 42.5 = 109.83 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agregado Grueso</i> | : $3.86 * 42.5 = 164.23 \text{ kg / bolsa}$ |
| <i>Agua efectiva</i>   | : $26.38 \text{ lt / bolsa}$                |

**2.10.4. Elaboración del concreto**

**2.10.4.1. Materiales**

- Cemento Portland Tipo 1.
- Agua potable.
- Agregado fino del almacén de “M. Olano”.
- Agregado grueso de la cantera de agregados “Arenera Jaén”.

**2.10.4.2. Equipos e instrumentos**

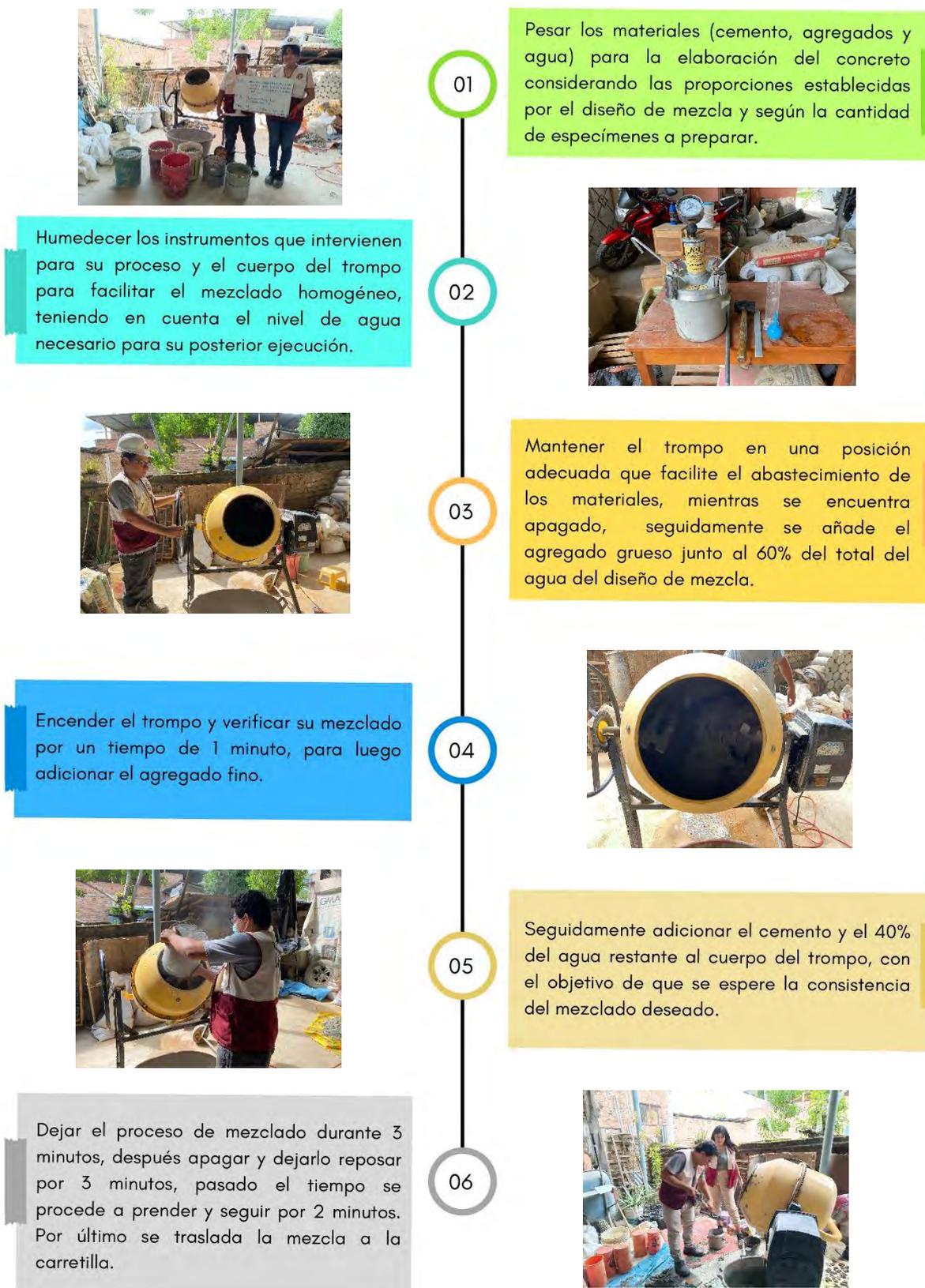
- Olla washington.
- Balanza con capacidad 30 kg y una precisión 1 gr.
- Mezcladora de 360 kg
- Cono Slump Abrams
- Termómetro con exactitud de  $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Carretilla buggy
- Flexómetro
- Varilla de apisonado de 16 mm.
- Martillo de goma
- Moldes cilíndricos para los especímenes.

**2.10.4.3. Procedimiento**

Se realizó el proceso de elaboración del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para cada tipo de T.M.N. del agregado grueso siendo para 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1”, 1 1/2” y 2”, los cuales se ejecutaron en distintos días y se llevó a cabo el procedimiento de la siguiente manera:

Figura 22

Procedimiento para la elaboración del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



*Nota.* La figura muestra el procedimiento para la elaboración del concreto y la aplicación de los ensayos.

### 2.10.5. Ensayos en concreto fresco

Se realizaron diferentes ensayos de laboratorio para concreto con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales se ejecutaron para cada diseño de mezcla, es decir, por cada T.M.N. del agregado grueso siendo 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2" con el objetivo de evaluar el comportamiento de parámetros, en este caso, la variación del porcentaje de aire atrapado aplicado por el método de presión, así también como ensayos complementarios que determinaron sus propiedades del concreto siendo la trabajabilidad del concreto por medio del ensayo de asentamiento – Slump, peso unitario del concreto, temperatura y elaboración de especímenes de concreto; como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 22**

*Ensayos de concreto en estado fresco*

| Ensayos en concreto fresco                                        | Referencia | Normativa |
|-------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| Asentamiento del concreto (Slump)                                 | NTP        | 339.035   |
| Peso unitario y rendimiento                                       | NTP        | 339.046   |
| Temperatura de mezclas de concreto                                | NTP        | 339.184   |
| Contenido de aire en el concreto fresco método de presión         | NTP        | 339.083   |
| Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio | NTP        | 339.183   |

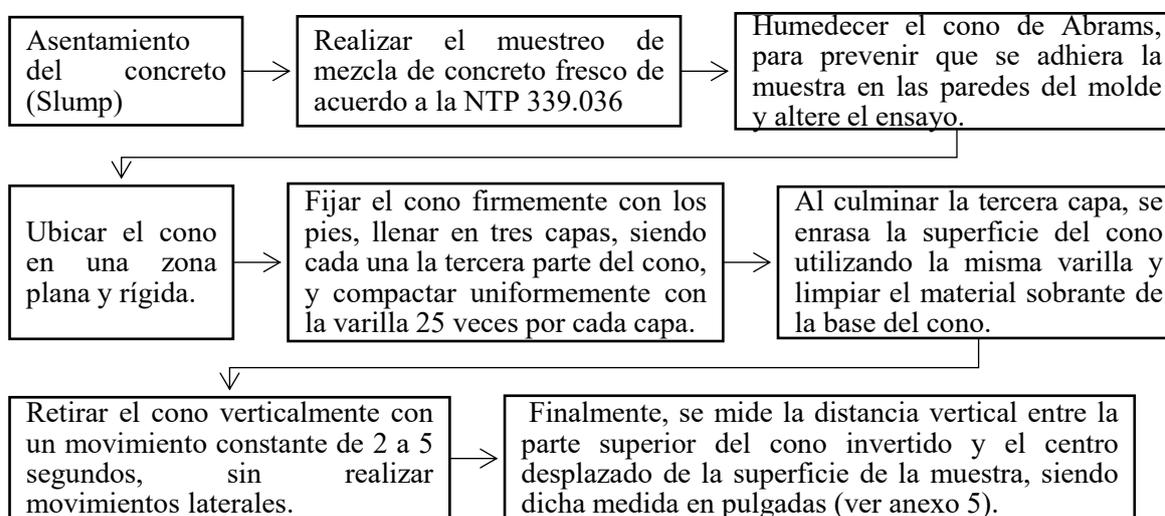
*Nota.* Ensayos tomados referente al NTP.

En la tabla 22 se muestra los ensayos en concreto fresco siguiendo el procedimiento de acuerdo a la normativa vigente, para obtener resultados confiables.

#### 2.10.5.1. Asentamiento del concreto (Slump)

**Figura 23**

*Procedimiento para establecer el asentamiento (Slump)*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.035.

**Figura 24**

*Procedimiento para establecer el asentamiento (Slump)*

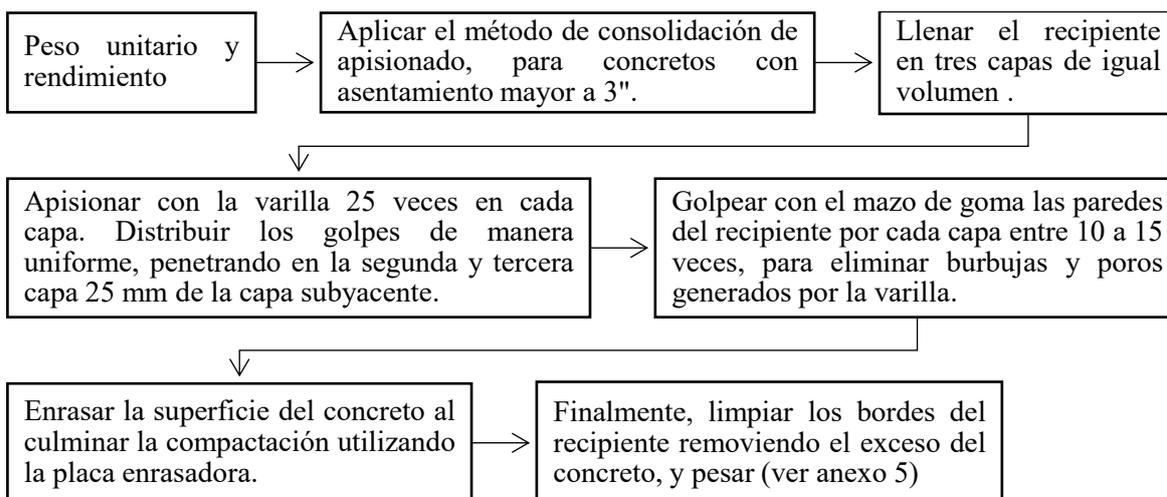


*Nota.* La figura muestra la medición del asentamiento del concreto. Fuente: Normativa NTP 339.035.

### 2.10.5.2. Peso unitario y rendimiento

**Figura 25**

*Procedimiento para el peso unitario y rendimiento del concreto*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.046.

**Figura 26**

*Peso unitario y rendimiento del concreto*



*Nota.* La figura muestra el peso unitario del concreto. Fuente: Normativa NTP 339.046.

### Cálculos:

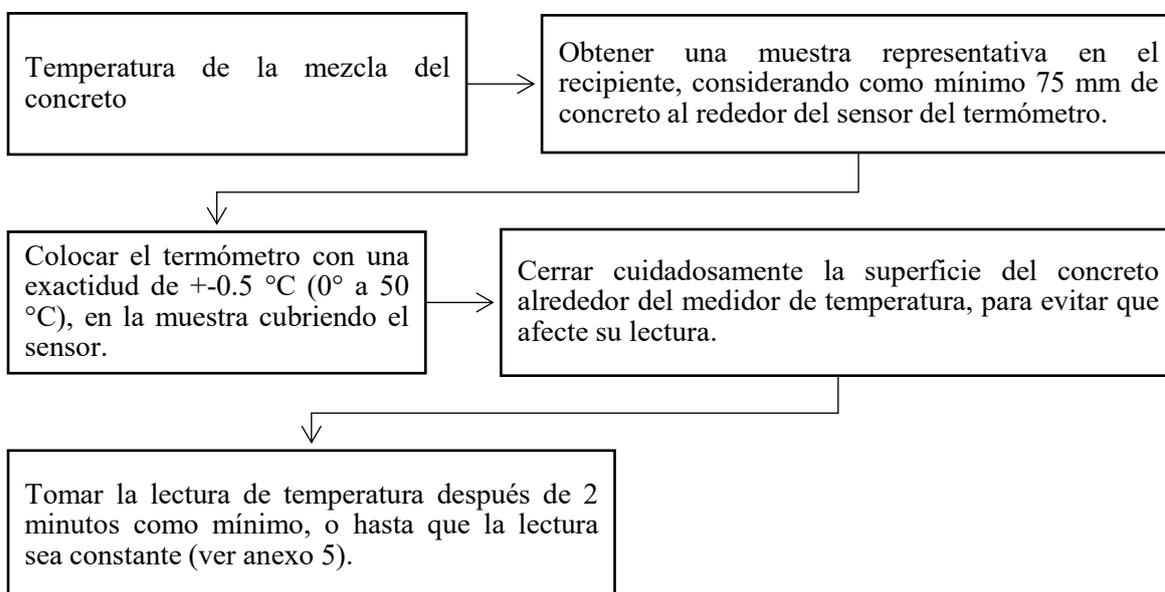
El peso unitario (densidad) en  $\text{kg/m}^3$  del concreto en estado fresco se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Masa del molde lleno de concreto} - \text{Masa del molde vacío}}{\text{Volumen del molde}}$$

### 2.10.5.3. Temperatura de mezclas de concreto

#### Figura 27

*Procedimiento para determinar la temperatura de la mezcla del concreto*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.184.

#### Figura 28

*Determinación de la temperatura del concreto*

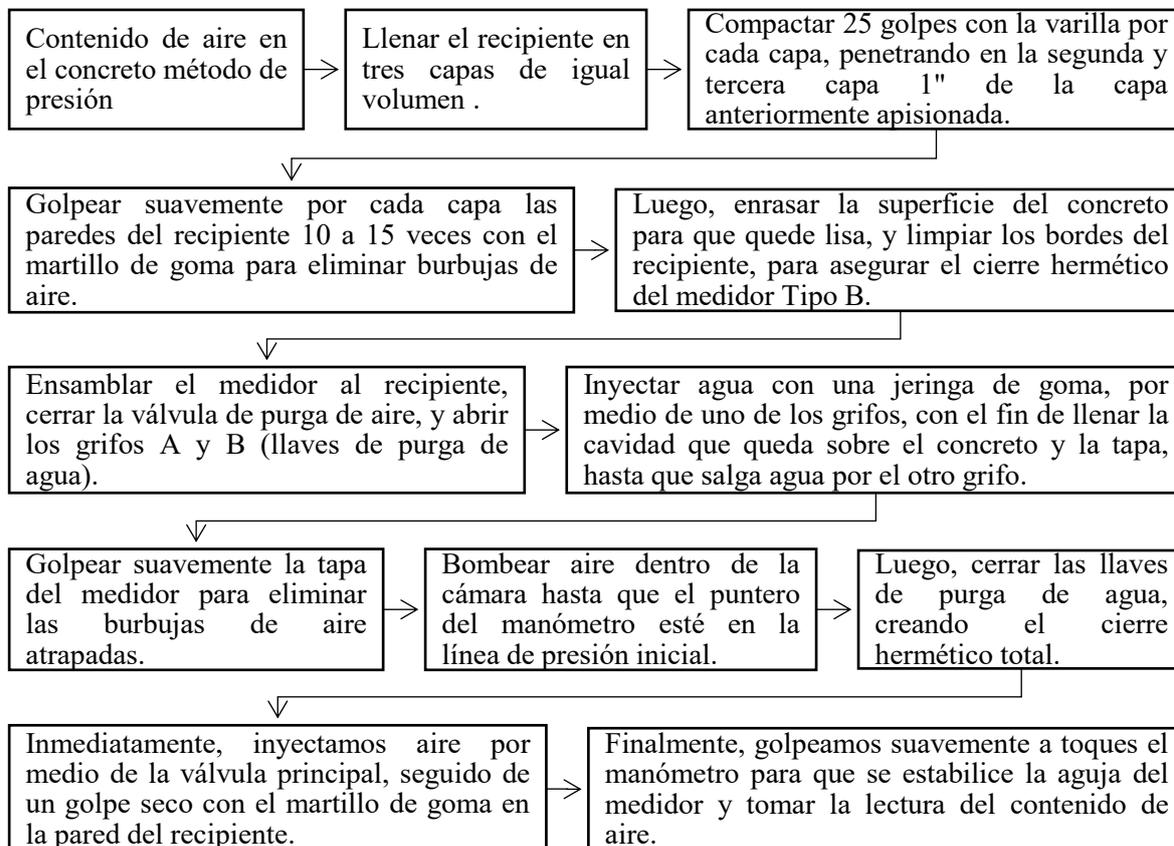


*Nota.* La figura muestra la medición de la temperatura del concreto. Fuente: Normativa NTP 339.184.

### 2.10.5.4. Contenido de aire en el concreto fresco método de presión

**Figura 29**

*Procedimiento del contenido de aire por el método de presión*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.083.

**Figura 30**

*Medición del aire atrapado del concreto*

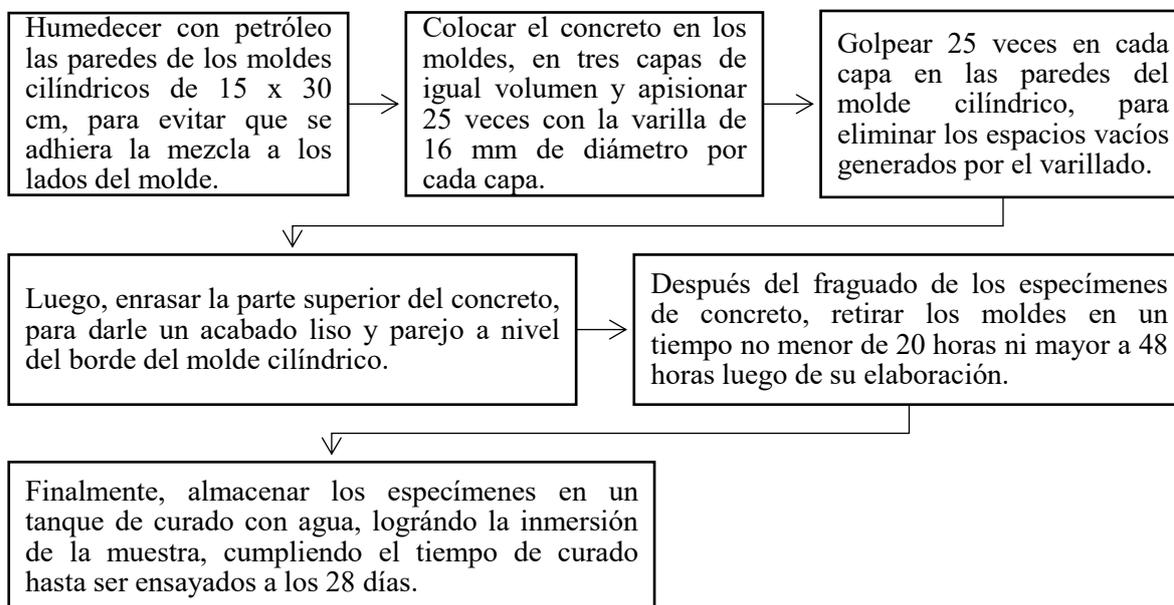


*Nota.* La figura muestra la medición del aire atrapado del concreto. Fuente: Normativa NTP 339.083.

### 2.10.5.5. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

**Figura 31**

*Procedimiento de elaboración y curado de especímenes de concreto*



*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.183.

**Figura 32**

*Elaboración y curado de los testigos de concreto*



*Nota.* La figura muestra el proceso de elaboración y curado de los especímenes de concreto. Fuente: Normativa NTP 339.183.

### 2.10.6. Ensayos en concreto endurecido

Los ensayos de concreto endurecido se basaron de acuerdo a la normativa vigente, como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 23***Ensayo de concreto en estado endurecido*

| Ensayos en concreto endurecido                   | Referencia | Normativa |
|--------------------------------------------------|------------|-----------|
| Resistencia a la compresión testigos cilíndricos | NTP        | 339.034   |

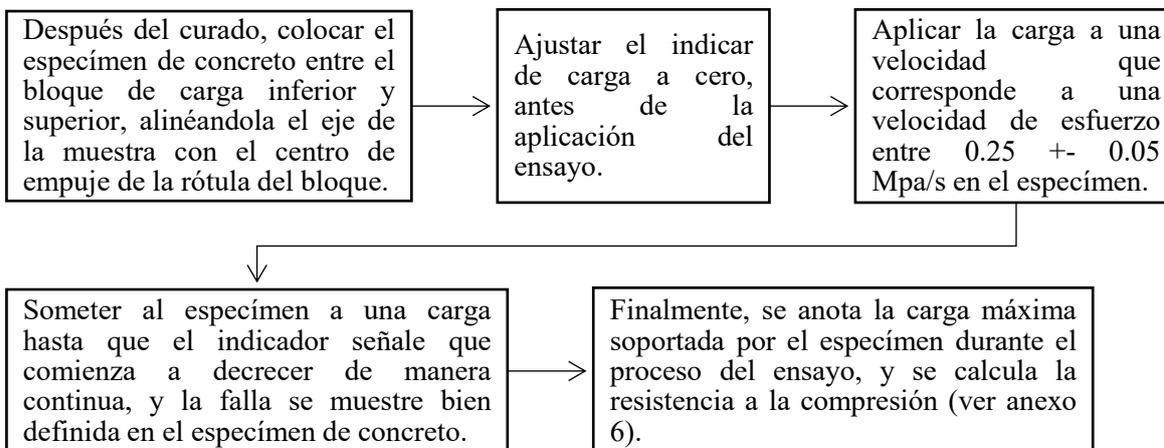
*Nota.* Ensayos tomados referente al NTP.

En la tabla 23 se muestra el ensayo en concreto endurecido siguiendo el procedimiento de acuerdo a la normativa vigente, para obtener resultados confiables.

### 2.10.6.1. Resistencia a la compresión testigos cilíndricos

#### NTP 339.034

Luego del proceso de curado, los especímenes de concreto se sometieron a la aplicación de una carga axial de compresión a una velocidad determinada hasta que se presente la falla, lo cual la resistencia a la compresión del testigo es la división de la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal del espécimen, ensayado a los 28 días de edad.

**Figura 33***Procedimiento de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos*

*Nota.* La figura muestra el proceso de ejecución del ensayo. Fuente: Normativa NTP 339.034.

**Figura 34***Resistencia a la compresión de los testigos de concreto*

*Nota.* La figura muestra la rotura de especímenes de concreto. Fuente: Normativa NTP 339.183.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Variación del porcentaje de aire atrapado en función al T.M.N. para diseño de mezclas del concreto en la ciudad de Jaén

Se obtuvieron porcentajes medidos de aire atrapado para T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" de 2.78%, 2.30%, 1.78%, 1.53%, 0.90%, 0.45% disminuyendo el 7.33%, 8.00%, 11.00%, 2.00%, 10.00%, 10.00%, con respecto al 3.00%, 2.50%, 2.00%, 1.50%, 1.00%, 0.50% como condición de diseño respectivamente; reflejando variaciones con respecto a la tabla del Método ACI - 211.

#### 3.2. Propiedades de los agregados para un diseño ACI

##### 3.2.1. Contenido de humedad de los agregados

Para la elaboración del concreto por cada T.M.N. del agregado grueso se obtuvo la humedad de los agregados, siendo:

**Tabla 24**

*Contenido de humedad del agregado fino y grueso*

| Contenido de humedad |        |        |        |        |        |        |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Agregado fino        |        |        |        |        |        |        |
| MUESTRA              | M - 01 | M - 02 | M - 03 | M - 04 | M - 05 | M - 06 |
| Humedad %            | 1.23   | 0.76   | 0.73   | 0.73   | 0.68   | 0.60   |
| Agregado grueso      |        |        |        |        |        |        |
| T.M.N.               | 3/8"   | 1/2"   | 3/4"   | 1"     | 1 1/2" | 2"     |
| Humedad %            | 0.18   | 0.42   | 0.52   | 0.2    | 0.18   | 0.24   |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de contenido de humedad de los agregados.

En la tabla 24 se muestra contenidos de humedad que oscilan de 1.23% a 0.60% para el agregado grueso y de 0.18% a 0.24% para el agregado fino.

##### 3.2.2. Granulometría de los agregados

**Tabla 25**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

| Análisis Granulométrico del agregado fino (NTP. 400.012) |              |                    |                  |                    |          |            |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Agregado fino (arena)                                    |              |                    | Arena zarandeada |                    |          |            |
| Tamices ASTM                                             | Abertura mm. | Peso retenido (gr) | %                |                    |          | Graduación |
|                                                          |              |                    | Retenido parcial | Retenido acumulado | Que pasa |            |
| 3/8"                                                     | 9.525        |                    |                  |                    | 100.00   | 100.00     |
| 1/4"                                                     | 6.350        | 7.17               | 1.43             | 1.43               | 98.57    |            |
| Nro 4                                                    | 4.760        | 7.61               | 1.52             | 2.96               | 97.04    | 95 100     |
| Nro 8                                                    | 2.380        | 29.45              | 5.89             | 8.85               | 91.15    | 80 100     |

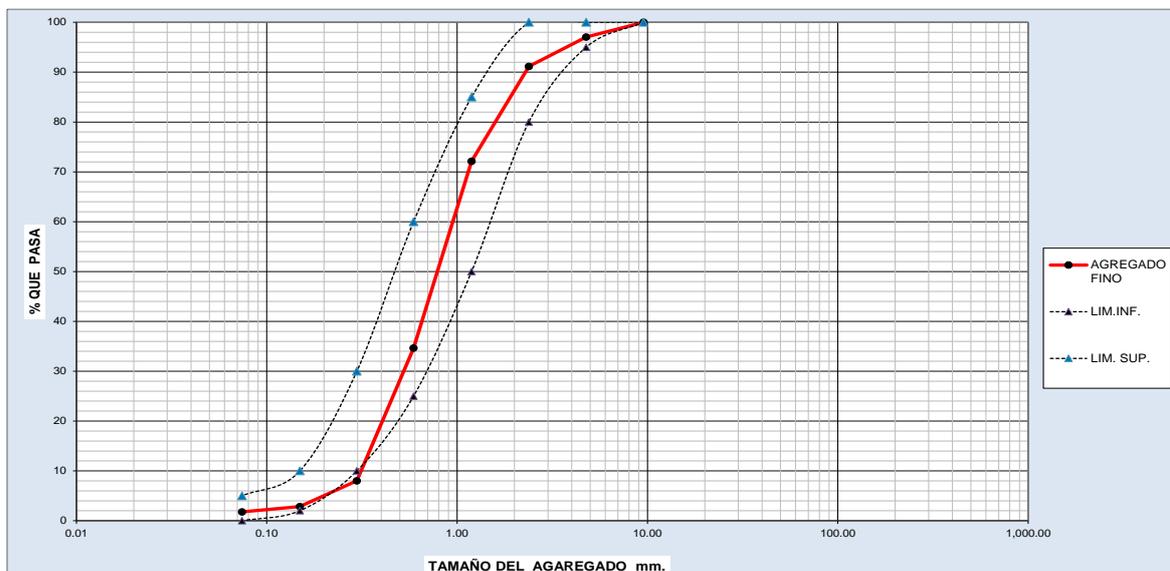
|                              |        |       |        |        |       |      |    |
|------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|------|----|
| Nro 10                       | 2.000  | 13.64 | 2.73   | 11.57  | 88.43 |      |    |
| Nro 16                       | 1.190  | 81.46 | 16.29  | 27.87  | 72.13 | 50   | 85 |
| Nro 20                       | 0.840  | 95.63 | 19.13  | 46.99  | 53.01 |      |    |
| Nro 30                       | 0.590  | 91.88 | 18.38  | 65.37  | 34.63 | 25   | 60 |
| Nro 40                       | 0.420  | 84.07 | 16.81  | 82.18  | 17.82 |      |    |
| Nro 50                       | 0.297  | 49.03 | 9.81   | 91.99  | 8.01  | 10   | 30 |
| Nro 60                       | 0.250  | 22.56 | 4.51   | 96.50  | 3.50  |      |    |
| Nro 100                      | 0.149  | 3.32  | 0.66   | 97.16  | 2.84  | 2    | 10 |
| Nro 200                      | 0.074  | 5.30  | 1.06   | 98.22  | 1.78  | 0    | 5  |
| Bandeja                      |        | 8.21  | 1.78   | 100.00 | 0.00  |      |    |
| <b>TOTAL</b>                 |        |       |        |        |       |      |    |
| PESO INC.                    | 500.00 |       | 100.00 |        |       |      |    |
| <b>MÓDULO DE FINEZA (mf)</b> |        |       |        |        |       | 2.94 |    |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.

En la tabla 25 se muestra un módulo de fineza de 2.94 cumpliendo con el rango aceptable de 2.3 a 3.1 según lo indicado en la NTP. 400.037, calificando como un material fino bien graduado.

**Figura 35**

*Curva granulométrica del agregado fino*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado fino.

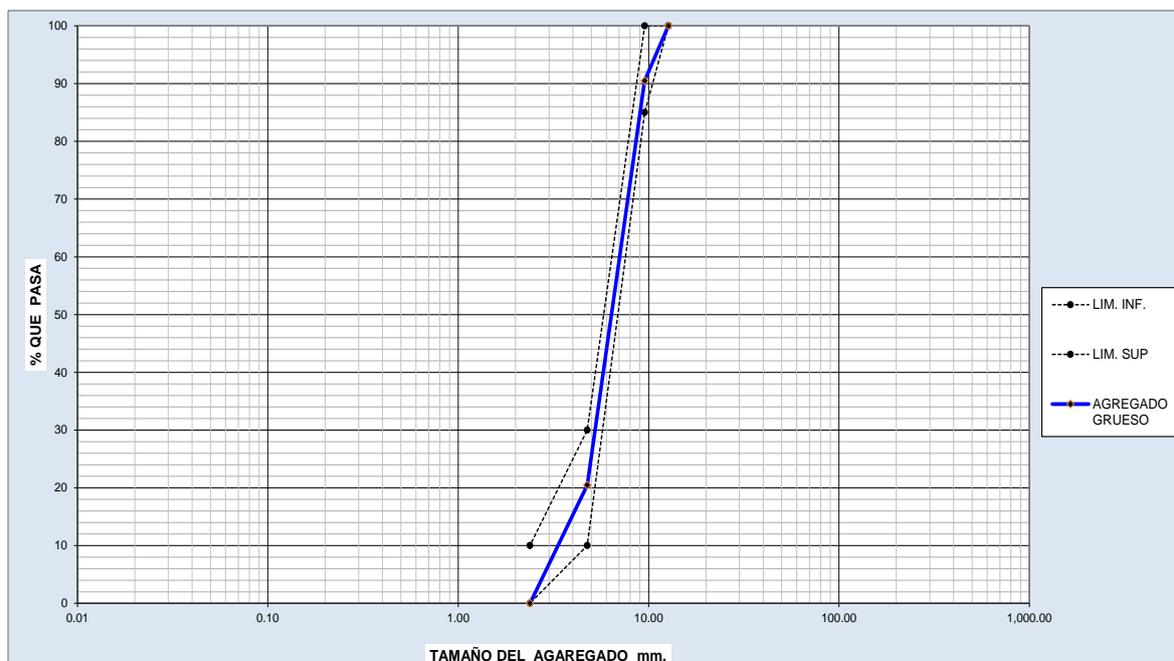
En la figura 35 se observa que la curva granulométrica se ubicó dentro de los límites del huso granulométrico respecto al NTP 400.037, desde el tamiz 3/8" al pasar el 100% del agregado fino con huso de 100, hasta el tamiz N° 200 al pasar 1.78% con el huso de 0 a 5.

**Tabla 26***Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 3/8"*

| <b>Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012)</b> |                 |                    |                  |                    |          |            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                           |                 |                    | T.M.N. 3/8"      |                    |          |            |
| Tamices ASTM                                                      | Abertura mm.    | Peso retenido (gr) | %                |                    | Que pasa | Graduación |
|                                                                   |                 |                    | Retenido parcial | Retenido acumulado |          |            |
| 3"                                                                | 76.200          |                    |                  |                    |          |            |
| 2"                                                                | 50.800          |                    |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"                                                            | 38.100          |                    |                  |                    |          |            |
| 1"                                                                | 25.400          |                    |                  |                    |          |            |
| 3/4"                                                              | 19.050          |                    |                  |                    |          |            |
| 1/2"                                                              | 12.700          |                    |                  |                    | 100.00   | 100        |
| 3/8"                                                              | 9.525           | 130.00             | 9.52             | 9.52               | 90.48    | 85 100     |
| 1/4"                                                              | 6.350           | 558.00             | 40.85            | 50.37              | 49.63    |            |
| Nro 4                                                             | 4.760           | 398.00             | 29.14            | 79.50              | 20.50    | 10 30      |
| Nro 8                                                             | 2.380           | 280.00             | 20.50            | 100.0              | 0.00     | 0 10       |
| <b>TOTAL</b>                                                      |                 |                    |                  |                    |          |            |
| PESO NC.                                                          | <b>1,366.00</b> | 1,366.00           | 100.00           |                    |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 3/8".

En la tabla 26 se muestra que en el tamiz de 1/2" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 3/8" pasó el 90.48% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 85 a 100.

**Figura 36***Curva granulométrica del agregado grueso 3/8" - Huso 8*

*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 36 se observa que para el T.M.N. 3/8" la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 8.

**Tabla 27**

*Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1/2"*

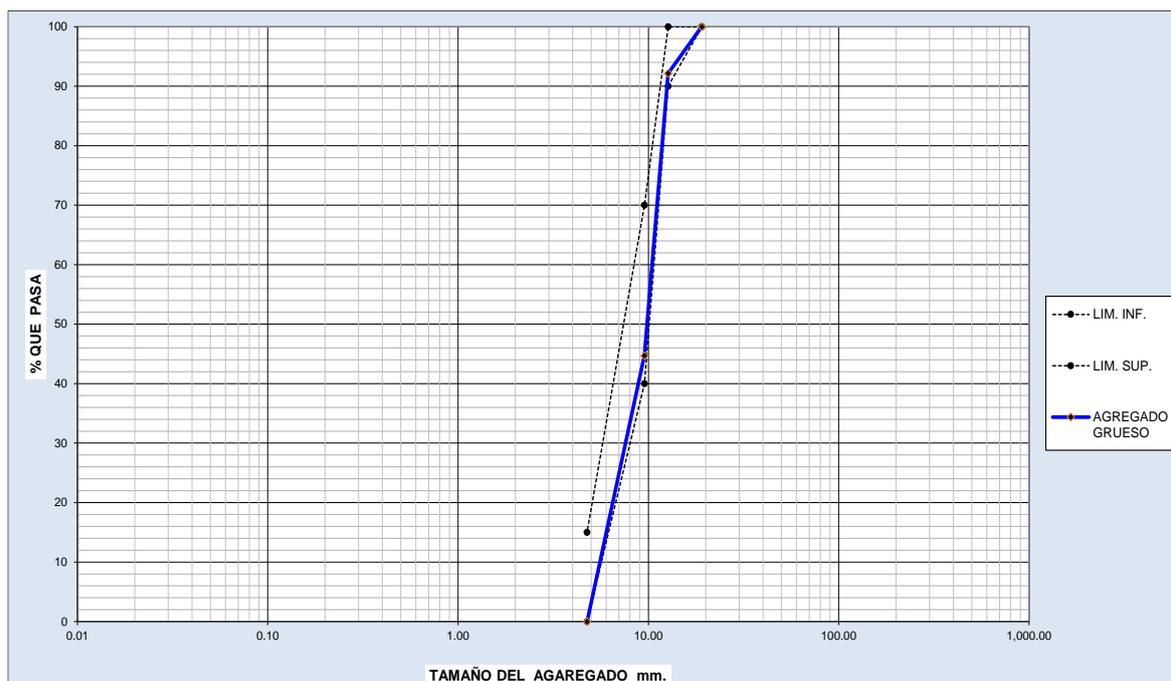
| Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012) |                 |                    |                  |                    |          |            |
|------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                    |                 |                    | T.M.N. 1/2"      |                    |          |            |
| Tamices ASTM                                               | Abertura mm.    | Peso retenido (gr) | %                |                    | Que pasa | Graduación |
|                                                            |                 |                    | Retenido parcial | Retenido acumulado |          |            |
| 3"                                                         | 76.200          |                    |                  |                    |          |            |
| 2"                                                         | 50.800          |                    |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"                                                     | 38.100          |                    |                  |                    |          |            |
| 1"                                                         | 25.400          |                    |                  |                    |          |            |
| 3/4"                                                       | 19.050          |                    |                  |                    | 100.00   | 100        |
| 1/2"                                                       | 12.700          | 228.00             | 7.84             | 7.84               | 92.16    | 90 100     |
| 3/8"                                                       | 9.525           | 1380.00            | 47.46            | 55.30              | 44.70    | 40 70      |
| 1/4"                                                       | 6.350           | 798.00             | 27.44            | 82.74              | 17.26    |            |
| Nro 4                                                      | 4.760           | 502.00             | 17.26            | 100.00             | 0.00     | 0 15       |
| <b>TOTAL</b>                                               |                 |                    |                  |                    |          |            |
| PESO NC.                                                   | <b>2,908.00</b> | 2,908.00           | 100.00           |                    |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 1/2".

En la tabla 27 se muestra que en el tamiz de 3/4" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 1/2" pasó el 92.16% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 90 a 100.

**Figura 37**

*Curva granulométrica del agregado grueso 1/2" - Huso 7*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 37 se observa que para el T.M.N. 1/2" la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 7.

**Tabla 28**

*Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 3/4"*

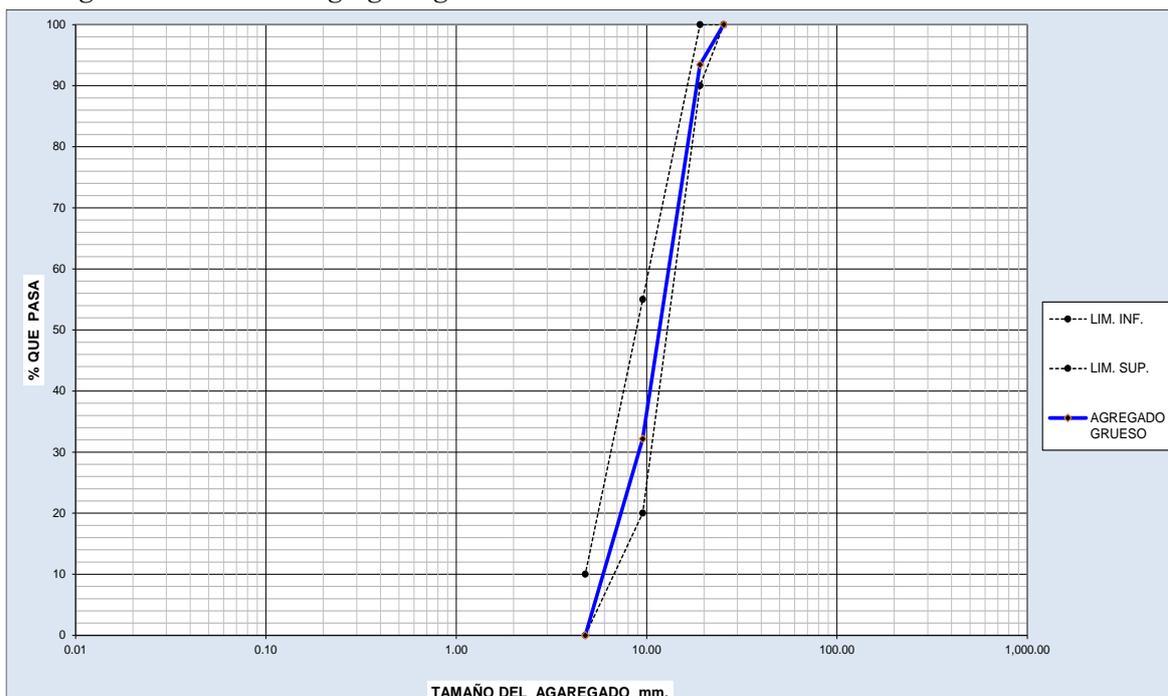
| <b>Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012)</b> |                 |                       |                     |                       |          |            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                           |                 |                       | T.M.N. 3/4"         |                       |          |            |
| Tamices<br>ASTM                                                   | Abertura<br>mm. | Peso retenido<br>(gr) | %                   |                       | Que pasa | Graduación |
|                                                                   |                 |                       | Retenido<br>parcial | Retenido<br>acumulado |          |            |
| 3"                                                                | 76.200          |                       |                     |                       |          |            |
| 2"                                                                | 50.800          |                       |                     |                       |          |            |
| 1 1/2"                                                            | 38.100          |                       |                     |                       |          |            |
| 1"                                                                | 25.400          |                       |                     |                       | 100.00   | 100        |
| 3/4"                                                              | 19.050          | 350.00                | 6.58                | 6.58                  | 93.42    | 90 100     |
| 1/2"                                                              | 12.700          | 1960.00               | 36.84               | 43.42                 | 56.58    |            |
| 3/8"                                                              | 9.525           | 1300.00               | 24.44               | 67.86                 | 32.14    | 20 55      |
| 1/4"                                                              | 6.350           | 960.00                | 18.05               | 85.90                 | 14.10    |            |
| Nro 4                                                             | 4.760           | 750.00                | 14.10               | 100.00                | 0.00     | 0 10       |
| <b>TOTAL</b>                                                      |                 |                       |                     |                       |          |            |
| PESO NC.                                                          | <b>5,320.00</b> | 5,320.00              | 100.00              |                       |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 3/4".

En la tabla 28 se muestra que en el tamiz de 1" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 3/4" pasó el 93.42% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 90 a 100.

**Figura 38**

*Curva granulométrica del agregado grueso 3/4" - Huso 67*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 38 se observa que para el T.M.N. 3/4" la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 67.

**Tabla 29**

*Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1"*

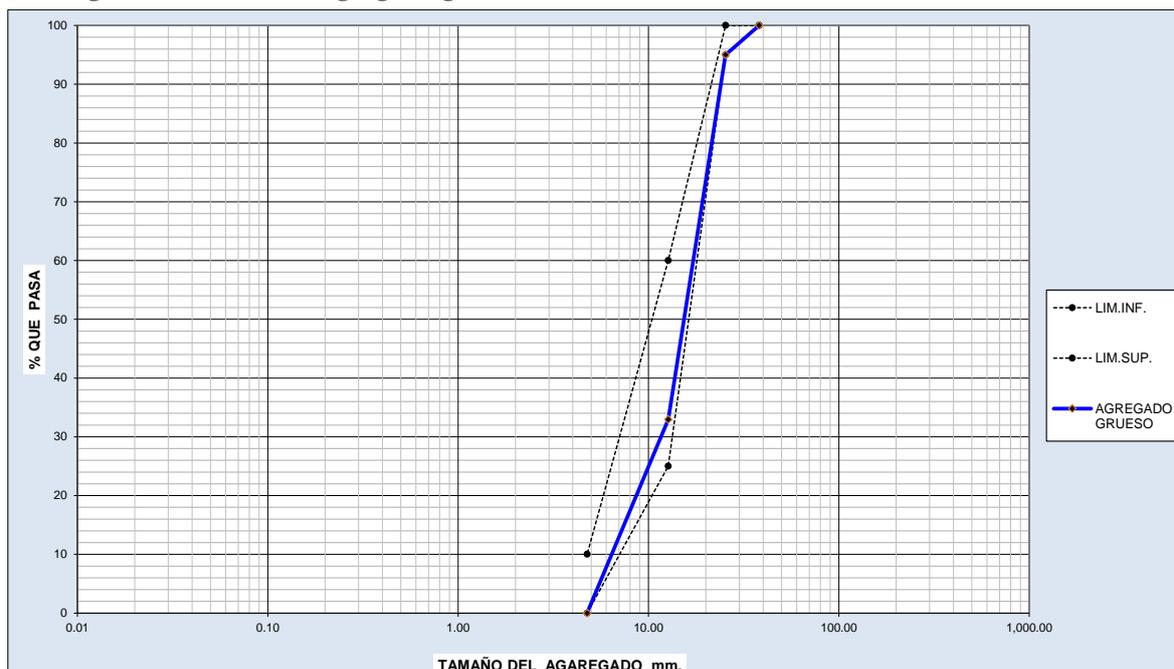
| <b>Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012)</b> |              |                    |                  |                    |          |            |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                           |              |                    | T.M.N. 1"        |                    |          |            |
| Tamices ASTM                                                      | Abertura mm. | Peso retenido (gr) | %                |                    | Que pasa | Graduación |
|                                                                   |              |                    | Retenido parcial | Retenido acumulado |          |            |
| 3"                                                                | 76.200       |                    |                  |                    |          |            |
| 2"                                                                | 50.800       |                    |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"                                                            | 38.100       |                    |                  |                    | 100.00   | 100.00     |
| 1"                                                                | 25.400       | 524.00             | 5.00             | 5.00               | 95.00    | 95 100     |
| 3/4"                                                              | 19.050       | 3220.00            | 30.74            | 35.74              | 64.26    |            |
| 1/2"                                                              | 12.700       | 3280.00            | 31.31            | 67.05              | 32.95    | 25 60      |
| 3/8"                                                              | 9.525        | 1275.00            | 12.17            | 79.23              | 20.77    |            |
| 1/4"                                                              | 6.350        | 1129.00            | 10.78            | 90.00              | 10.00    |            |
| Nro 4                                                             | 4.760        | 1047.00            | 10.00            | 100.00             | 0.00     | 0 10       |
| <b>TOTAL</b>                                                      |              |                    |                  |                    |          |            |
| <b>PESO INC. 10,475.00</b>                                        |              | <b>10,475.00</b>   |                  |                    |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 1".

En la tabla 29 se muestra que en el tamiz de 1 1/2" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 1" pasó el 95.00% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 95 a 100.

**Figura 39**

*Curva granulométrica del agregado grueso 1" - Huso 57*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 39 se observa que para el T.M.N. 1" la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 57.

**Tabla 30**

*Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 1 1/2"*

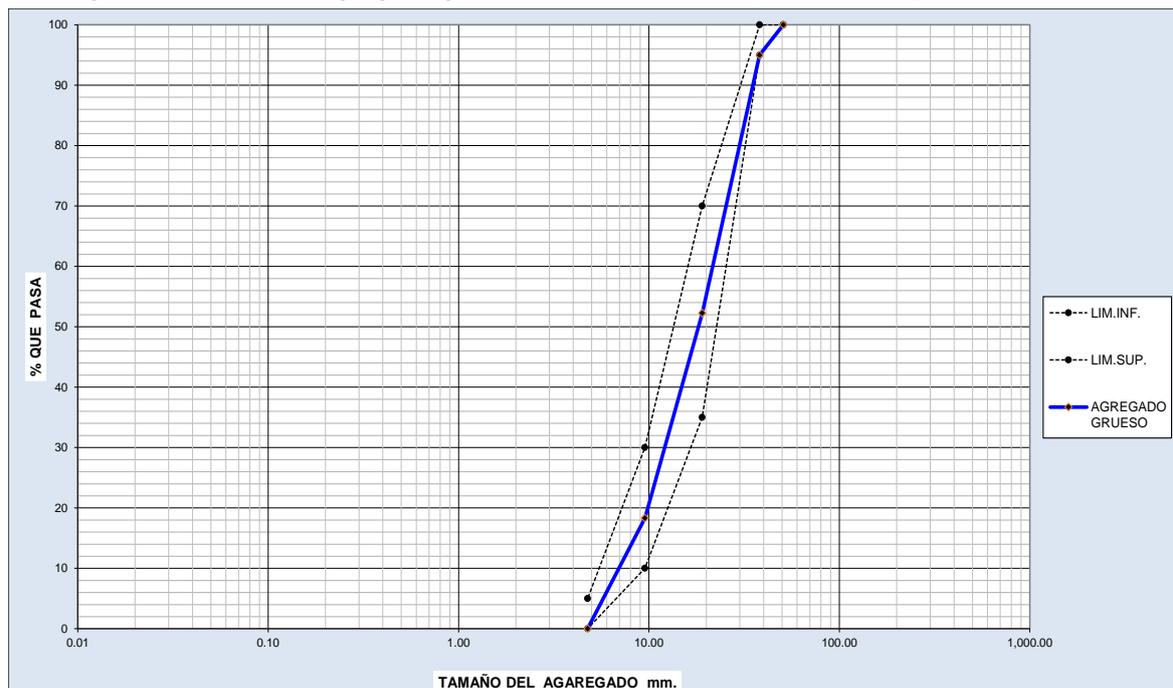
| <b>Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012)</b> |              |                    |                  |                    |          |            |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                           |              |                    | T.M.N. 1 1/2"    |                    |          |            |
| Tamices ASTM                                                      | Abertura mm. | Peso retenido (gr) | %                |                    | Que pasa | Graduación |
|                                                                   |              |                    | Retenido parcial | Retenido acumulado |          |            |
| 3"                                                                | 76.200       |                    |                  |                    |          |            |
| 2"                                                                | 50.800       |                    |                  |                    | 100.00   | 100 100    |
| 1 1/2"                                                            | 38.100       | 753.00             | 5.00             | 5.00               | 95.00    | 95 100     |
| 1"                                                                | 25.400       | 3341.00            | 22.18            | 27.18              | 72.82    |            |
| 3/4"                                                              | 19.050       | 3097.00            | 20.56            | 47.75              | 52.25    | 35 70      |
| 1/2"                                                              | 12.700       | 2970.00            | 19.72            | 67.47              | 32.53    |            |
| 3/8"                                                              | 9.525        | 2139.00            | 14.20            | 81.67              | 18.33    | 10 30      |
| 1/4"                                                              | 6.350        | 1780.00            | 11.82            | 93.49              | 6.51     |            |
| Nro 4                                                             | 4.760        | 980.00             | 6.51             | 100.00             | 0.00     | 0 5        |
| <b>TOTAL</b>                                                      |              |                    |                  |                    |          |            |
| <b>PESO INC. 15,060.00</b>                                        |              | 15,060.00          |                  |                    |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 1 1/2".

En la tabla 30 se muestra que en el tamiz de 2" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 1 1/2" pasó el 95.00% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 95 a 100.

**Figura 40**

*Curva granulométrica del agregado grueso 1 1/2" - Huso 467 (NTP 400.037)*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 40 se observa que para el T.M.N. 1 1/2" la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 467.

**Tabla 31**

*Análisis granulométrico del agregado grueso T.M.N. 2"*

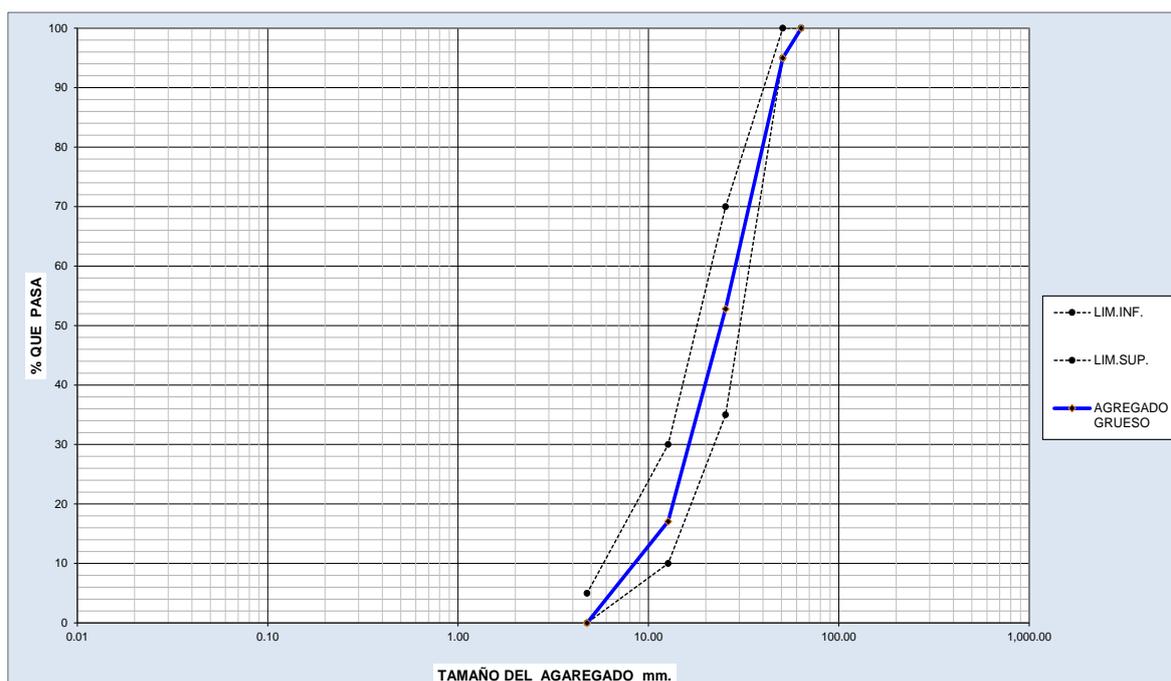
| <b>Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP. 400.012)</b> |              |                       |                     |                       |          |            |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|------------|
| Agregado grueso (Grava)                                           |              |                       | T.M.N. 2"           |                       |          |            |
| Tamices<br>ASTM                                                   | Abertura mm. | Peso retenido<br>(gr) | %                   |                       |          | Graduación |
|                                                                   |              |                       | Retenido<br>parcial | Retenido<br>acumulado | Que pasa |            |
| 2.5"                                                              | 63.500       |                       |                     |                       | 100.00   | 100        |
| 2"                                                                | 50.800       | 1007.00               | 5.00                | 5.00                  | 95.00    | 95 100     |
| 1 1/2"                                                            | 38.100       | 4513.00               | 22.40               | 27.39                 | 72.61    |            |
| 1"                                                                | 25.400       | 3995.00               | 19.83               | 47.22                 | 52.78    | 35 70      |
| 3/4"                                                              | 19.050       | 3703.00               | 18.38               | 65.60                 | 34.40    |            |
| 1/2"                                                              | 12.700       | 3494.00               | 17.34               | 82.94                 | 17.06    | 10 30      |
| 3/8"                                                              | 9.525        | 1423.00               | 7.06                | 90.00                 | 10.00    |            |
| 1/4"                                                              | 6.350        | 1008.00               | 5.00                | 95.00                 | 5.00     |            |
| Nro 4                                                             | 4.760        | 1007.00               | 5.00                | 100.00                | 0.00     | 0 5        |
| <b>TOTAL</b>                                                      |              |                       |                     |                       |          |            |
| <b>PESO INC.</b>                                                  |              | <b>20,150.00</b>      | 20,150.00           |                       |          |            |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso para T.MN. 2".

En la tabla 31 se muestra que en el tamiz de 2.5" pasó el 100% del agregado grueso y el tamiz de 2" pasó el 95.00% cumpliendo con el rango del huso granulométrico de 95 a 100.

**Figura 41**

*Curva granulométrica del agregado grueso 2" - Huso 357 (NTP 400.037)*



*Nota.* La figura muestra la curva granulométrica dentro del huso granulométrico del agregado grueso.

En la figura 41 se observa que para el T.M.N. 2'' la curva granulométrica se ubica dentro de los límites establecidos por el huso granulométrico N° 357.

### 3.2.3. Peso específico y absorción de los agregados

**Tabla 32**

*Gravedad específica y absorción del agregado fino*

| <b>Gravedad específica y absorción del agregado fino (NTP 400.022)</b> |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| Peso Específico Aparente S:S:S (gr/cm <sup>3</sup> )                   | 2.58 |
| Absorción (%)                                                          | 2.35 |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino.

En la tabla 32 se muestra un peso específico aparente S:S:S de 2.58 gr/cm<sup>3</sup>, situándose dentro del rango de pesos específicos en masa y saturado para agregados finos entre 2.4 gr/cm<sup>3</sup> y 2.9 gr/cm<sup>3</sup>, según lo establecido por la norma ASTM C128.

**Tabla 33**

*Peso específico y absorción del agregado grueso*

| <b>Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)</b> |             |             |             |           |               |           |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|-----------|
| <b>T.M.N.</b>                                                        | <b>3/8"</b> | <b>1/2"</b> | <b>3/4"</b> | <b>1"</b> | <b>1 1/2"</b> | <b>2"</b> |
| Peso Específico Aparente S:S:S (gr/cm <sup>3</sup> )                 | 2.69        | 2.69        | 2.69        | 2.70      | 2.71          | 2.73      |
| Absorción (%)                                                        | 1.56        | 1.41        | 1.04        | 1.19      | 0.99          | 0.69      |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

En la tabla 33 se muestra pesos específicos aparentes S:S:S que oscilan de 2.69 gr/cm<sup>3</sup> a 2.73 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado grueso.

### 3.2.4. Peso unitario suelto y compactado de los agregados

**Tabla 34**

*Peso unitario suelto del agregado fino y grueso*

| <b>Peso unitario suelto (NTP 400.017)</b> |       |       |       |       |        |       |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <b>Agregado fino</b>                      |       |       |       |       |        |       |
| Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.560 |       |       |       |        |       |
| <b>Agregado grueso</b>                    |       |       |       |       |        |       |
| T.M.N.                                    | 3/8"  | 1/2"  | 3/4"  | 1"    | 1 1/2" | 2"    |
| Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.335 | 1.428 | 1.429 | 1.493 | 1.517  | 1.412 |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de peso unitario suelto de los agregados.

En la tabla 34 se muestra como peso unitario suelto para el agregado fino de 1.560 gr/cm<sup>3</sup> y en comparación con los pesos unitarios sueltos para los agregados gruesos fueron de 1.335 gr/cm<sup>3</sup> a 1.412 gr/cm<sup>3</sup>, siendo del agregado fino más elevado debido a la presencia de mayor densidad.

**Tabla 35**

*Peso unitario compacto del agregado fino y grueso*

| <b>Peso unitario compactado (NTP 400.017)</b> |       |       |       |       |        |       |
|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <b>Agregado fino</b>                          |       |       |       |       |        |       |
| Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )       | 1.776 |       |       |       |        |       |
| <b>Agregado grueso</b>                        |       |       |       |       |        |       |
| T.M.N.                                        | 3/8"  | 1/2"  | 3/4"  | 1"    | 1 1/2" | 2"    |
| Densidad promedio (gr/cm <sup>3</sup> )       | 1.474 | 1.524 | 1.586 | 1.610 | 1.620  | 1.607 |

*Nota.* Datos tomados del ensayo de peso unitario compactado de los agregados.

En la tabla 35 se muestra como peso unitario compactado para el agregado fino de 1.776 gr/cm<sup>3</sup> y en comparación con los pesos unitarios compactados para los agregados gruesos fueron de 1.474 gr/cm<sup>3</sup> a 1.607 gr/cm<sup>3</sup>, siendo del agregado fino mayor debido a que tiene una mejor facilidad para acomodarse y evitar la presencia de vacíos.

### 3.3. Determinación del aire atrapado aplicando el método por presión

Se elaboró el ensayo de contenido de aire atrapado para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para cada diseño de mezcla según el T.M.N. del agregado grueso, mostrándose sus variaciones de las condiciones medidas con las condiciones de diseño de los contenidos de aire atrapado a través de los resultados y gráficas.

**Tabla 36**

*Resultados de las condiciones medidas del contenido de aire atrapado*

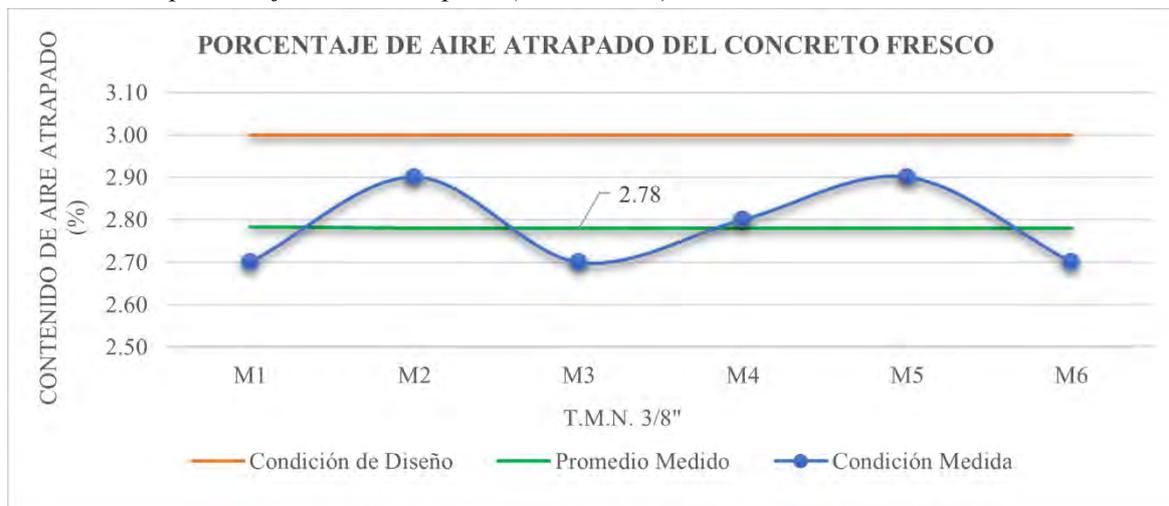
| T.M.N.  | Tabla ACI (%) | Condición medida (%) |      |      |      |      |      |
|---------|---------------|----------------------|------|------|------|------|------|
|         |               | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|         |               | 3/8 "                | 3.00 | 2.70 | 2.90 | 2.70 | 2.80 |
| 1/2 "   | 2.50          | 2.60                 | 2.00 | 2.10 | 2.20 | 2.50 | 2.40 |
| 3/4 "   | 2.00          | 1.80                 | 1.60 | 1.70 | 1.90 | 1.80 | 1.90 |
| 1 "     | 1.50          | 1.60                 | 1.50 | 1.50 | 1.40 | 1.50 | 1.70 |
| 1 1/2 " | 1.00          | 1.30                 | 1.00 | 1.10 | 0.80 | 0.60 | 0.60 |
| 2 "     | 0.50          | 0.50                 | 0.50 | 0.40 | 0.50 | 0.40 | 0.40 |

*Nota.* Datos medidos del ensayo de contenido de aire atrapado por el método de presión con respecto a la condición de diseño según el método ACI-211; en función al T.M.N.

En la tabla 36 se muestra los porcentajes como condiciones medidas de aire atrapado tras aplicar el método por presión, siendo para el T.M.N. 3/8" de 2.70% a 2.90% respecto a la condición de diseño de 3.00%, para el T.M.N. 1/2" de 2.00% a 2.60% respecto a la condición de diseño de 2.50%, para el T.M.N. 3/4" de 1.60% a 1.90% respecto a la condición de diseño de 2.00%, para el T.M.N. 1" de 1.40% a 1.70% respecto a la condición de diseño de 1.50%, para T.M.N. 1 1/2" de 0.60% a 1.30% respecto a la condición de diseño de 1.00% y para el T.M.N. 2" de 0.40% a 0.50% respecto a la condición de diseño de 0.50%,

**Figura 42**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 3/8")*

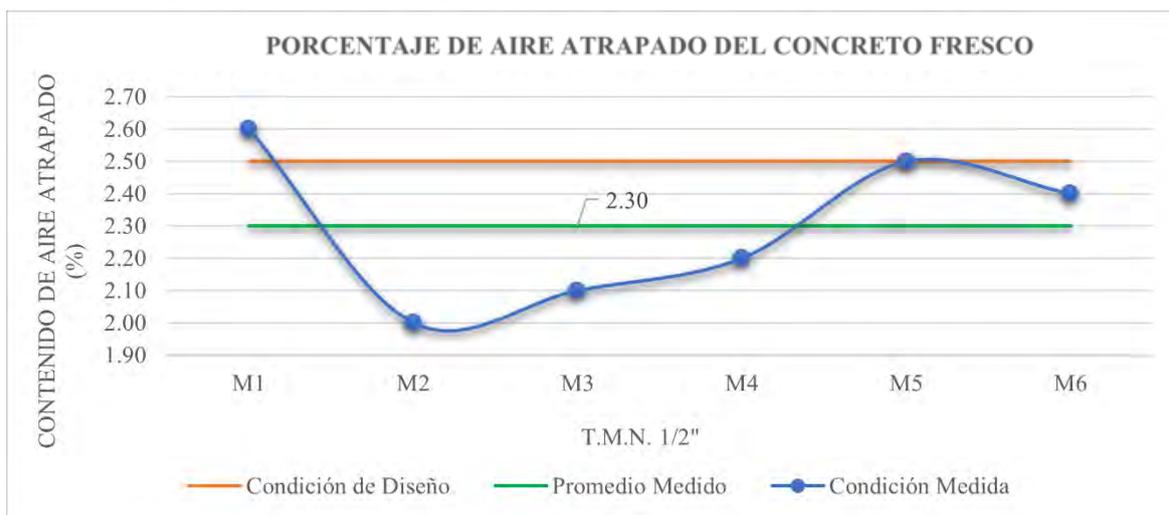


*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 3/8".

En la figura 42 se observa porcentajes medidos de aire atrapado de 2.70% a 2.90% correspondientes al T.M.N. 3/8", obteniéndose un promedio medido de 2.78%, siendo menor a la condición de diseño 3.00% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

**Figura 43**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1/2")*

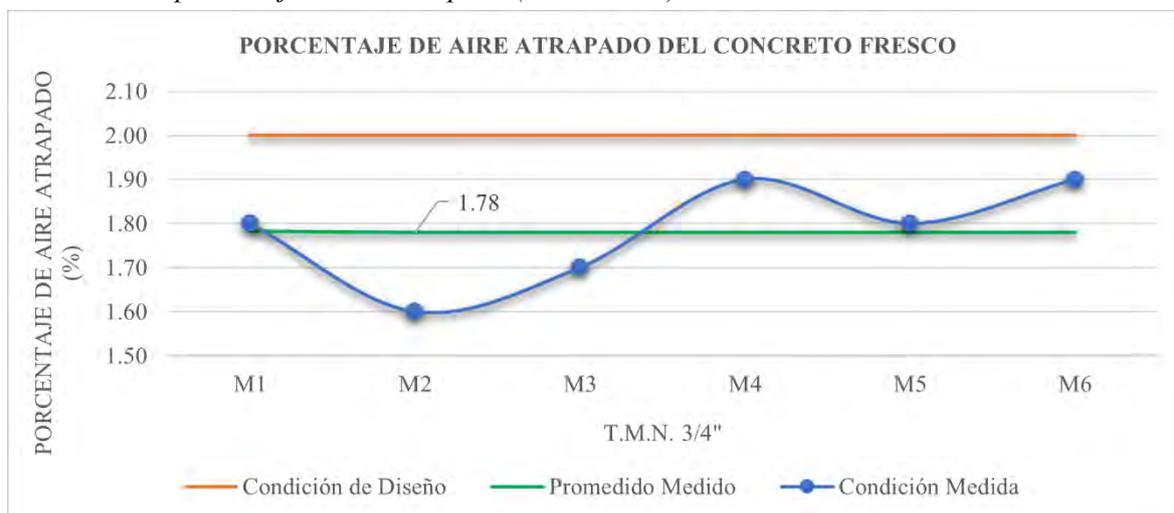


*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 1/2".

En la figura 43 se observa porcentajes medidos de aire atrapado de 2.00% a 2.60% correspondientes al T.M.N. 1/2", obteniéndose un promedio medido de 2.30%, siendo menor a la condición de diseño 2.50% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

**Figura 44**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 3/4")*

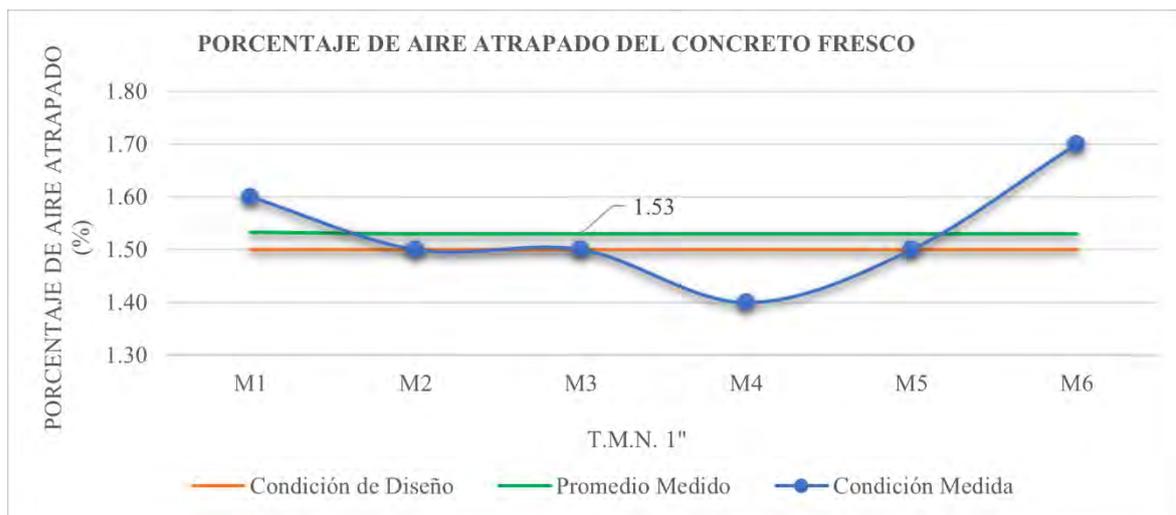


*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 3/4".

En la figura 44 se observa porcentajes medidos de aire atrapado de 1.60% a 1.90% correspondientes al T.M.N. 3/4", obteniéndose un promedio medido de 1.78%, siendo menor a la condición de diseño 2.00% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

**Figura 45**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1")*

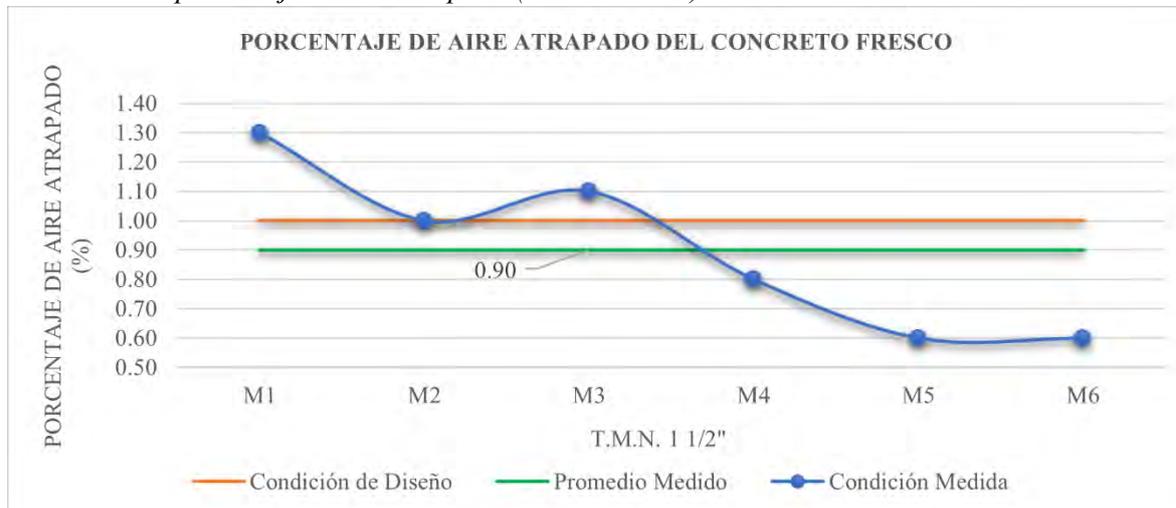


*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 1".

En la figura 45 se observa porcentajes medidos de aire atrapado de 1.40% a 1.70% correspondientes al T.M.N. 1", obteniéndose un promedio medido de 1.53%, siendo mayor a la condición de diseño 1.50% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

**Figura 46**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 1 1/2")*

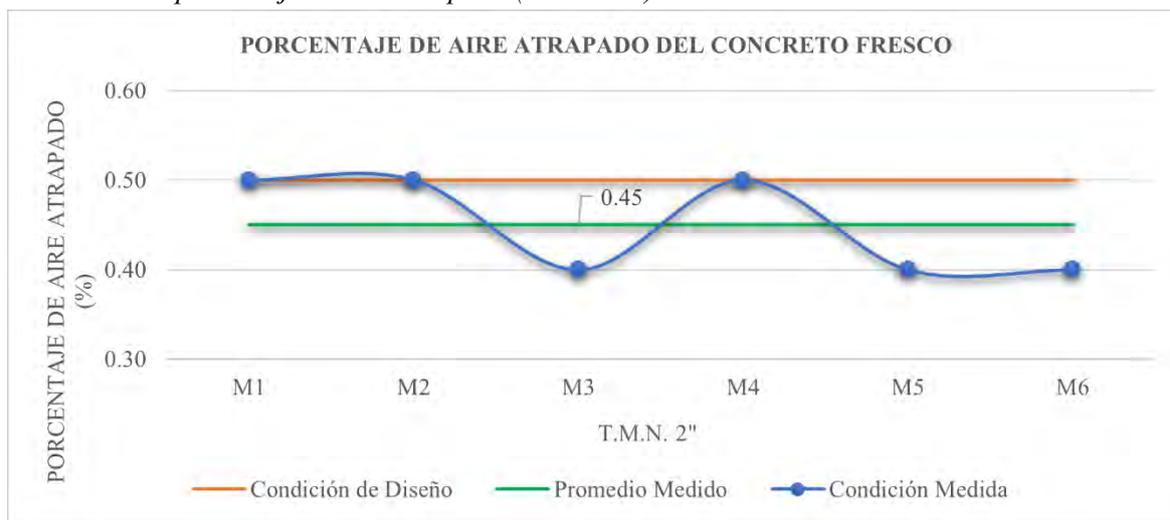


*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 1 1/2".

En la figura 46 se observa porcentajes medidos de aire atrapado de 0.60% a 1.30% correspondientes al T.M.N. 1 1/2", obteniéndose un promedio medido de 0.90%, siendo menor a la condición de diseño 1.00% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

**Figura 47**

*Variación del porcentaje de aire atrapado (T.M.N. 2")*



*Nota.* La figura muestra la variación de los porcentajes medidos del aire atrapado respecto a la condición de diseño según el método ACI, para el T.M.N. 2".

En la figura 47 se observa valores medidos de porcentaje de aire atrapado de 0.40% a 0.50% correspondientes al T.M.N. 2", obteniéndose un promedio medido de 0.45%, siendo menor a la condición de diseño 0.50% de acuerdo a la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211.

### 3.4. Variación del porcentaje de aire atrapado en función del T.M.N.

**Tabla 37**

*Porcentaje de aire atrapado*

| PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO |               |                     |                          |
|-----------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| T.M.N.                      | Tabla ACI (%) | Promedio medido (%) | Variación porcentual (%) |
| 3/8"                        | 3.00          | 2.78                | 7.33                     |
| 1/2"                        | 2.50          | 2.30                | 8.00                     |
| 3/4"                        | 2.00          | 1.78                | 11.00                    |
| 1"                          | 1.50          | 1.53                | 2.00                     |
| 1 1/2"                      | 1.00          | 0.90                | 10.00                    |
| 2"                          | 0.50          | 0.45                | 10.00                    |

*Nota.* Datos de porcentajes de condiciones medidas respecto a las condiciones de diseño del aire atrapado en función al T.M.N. del agregado grueso.

La tabla 37 muestra las variaciones porcentuales de los porcentajes medidos de aire atrapado en relación a la tabla ACI, para el T.M.N. 3/8" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 2.78% reflejando una disminución del 7.33% respecto al 3.00% de la tabla ACI, para el T.M.N. 1/2" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 2.30% reflejando una disminución del 8.00% respecto al 2.50% de la tabla ACI, para el T.M.N. 3/4" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 1.78% reflejando una disminución del 11.00% respecto al 2.00% de la tabla ACI, para el T.M.N. 1" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 1.53% reflejando una disminución del 2.00% respecto al 1.50% de la tabla ACI, para el T.M.N. 1 1/2" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 0.90% reflejando una disminución del 10.00% respecto al 1.00% de la tabla ACI y para el T.M.N. 2" se obtuvo un promedio de aire atrapado medido de 0.45% reflejando una disminución del 10.00% respecto al 0.50% de la tabla ACI; haciendo mención inicialmente a la NTP 400.037 para determinar los requisitos granulométricos de los agregados, pero para establecer el diseño de mezcla se aplicó el Método ACI - 211.

### **3.5. Comparación de los porcentajes medidos con las condiciones de diseño**

Para la comparación de los porcentajes de aire atrapado se aplicó el análisis estadístico con el objetivo de establecer si los datos obtenidos del ensayo contenido de aire atrapado en el concreto fresco son estadísticamente diferentes o iguales a las condiciones de diseño, lo cual se desarrolló con un nivel de significancia de 0.05% y un nivel de confianza del 95%, utilizando para dicho análisis el software Statistix V:10.0.

Para el análisis de los datos obtenidos de los porcentajes de aire atrapado en concreto fresco, se realizaron 6 repeticiones aplicando el método de presión para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para los 6 tipos de tamaños máximos nominales del agregado grueso, lo cual se puede reflejar que son resultados confiables para sus respectivas conclusiones; como se muestra a continuación:

#### **Análisis estadístico del contenido de aire**

Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Se aplicó una técnica estadística paramétrica siendo la prueba de T de Student para una muestra, con la finalidad de poder comparar los promedios en grupos de muestras relativamente pequeñas menores a 30, bajo un esquema de diseño completamente

aleatorizado y que cumplen con el supuesto de normalidad (ver anexo 11), desarrollándose con una confianza de 95%.

**Tabla 38**

*Análisis de la media de los porcentajes de aire atrapado*

| T.M.N. | Variable     | N | Media (Mean) | Desv. Est. | Prueba T | Grados de libertad (DF) | Probabilidad (P) | Indicie de confianza de 95% |          | Coef. de Variación |
|--------|--------------|---|--------------|------------|----------|-------------------------|------------------|-----------------------------|----------|--------------------|
|        |              |   |              |            |          |                         |                  | Inferior                    | Superior |                    |
| 3/8"   | Porcentaje 1 | 6 | 2.7833       | 0.0983     | -5.4     | 5                       | 0.0029           | 2.6802                      | 2.8865   | 3.53%              |
| 1/2"   | Porcentaje 2 | 6 | 2.3          | 0.2366     | -2.07    | 5                       | 0.0932           | 2.0517                      | 2.5483   | 10.29%             |
| 3/4"   | Porcentaje 3 | 6 | 1.7833       | 0.1169     | -4.54    | 5                       | 0.0062           | 1.6606                      | 1.906    | 6.56%              |
| 1"     | Porcentaje 4 | 6 | 1.5333       | 0.1033     | 0.79     | 5                       | 0.465            | 1.4249                      | 1.6417   | 6.74%              |
| 1 1/2" | Porcentaje 5 | 6 | 0.9          | 0.2828     | -0.87    | 5                       | 0.4261           | 0.6032                      | 1.1968   | 31.43%             |
| 2"     | Porcentaje 6 | 6 | 0.45         | 0.0548     | -2.24    | 5                       | 0.0756           | 0.3925                      | 0.5075   | 12.17%             |

*Nota.* Datos del análisis de la media de los porcentajes de aire atrapado en función al T.M.N. del agregado grueso del software Statistix V:10.0.

En la tabla 38 se muestra el análisis estadístico de las medias de los porcentajes de aire atrapado con respecto a los tamaños máximos nominales del agregado grueso, con probabilidades que oscilan de 0.0029 a 0.0756.

### Prueba de análisis ANOVA

**Tabla 39**

*Análisis de varianza del porcentaje de aire atrapado*

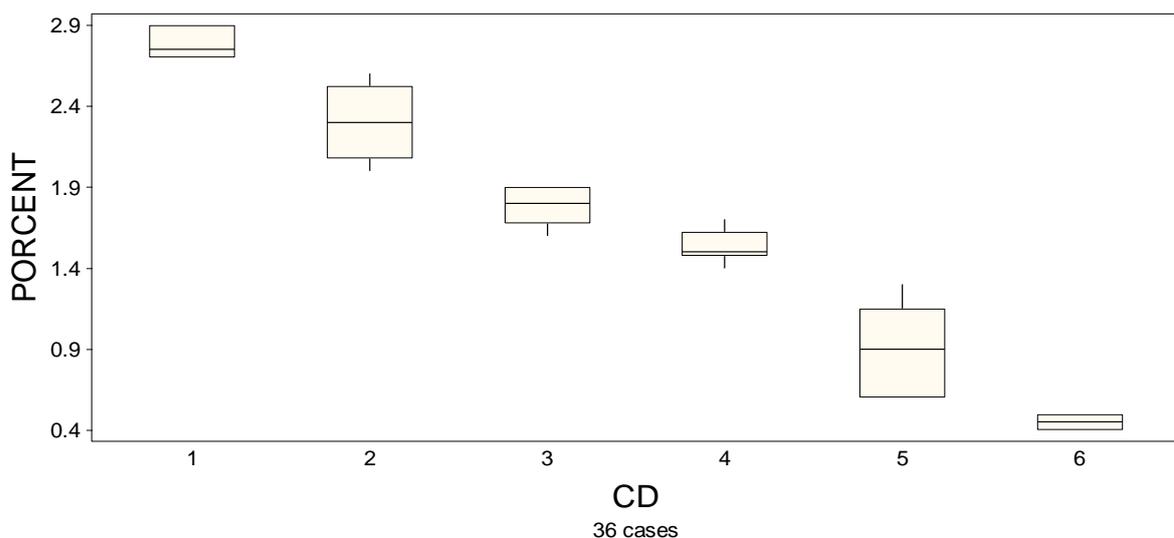
| Source | DF | SS      | MS      | F      | P      |
|--------|----|---------|---------|--------|--------|
| CD     | 5  | 22.4225 | 4.48450 | 155.53 | 0.0000 |
| Error  | 30 | 0.8650  | 0.02883 |        |        |
| Total  | 35 | 23.2875 |         |        |        |

*Nota.* Datos del análisis de varianza del porcentaje de aire atrapado del software Statistix V:10.0.

En la tabla 39 se muestra el análisis de varianza ANOVA con una probabilidad de 0.000, lo cual significa que existe diferencias significativas entre los porcentajes de aire atrapado por cada T.M.N. del agregado grueso.

#### Figura 48

Gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de aire atrapado



Nota. La figura muestra el gráfico de cajas y bigotes del porcentaje de aire del Statistix V:10.0.

En la figura 48 se observó que para el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , las condiciones de diseño (porcentajes) de 3.00% y 2.00% son diferentes a los porcentajes de aire atrapado medidos. Al igual que, para las condiciones de diseño (porcentajes) de 2.50% y 0.50% presentan una tendencia a ser diferentes a los porcentajes de aire atrapado medidos. Sin embargo, para las condiciones de diseño (porcentajes) de 1.50% y 1.00% reflejan ser iguales a los porcentajes de aire atrapado medidos (ver anexo 2). Además, las cajas realizadas con las condiciones de diseño (porcentajes) de 3.00% y 2.50% según el T.M.N. de 3/8" y 1/2" del agregado grueso alcanzaron mayor porcentaje de aire atrapado; en cierto modo, se puede evidenciar que el mayor aumento de porcentaje de aire atrapado se da entre las condiciones de diseño (porcentaje) de 2.50%, 2.00%, 1.50% y 1.00% siendo para 1/2", 3/4", 1" y 1 1/2". También, se percibió que los valores de porcentaje de aire atrapado con las condiciones de diseño (porcentaje) de 2.50% y 1.00% figuran mayor variabilidad con respecto a los del 1.50% y 0.50% debido a la dispersión de sus valores.

## IV. DISCUSIÓN

Referente a la variación de los porcentajes de aire atrapado en función al T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" del agregado para diseño de mezclas del concreto en la ciudad de Jaén, se obtuvo disminuciones de 7.33%, 8.00%, 11.00%, 2.00%, 10.00%, 10.00% en relación a las condiciones de diseño de 3.00%, 2.50%, 2.00%, 1.50%, 1.00%, 0.50% respectivamente. Lo cual difiere con Maaty et al (2022) ya que, en su investigación se evidenció aumentos en el aire atrapado respecto a los empleados en su diseño siendo de 0.25%, 0.50% y 0.57%, esto se debió al disminuir el uso del hidrato de silicato de calcio en el concreto. Además, se contradice con Vargas (2021) ya que, en su investigación se trabajó con diseños de mezclas para T.M.N. 3/4" obteniéndose 2% de porcentaje de aire atrapado, siendo igual a la condición de diseño, esto se debió a la incorporación de las diferentes dosificaciones de 1.5%, 2.5% y 4% de aditivo Sika Cem acelerante Pe por peso de cemento en la elaboración del concreto. Al igual que Pasapera y Severino (2021) ya que, en su investigación se realizó un diseño de mezcla para T.M.N. 1/2" resultando 2.50% de porcentaje de aire atrapado, no existiendo variación con respecto a la condición de diseño, esto se debió al empleo del 1% de cáscara de arroz en el diseño del concreto.

Se realizaron ensayos para determinar las propiedades de los agregados, al aplicarse el análisis granulométrico para el agregado grueso de la cantera Arenera Jaén, se evidenció el cumplimiento de los husos granulométricos N°8, N° 7, N° 67, N° 57, N° 467 y N° 357 para T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2" y 2" respectivamente, pero para el agregado fino no cumplió con la curva granulométrica, optándose por la cantera Olano, estos resultados se contradicen con Cubas (2023) quien en su estudio estableció que el agregado fino cumple con los requisitos de la distribución granulométrica de la cantera Arenera Jaén, esto se debió al proceso de selección y tamizado de los agregados que aplican las canteras al momento de extraerlos del lugar de origen. También, con respecto al contenido de humedad se obtuvo 0.42% para agregado grueso de T.M.N. 1/2", y para el agregado fino fue de 0.76%; en comparación con Huatangari (2023) en sus contenidos de humedad resultó 0.72% para agregado grueso de T.M.N. 1/2" y 4.12% para agregado fino, siendo diferentes a los resultados de la investigación, esta diferencia se debió a las condiciones en los que se encuentran los agregados al momento de calcularlos para la elaboración del concreto. Por otro lado, se establecieron los pesos unitarios compactados de 1.610 gr/cm<sup>3</sup> para agregado grueso de T.M.N. 1", y para el agregado fino resultó 1.776 gr/cm<sup>3</sup>, en comparación con

Sánchez (2023) que obtuvo menores pesos unitarios compactados siendo  $1.569 \text{ gr/cm}^3$  para agregado grueso de T.M.N 1" y  $1.564 \text{ gr/cm}^3$  para agregado fino, esto se debió que, al momento de realizar el ensayo de la compactación en los agregados, se logra un mejor acomodo y se evita la formación de vacíos.

Al medirse el aire atrapado aplicando el método de presión por medio de la Olla de Washington, se obtuvieron resultados para el T.M.N. 3/8" de 2.70% a 2.90%, para el T.M.N. 1/2" de 2.00% a 2.60%; para el T.M.N. 3/4" de 1.60% a 1.90%; para el T.M.N. 1" de 1.40% a 1.70%; para el T.M.N. 1 1/2" de 0.60% a 1.30% y para el T.M.N. 2" de 0.40% a 0.50%. Lo cual, coincide con Cruzado de la Cruz y Rivera (2019) en su investigación, ya que obtuvo variaciones de porcentajes de aire atrapado de 2.6% a 2.8% para un T.M.N. 1/2" de agregado grueso. Sin embargo, se contradice con Haneol (2021) debido a que, se determinaron porcentajes de aire atrapado desde 4.3% a 4.8%, evidenciándose variaciones superiores a los medidos en esta investigación, esto se debió a que aplicaron una metodología EMV. Al igual que Clemente (2024) ya que, en su investigación, se obtuvo porcentajes de aire atrapado de 0.80% y 0.90%, trabajando con un T.M.N. 1/2" de agregado grueso, siendo menor a los porcentajes medidos, esto se debió a que no se determinó correctamente los parámetros al realizar el diseño de mezcla. Concluyendo que, en ambas investigaciones, resultaron ser diferentes a las condiciones de diseño según el T.M.N. establecido en el Método ACI – 211.

Con respecto a las variaciones de los porcentajes medidos de aire atrapado, para el T.M.N. 3/8" con una condición de diseño C.A. 3.00%, se evidenció una disminución del 3.33% al 10.00%; para el T.M.N. 1/2" con una condición de diseño C.A. 2.50%, se evidenció una disminución del 20.00% y un incremento del 4.00%; para el T.M.N. 3/4" con una condición de diseño C.A. 2.00%, se evidenció una disminución del 5.00% al 20.00%; para el T.M.N. 1" con una condición de diseño C.A. 1.50%, se evidenció una disminución del 6.67% y un incremento del 13.33%; para el T.M.N. 1 1/2" con una condición de diseño C.A. 1.00%, se evidenció una disminución del 40.00% y un incremento del 30.00% y para el T.M.N. 2" con una condición de diseño C.A. 0.50%, se evidenció una disminución del 20.00% y en algunos casos es igual a la condición de diseño. Lo cual, difiere con Torres (2022) ya que, en su investigación al trabajar su diseño de mezcla con un contenido de aire atrapado de 2.00% para un T.M.N. 3/4", se evidenció en sus concretos un descenso del 57%, 50% y 43% del aire atrapado con respecto a la condición de diseño. Esto se debió a los diferentes ámbitos y realidades en los que se midieron, evidenciándose que existe niveles

significativos de variaciones del aire atrapado, principalmente, en los T.M.N 3/8" y 3/4". Al igual que Bassam et al (2021) ya que, en su investigación, en su diseño de mezcla trabajó con un porcentaje de aire atrapado de 2.00%, evidenciándose un aumento del 25% con respecto a la condición de diseño, esto se debió al empleo de la dosificación de la piedra pómez en reemplazo del agregado grueso. Además, se contradice con Silva et al (2022) ya que, en su investigación consideró en su diseño un porcentaje de aire atrapado de 2.00%, generándose un aumento del 10.00% respecto a la condición de diseño, esto se debió al adicionar porcentajes de 0.3% y 0.4% de microfibras de polipropileno en la elaboración del concreto.

Al realizar la comparación entre las condiciones medidas de porcentaje de aire atrapado con la condición de diseño, se estableció que, para el T.M.N. 3/8" y 3/4" los porcentajes de aire atrapado resultaron ser diferentes a las condiciones de diseño, obteniéndose promedios de aire atrapado de 2.78% y 1.78% respectivamente, reflejando una disminución del 7.33% y 11.00%. Al igual que, para el T.M.N. 1/2" y 2" los porcentajes de aire atrapado presentaron una tendencia a ser diferentes a las condiciones de diseño, obteniéndose promedios de aire atrapado de 2.30% y 0.45% respectivamente, reflejando una disminución del 8.00% y 10.00%. Sin embargo, para el T.M.N. 1" y 1 1/2" los porcentajes de aire atrapado resultaron ser iguales a las condiciones de diseño, obteniéndose promedios de aire atrapado de 1.50% y 1.00% respectivamente, cumpliendo con la tabla del método ACI. Esto coincide con Tinco (2022) ya que, en su investigación, trabajó con una condición de diseño de 2.00%, pero obtuvo un contenido de aire atrapado de 1.79% para un T.M.N. 3/4", evidenciándose una disminución del 10.50%, demostrando que existe variaciones con la tabla de contenido de aire atrapado del Método ACI – 211. Sin embargo, se contradice con Cordova (2021) ya que, en su investigación consideró una condición de diseño de 2.5%, para el T.M.N. 1/2", pero resultó un porcentaje de aire atrapado de 3.20%, reflejando un aumento del 28.00%, esto se debió al ámbito geográfico y a las condiciones de la cantera donde se realizó la investigación. Además, se contradice con Aybar y Bautista (2021) ya que, en su investigación no varió el porcentaje de aire atrapado de 2.5% para el T.M.N. 1/2", siendo igual a la condición de diseño. Por ello en esta investigación, se midió y comparó en cuanto varían los porcentajes de aire atrapado obtenidos con los establecidos en la tabla del método ACI para cada T.M.N. del agregado grueso, generándose como producto una tabla actualizada de porcentajes de aire atrapado que cumplan para la ciudad de Jaén.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó la variación del porcentaje de aire atrapado, evidenciándose disminuciones del 7.33%, 8.00%, 11.00%, 2.00%, 10.00%, 10.00%, en relación a las condiciones de diseño de 3.00%, 2.50%, 2.00%, 1.50%, 1.00%, 0.50%, ya que resultaron porcentajes de aire atrapado de 2.78%, 2.30%, 1.78%, 1.53%, 0.90%, 0.45% para T.M.N. 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" respectivamente, evidenciándose que existe niveles significativos de variaciones en relación a los porcentajes medidos en la ciudad de Jaén con los establecidos en tabla del Método ACI - 211.
- Se estableció que las propiedades de los agregados cumplieron con la franja granulométrica, los cuales fueron N°8, N° 7, N° 67, N° 57, N° 467 y N° 357 respectivamente para cada T.M.N. del agregado grueso, igualmente para el agregado fino, se ubicó dentro de la graduación de la curva granulométrica de acuerdo al NTP 400.037 y se obtuvo un módulo de fineza de 2.94 cumpliendo con la condición como agregado fino sin ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. También, se obtuvieron contenidos de humedad para T.M.N. 3/8" de 0.18%, para T.M.N. 1/2" de 0.42%, para T.M.N. 3/4" de 0.52%, para T.M.N. 1" de 0.20%, para T.M.N 1 1/2" de 0.18% y para T.M.N. 2" de 0.24%, y para el agregado fino fueron de 1.23%, 0.76%, 0.73%, 0.73%, 0.68% y 0.60% respectivamente para cada diseño aplicado en diferentes días. Además, al determinar el peso específico del agregado grueso se obtuvo para T.M.N. 3/8", 1/2" y 3/4" de 2.69 gr/cm<sup>3</sup>, para T.M.N. 1" de 2.70 gr/cm<sup>3</sup>, para T.M.N 1 1/2" de 2.71 gr/cm<sup>3</sup> y para T.M.N. 2" de 2.73 gr/cm<sup>3</sup> y con respecto a la gravedad específica del agregado fino fue 2.58 gr/cm<sup>3</sup> cumpliendo con el rango entre 2.4 gr/cm<sup>3</sup> y 2.9 gr/cm<sup>3</sup> según la norma ASTM C128. Por otro lado, se establecieron pesos unitarios compactados de 1.474 gr/cm<sup>3</sup>, 1.524 gr/cm<sup>3</sup>, 1.586 gr/cm<sup>3</sup>, 1.610 gr/cm<sup>3</sup>, 1.620 gr/cm<sup>3</sup> y 1.607 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente para cada T.M.N. de agregado grueso, y para el agregado fino fue de 1.776 gr/cm<sup>3</sup>, siendo mayores a los pesos unitarios sueltos, debido a que presentaron mayor facilidad para acomodarse, disminuyendo la presencia de vacíos.

- Se calculó el aire atrapado a través del método por presión, obteniéndose porcentajes de aire atrapado para T.M.N. 3/8" de 2.70% a 2.90%, para T.M.N. 1/2" de 2.10% a 2.60%, para T.M.N. 3/4" de 1.60% a 1.90%, para T.M.N. 1" de 1.40% a 1.70%, para T.M.N. 1 1/2" de 0.60% a 1.30% y para T.M.N. 2" de 0.40% a 0.50%; resultando para los T.M.N. 3/8" y 3/4" una mayor variación de los porcentajes de aire atrapado con respecto a las condiciones de diseño.
- Se evaluó la variación de los porcentajes de aire atrapado con respecto a las condiciones de diseño del método ACI, evidenciándose una disminución hasta el 10% para T.M.N. 3/8", para T.M.N. 1/2" y T.M.N. 3/4" hasta el 20.00%, para T.M.N. 1" incrementó hasta el 13.33%, para T.M.N. 1 1/2" y T.M.N. 2" disminuyó hasta el 40.00% y 20.00% respectivamente, considerando los rangos mayores de las 6 condiciones medidas para cada diseño.
- Se contrastó los porcentajes de aire atrapado con las condiciones de diseño, determinándose que para el T.M.N. 3/8", T.M.N. 1/2", T.M.N. 3/4" y T.M.N. 2" se obtuvo condiciones medidas de 2.78%, 2.30%, 1.78% y 0.45% respectivamente, siendo diferentes a las condiciones de diseño de 3.00%, 2.50%, 2.00% y 0.50%; representando una disminución del 7.33%, 8.00%, 11.00% y 10.00%. Sin embargo, para el T.M.N. 1" y 1 1/2" los porcentajes de aire atrapado resultaron ser iguales a las condiciones de diseño de 1.50% y 1.00% respectivamente; comprobándose que, si existe variaciones de los porcentajes medidos de aire atrapado con respecto a los establecidos en el Método ACI – 211, lo cual, se afirma que estas variaciones dependieron del ámbito geográfico y las condiciones en las que se extrajeron los agregados, ya que a mayor temperatura disminuye el aire atrapado.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para determinar la variación del porcentaje de aire atrapado es necesario que se siga realizando el ensayo de contenido de aire por el método por presión periódicamente, con mayor número de muestras por cada T.M.N. del agregado grueso, ya que su aumento o disminución dependerá de las condiciones en las que extraen los agregados, el ámbito geográfico y la forma correcta al determinar los parámetros siguiendo la normativa vigente.
- Para realizar un diseño de mezcla, es importante evaluar las características de los agregados para que cumplan con el huso granulométrico, siguiendo la normativa para la realización de los ensayos necesarios que permitan determinar las propiedades de los agregados que conlleven a la elaboración de un concreto de calidad.
- Para calcular el aire atrapado por el método por presión, es importante contar con un equipo calibrado y realizado conforme a la normativa vigente.
- Es necesario realizar evaluaciones exhaustivas de las condiciones medidas de aire atrapado, trabajando con mayor cantidad de muestras para cada T.M.N. del agregado grueso y con incidencia en las que tienen mayor variación como es el caso de 1 1/2". Además, se debe analizar la variación de la resistencia a la compresión respecto al contenido de aire atrapado y T.M.N. del agregado grueso.
- Para poder comparar las condiciones medidas con las condiciones de diseño de aire atrapado por cada T.M.N. del agregado, es indispensable aplicar un análisis estadístico, para determinar el nivel de significancia de variación entre los porcentajes. Asimismo, se recomienda dar a conocer la tabla actualizada de porcentajes de aire atrapado generada por la presente investigación y aplicarlo para futuros proyectos en la provincia de Jaén.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. (2015). Análisis del método de la investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(1), 205-214. Obtenido de [http://www.spentamexico.org/v10-n1/A14.10\(1\)205-214.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n1/A14.10(1)205-214.pdf)
- Alva, M. J., & Soto, S. F. (2022). *Modificación de las propiedades de concreto  $F'c=280\text{kg/cm}^2$  para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto, Av. Alfonso Ugarte, Cajamarca, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92205>
- American Concrete Institute (ACI). (2009). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete (ACI 211.1-91) (Reapproved 2009)*. Obtenido de <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/5092>
- Arias, J. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *ResearchGate*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Alergia Mexico*, 63(2), 201-206. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Aybar, G. A., & Bautista, R. (2021). *Diseño de concreto durable 210 kg/cm<sup>2</sup> para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados, Jaén - 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71087>
- Barreto, J., & Lezcano, A. (2023). Análisis y fundamentación de los diseños de investigación: explorando los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos basados en Creswell & Creswell (2018). *UNIDA Científica*, 7(2), 110–117. Obtenido de <https://revistacientifica.unida.edu.py/publicaciones/index.php/cientifica/article/view/179>
- Bassam, A., Abdullah, M., Ibrahim, S., & Mohamed, A. (2021). Effect of elevated temperatures on mechanical properties of lightweight geopolymer concrete. *ELSEVIER*, 15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00673>
- Bastar, S. (2019). Metodología de la investigación.
- Belito, G., & Paucar, F. (2018). *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1581>
- Bravo, J. C., & Saldaña, L. M. (2021). *Influencia de la ceniza de cascarilla de café para aumentar la resistencia a la compresión en una losa aligerada, Jaén 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75310>
- Caruajulca, L. R. (2021). *Sustitución del agua de amasado por SikaCem® Plastificante para mejorar las propiedades del concreto de alta resistencia, Cajamarca 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80743>

- Chabi, E., Lecomte, A., Adjovi, E., Dieye, A., & Merlin, A. (2018). Mix design method for plant aggregates concrete: Example of the rice husk. *ELSEVIER*, 174, p. 233-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.097>
- Clemente, J. (2024). *Calidad del concreto y la construcción informal de losas de viviendas en el distrito de Huancan 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/7519>
- Cordova, J. M. (2021). *Propiedades Físicas del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3379>
- Cruzado de la Cruz, H. Y., & Rivera, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- Cubas, J. (2023). *Comparación de la resistencia a compresión, para concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán", en la Ciudad de Jaén – Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6162>
- Díaz, J. G., & Espinoza, F. S. (2021). *Evaluación de la adición del aditivo superplastificante en los concretos de resistencia  $f'c$  210 convencional en Jaén 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86948>
- Díaz, M. A. (2021). *Manual del proceso constructivo del uso del neumático triturado como un material de construcción ecológico para el concreto, Cajamarca, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28234>
- Enrique, R. (2010). *Diseño de Mezclas* (1era ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Gamboa, M. E. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*(2). Obtenido de <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/427>
- Guzman, J. L. (2021). *Comparación de los aditivos Sikament TM-140, Euco 1037 y Z Fluidizante SR, en las propiedades del estado fresco y endurecido del concreto, Cajamarca 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28156>
- Haneol, J., Jeonghyun, K., & Sicakova, A. (2021). Effect of Aggregate Size on Recycled Aggregate Concrete under Equivalent Mortar Volume Mix Design. *Appl. Sci*, 11. doi:<https://doi.org/10.3390/app112311274>
- Hernandez, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51-53. doi:<https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

- Huatangari, D. (2023). *Diseño de concreto de alta resistencia  $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$  para la ciudad de Jaén - Cajamarca, usando materiales locales*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6316>
- Li, N., Shi, C., Zhang, Z., Wang, H., & Liu, Y. (2019). A review on mixture design methods for geopolymer concrete. *ELSEVIER*, 178, p. 107-490. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107490>
- Maaty, A., Kamel, F., & ELShami, A. (2022). Microstructure characterization of sustainable light weight concrete using trapped air additions. *Scopus*, 16(62), 194-211. doi:10.3221/IGF-ESIS.62.14
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma E.060. Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de [https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.083). (2003). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión*. 2da Edición. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/454311029/339-083-2003-CONTENIDO-DE-AIRE>
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.088). (2019). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland*. 3era Edición. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- Norma Técnica Peruana (NTP 400.037). (2018). *Agregados para concreto*. 4ta Edición. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*, 35(1), 227-232. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pasapera, K. L., & Severino, R. (2021). *Influencia de la cascara de arroz en el diseño de concreto  $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ , Jaén – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69542>
- Robles, B. (2019). Población y muestra. *Pueblo Continente*, 30(1), 245-247. doi:<http://doi.org/10.22497>
- Sánchez, M. (2023). *Comportamiento del concreto permeable con incorporación de diferentes porcentajes de agregado fino y adición de nanosilice en la ciudad Jaén- Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6263>
- Silva, R., Cascudo, O., & Bacarji, E. (2022). Cementitious composites with polypropylene fibers: evaluations in the fresh and hardened state. *Scopus*, 27(2). doi:10.1590/S1517-707620220002.1390
- Tinco, E. R. (2022). *El control en la recepción del concreto premezclado, la colocación según norma técnica peruana 339.114-2016 y su uso en pavimentos rígidos*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana del Centro]. Obtenido de <http://repositorio.upecen.edu.pe/handle/UPECEN/301>

- Torres, Y. (2022). *Adición fibra vegetal paja Ichu para mejorar las propiedades del concreto en edificaciones, Carabaya - Puno, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92975>
- Valencia, J. C. (2018). *Calidad de software y su influencia en el diseño de mezclas de concreto de la aplicación móvil implementada en el laboratorio de concreto de la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca, 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Telesup]. Obtenido de <https://repositorio.utelesup.edu.pe/handle/UTELESUP/1006>
- Vargas, C. I. (2021). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión a tempranas edades de un concreto  $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$ , modificado con aditivo Sika Cem acelerante Pe - Cajamarca 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4131>
- Venitez, J. F., Córdoba, Y. M., Mena, K. P., & Arbelaez, O. F. (2020). Propiedades mecánicas de concretos modificados con plástico marino reciclado en reemplazo de los agregados finos. *Revista Politécnica*, 16(31), p. 77-84. doi:<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a6>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4). doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7658](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658)

## AGRADECIMIENTO

Al ingeniero **Billy Alexis Cayatopa Calderón** y **Wilmer Rojas Pintado** por brindarnos la asesoría correspondiente y dedicarnos su tiempo, por las enseñanzas impartidas y experiencias para el perfeccionamiento del presente informe de investigación, y por sus constantes consejos y palabras de aliento para seguir avanzando y poder hacer realidad al cumplir uno de nuestras metas.

A la **Universidad Nacional de Jaén**, alma mater de la formación académica y profesional. A la facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que contribuyeron al cumplimiento de nuestros logros profesionales.

Al ingeniero **Luis G. Meléndez Tuesta** encargado del Laboratorio MAGMA – SERVICIOS GENERALES DE INGENIERÍA S.A.C., por darnos la oportunidad de realizar la ejecución de esta investigación al permitirnos ocupar los ambientes y utilizar los equipos del laboratorio, además de la certificación brindada de los equipos empleados en la elaboración de los ensayos.

Al señor **Juanito H. Soberón Herrera** técnico laboratorista del Laboratorio MAGMA – SERVICIOS GENERALES DE INGENIERÍA S.A.C., por su ayuda y experiencia brindada durante la ejecución de los ensayos.

Finalmente, a nuestros compañeros de estudios y amigos, que de alguna manera estuvieron involucrados en este camino y formaron parte de este logro académico.

## DEDICATORIA

A mi padre Walter Delgado Escurra y a mi madre Lili Carmen Riveros Elera, por ser mi motor de apoyo incondicional y fortaleza en todo el proceso de esta meta, les agradezco por sus constantes palabras de motivación para seguir adelante, por su anhelo de siempre verme superada y por su apoyo económicamente para hacer realidad este logro. A mis hermanas Mirella Yoselin Delgado Riveros y Cindy Anally Delgado Riveros por formar parte de cada logro académico y por sus buenos consejos brindados durante mi formación personal y profesional. A mis amigos con quienes compartimos años de estudios y de alguna manera contribuyeron a mi crecimiento profesional. A Dios, quien supo guiarme en todo momento y en cada experiencia vivida estos meses y cuidarme en cualquier circunstancia para poder continuar cumpliendo con mis objetivos propuestos.

*Rosmery Celinda Delgado Riveros*

A mis queridos padres, Alejandro Apolinar Tocto Morán y Fabiola Carranza Vela, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración a lo largo de este arduo camino académico. Su amor, paciencia, sacrificio, motivación y apoyo constante han sido la luz que me han impulsado y guiado en la realización de este logro académico. Gracias por creer en mí, por alentarme en los momentos difíciles y por estar siempre a mi lado en cada paso de mi vida. Este logro es también de ustedes, les dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud como un humilde tributo a todo el esfuerzo y dedicación que me han brindado a lo largo de toda mi educación.

A mis queridos hermanos, quienes han sido mi apoyo incondicional y un ejemplo a seguir durante esta etapa académica, les dedico este trabajo, como un testimonio de gratitud por estar siempre a mi lado, brindándome fuerza y motivación en cada momento.

A mi familia, por su acompañamiento, apoyo y por ser partícipes del logro que hoy celebro.

A mi amado Dios, fuente de sabiduría y guía en cada paso de mi vida, elevo mi más sincero agradecimiento por su constante presencia, reconociendo que, sin él, nada de esto sería posible.

*Con todo mi amor y gratitud, Segundo César Tocto Carranza*

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**PLANO DE UBICACIÓN DEL**  
**PROYECTO**

PLANO DE LOCALIZACIÓN



ESCALA 1: 15000



IMÁGEN SATELITAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**UN**

TESIS:  
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL ACREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023.

GRUPO:  
PLANO DE LOCALIZACIÓN

FECHA:  
16 de FEBRERO DEL 2024

INSTITUCIÓN:  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

PROFESOR:  
ING. JUAN JOSÉ CALAMARCA

ALUMNO:  
ING. JUAN JOSÉ CALAMARCA

PL-01

**ANEXO 2**

**TABLA ACTUALIZADA DE**

**CONTENIDO DE AIRE**

**ATRAPADO (C.A.)**

**Tabla 40***Tabla actualizada de contenido de aire atrapado (C.A.)*

| <b>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b> |                      |                            |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|
| <b>T.M.N.</b>                     | <b>Tabla ACI (%)</b> | <b>Promedio medido (%)</b> |
| 3/8"                              | 3.00                 | 2.78%                      |
| 1/2"                              | 2.50                 | 2.30%                      |
| 3/4"                              | 2.00                 | 1.78%                      |
| 1"                                | 1.50                 | 1.50%                      |
| 1 1/2"                            | 1.00                 | 1.00%                      |
| 2"                                | 0.50                 | 0.45%                      |

# **ANEXO 3**

## **DISEÑO DE MEZCLA**

## →Diseño de mezcla

**Tabla 41***Resumen de los materiales corregidos por humedad*


---

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad para 1 m<sup>3</sup> (kg)

---

| T.M.N.               | 3/8"   | 1/2"   | 3/4"   | 1"      | 1 1/2"  | 2"      |
|----------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Cemento              | 408.31 | 386.82 | 367.12 | 345.63  | 324.14  | 302.65  |
| Agua de diseño       | 248.16 | 237.66 | 222.52 | 215.56  | 202.57  | 187.86  |
| Agregado fino seco   | 798.58 | 860.35 | 778.77 | 752.87  | 749.95  | 782.09  |
| Agregado grueso seco | 821.78 | 820.29 | 966.11 | 1058.27 | 1129.55 | 1169.48 |

---

**ANEXO 4**

**ENSAYOS DE LOS**

**AGREGADOS PARA**

**CONCRETO**

## ENSAYOS DE CONCRETO

**PROYECTO: "VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL  
DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023  
DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA**

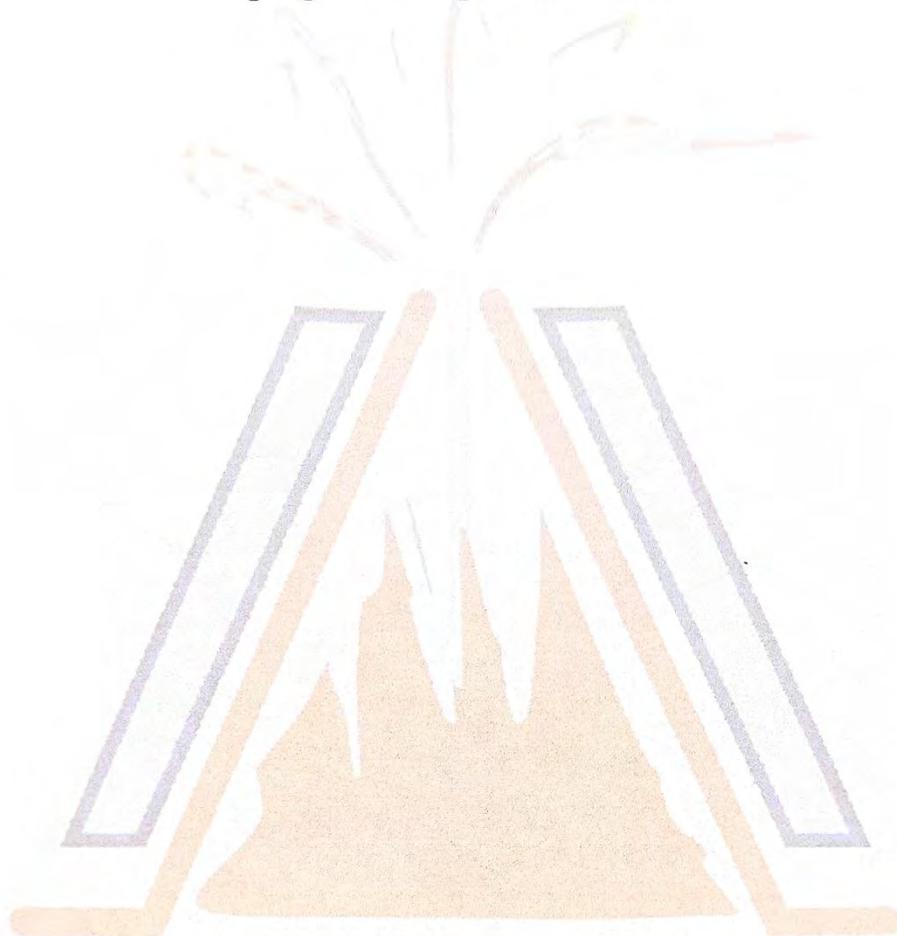
**TESISTAS:**

- ✓ **ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS**
- ✓ **SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA**

**ELABORADO POR:**

**JAÉN, FEBRERO DEL 2024**

Cantera M.Olano  
Agregado fino para concreto



| ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216) |                                                                                                                                                                  |            |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>TESISTAS</b>                            | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |            |            |            |            |            |
| <b>PROYECTO</b>                            | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |            |            |            |            |            |
| <b>UBICACIÓN</b>                           | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |            |            |            |            |            |
| <b>CANTERA</b>                             | : OLANO                                                                                                                                                          |            |            |            |            |            |
| <b>MATERIAL</b>                            | : AGREGADO FINO                                                                                                                                                  |            |            |            |            |            |
| CONTROL DE HUMEDAD                         |                                                                                                                                                                  |            |            |            |            |            |
| FECHA                                      | 25/12/2023                                                                                                                                                       | 02/01/2024 | 04/01/2024 | 05/01/2024 | 10/01/2024 | 16/01/2024 |
| MUESTRA                                    | M - 01                                                                                                                                                           | M - 02     | M - 03     | M - 04     | M - 05     | M - 06     |
| Recipiente N°                              | 11                                                                                                                                                               | 3          | 10         | 12         | 5          | 4          |
| 1 Peso de la Lata + Agregado F. Húmedo     | 1127.50                                                                                                                                                          | 1206.40    | 1304.60    | 1310.40    | 1032.50    | 1199.60    |
| 2 Peso de la Lata + Agregado F. Seco       | 1120.50                                                                                                                                                          | 1200.20    | 1298.50    | 1304.30    | 1026.60    | 1194.30    |
| 3 Peso de la Lata                          | 551.00                                                                                                                                                           | 384.00     | 462.00     | 468.00     | 159.00     | 311.00     |
| 4 Peso de agua (1-2)                       | 7.00                                                                                                                                                             | 6.20       | 6.10       | 6.10       | 5.90       | 5.30       |
| 5 Peso del agregado fino seco (2-3)        | 569.50                                                                                                                                                           | 816.20     | 836.50     | 836.30     | 867.60     | 883.30     |
| 6 Humedad % (4/5*100)                      | 1.23                                                                                                                                                             | 0.76       | 0.73       | 0.73       | 0.68       | 0.60       |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANJO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Cantera Arenera Jaén Agregado grueso para concreto



| ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216) |                                                                                                                                                               |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b>                            | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>PROYECTO</b>                            | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>UBICACIÓN</b>                           | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>CANTERA</b>                             | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>MATERIAL</b>                            | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |                   |                   |                   |                   |                   |
| CONTROL DE HUMEDAD                         |                                                                                                                                                               |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>T.M.N.</b>                              | <b>3/8"</b>                                                                                                                                                   | <b>1/2"</b>       | <b>3/4"</b>       | <b>1"</b>         | <b>1 1/2"</b>     | <b>2"</b>         |
| <b>FECHA</b>                               | <b>25/12/2023</b>                                                                                                                                             | <b>02/01/2024</b> | <b>04/01/2024</b> | <b>05/01/2024</b> | <b>10/01/2024</b> | <b>16/01/2024</b> |
| <b>MUESTRA</b>                             | <b>M - 01</b>                                                                                                                                                 | <b>M - 02</b>     | <b>M - 03</b>     | <b>M - 04</b>     | <b>M - 05</b>     | <b>M - 06</b>     |
| Recipiente N°                              | 1                                                                                                                                                             | 6                 | 2                 | 7                 | 8                 | 5 y 9             |
| 1 Peso de la Lata + Agregado G. Húmedo     | 1505.00                                                                                                                                                       | 2202.50           | 3105.60           | 4050.40           | 6040.20           | 8020.60           |
| 2 Peso de la Lata + Agregado G. Seco       | 1502.70                                                                                                                                                       | 2197.70           | 3096.40           | 4045.00           | 6034.00           | 8009.30           |
| 3 Peso de la Lata                          | 225.00                                                                                                                                                        | 1055.00           | 1325.00           | 1345.00           | 2585.00           | 3250.00           |
| 4 Peso de agua (1-2)                       | 2.30                                                                                                                                                          | 4.80              | 9.20              | 5.40              | 6.20              | 11.30             |
| 5 Peso del agregado grueso seco (2-3)      | 1277.70                                                                                                                                                       | 1142.70           | 1771.40           | 2700.00           | 3449.00           | 4759.30           |
| 6 Humedad % (4/5*100)                      | 0.18                                                                                                                                                          | 0.42              | 0.52              | 0.20              | 0.18              | 0.24              |

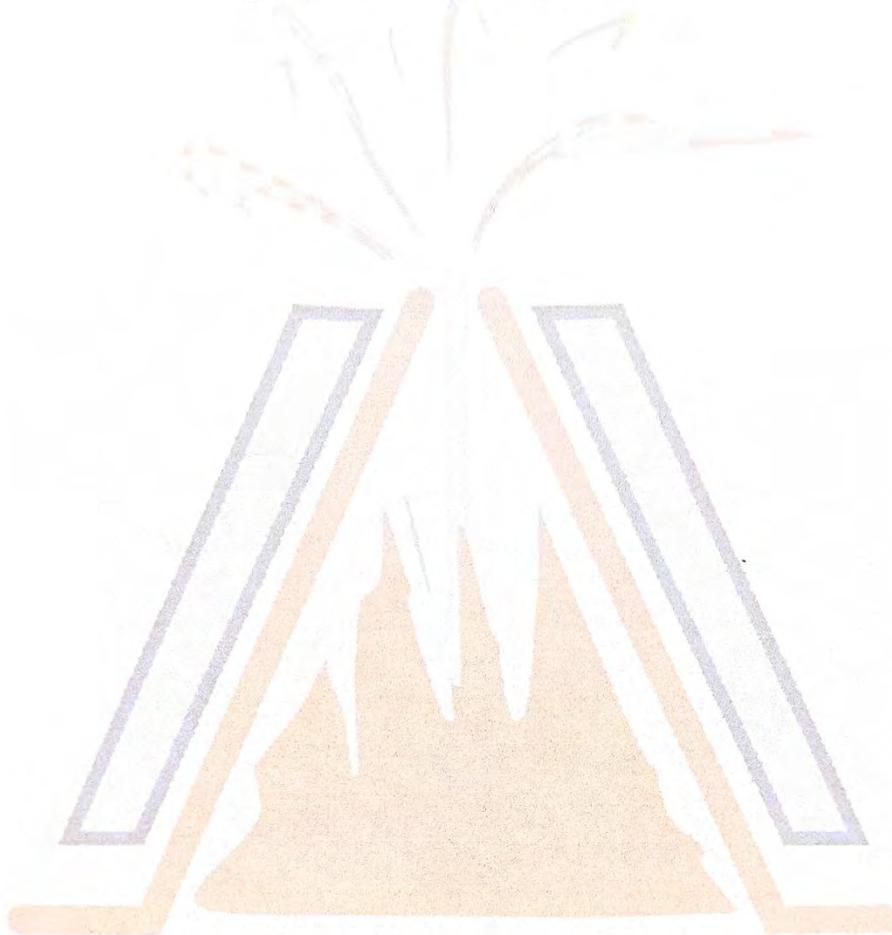
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilmar Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

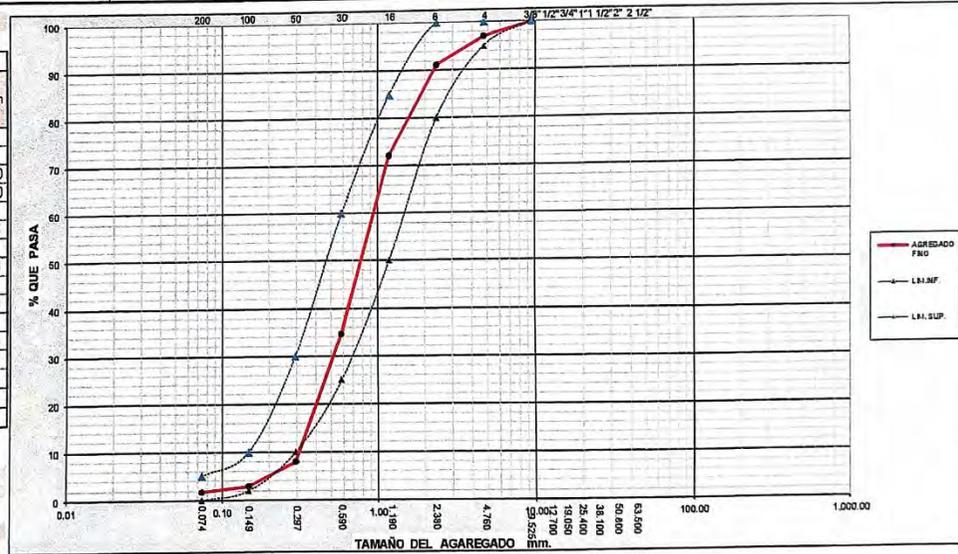
**Cantera M.Olano**  
**Agregado fino para concreto**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

|            |                                                                                                                                                             |                                       |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| PROYECTO:  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA    |
| TESISTAS:  | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             | AGREGADO FINO                         | ZARANDEADA |
| UBICACIÓN: | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                |                                       | M. OLAND   |
| FECHA:     | 07 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       |            |

| AGREGADO FINO (ARENA) |              |                   |                    | ARENA ZARANDEADA     |          |            |
|-----------------------|--------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|
| Tamices ASTM          | Abertura mm. | Peso Retenido gr. | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | Cue Pasa | Graduación |
| 3/8"                  | 9.525        |                   |                    | 100.00               | 100.00   |            |
| 1/4"                  | 6.350        | 7.17              | 1.43               | 1.43                 | 98.57    |            |
| Nro 4                 | 4.750        | 7.61              | 1.52               | 2.96                 | 97.04    | 95         |
| Nro 8                 | 2.380        | 29.45             | 5.89               | 8.85                 | 91.15    | 80         |
| Nro 10                | 2.000        | 13.64             | 2.73               | 11.57                | 88.43    |            |
| Nro 16                | 1.190        | 81.45             | 16.29              | 27.87                | 72.13    | 50         |
| Nro 20                | 0.840        | 95.63             | 19.13              | 46.99                | 53.01    |            |
| Nro 30                | 0.590        | 91.88             | 18.38              | 65.37                | 34.63    | 25         |
| Nro 40                | 0.420        | 84.07             | 16.81              | 82.18                | 17.82    |            |
| Nro 50                | 0.297        | 49.03             | 9.81               | 91.99                | 8.01     | 10         |
| Nro 60                | 0.250        | 22.56             | 4.51               | 96.50                | 3.50     |            |
| Nro 100               | 0.149        | 3.32              | 0.66               | 97.16                | 2.84     | 2          |
| Nro 200               | 0.074        | 5.30              | 1.06               | 98.22                | 1.78     | 0          |
| < Nro.200             |              | 8.88              | 1.78               | 100.00               | 0.00     |            |
| TOTAL                 |              |                   |                    |                      |          |            |
| PESO INC.             | 500.00       | 491.12            | 100.00             |                      |          |            |



NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONA POR LOS SOLICITANTES.  
MÓDULO DE FINEZA ARENA: 2.94

ARENA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR    MALA

Dirección: Calle Lambayeque N° 170 -172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.S. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
JUANJO H. SOBSONHERNANDEZ  
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

MAGMA S.A.S. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ING. ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS  
INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS  
RESPONSABLE - CIP: 88274

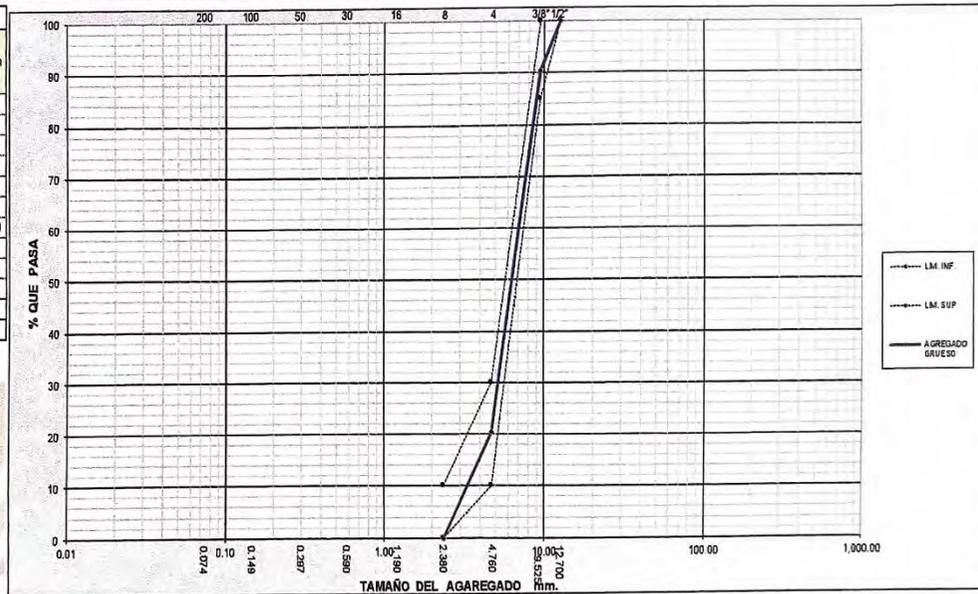
## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

|            |                                                                                                                                                             |                                       |                                        |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| PROYECTO:  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                                       |                                        |
| TESISTAS:  | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>SEGUNDO CÉSAR TOCOTO CARRANZA                                                                                            | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA                                |
| UBICACIÓN: | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 3/8" - CHANCADA<br>ARENERA JAÉN |
| FECHA:     | 07 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       |                                        |

| Tamices ASTM | Abertura mm | Peso Retenido (gr) | %                |                    | Que Pasa | Graduación |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
|              |             |                    | Retenido Parcial | Retenido Acumulado |          |            |
| 3"           | 76.200      |                    |                  |                    |          |            |
| 2"           | 50.800      |                    |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"       | 38.100      |                    |                  |                    |          |            |
| 3/4"         | 19.050      |                    |                  |                    |          |            |
| 1/2"         | 12.700      |                    |                  |                    | 100.00   | 100        |
| 3/8"         | 9.525       | 130.00             | 9.52             | 9.52               | 90.48    | 85 100     |
| 1/4"         | 6.350       | 558.00             | 40.85            | 50.37              | 49.63    |            |
| Nro 4        | 4.760       | 398.00             | 29.14            | 79.50              | 20.50    | 10 30      |
| Nro 8        | 2.380       | 280.00             | 20.50            | 100.0              | 0.00     | 0 10       |
| TOTAL        |             |                    |                  |                    |          |            |
| PESO NC:     | 1,366.00    | 1,366.00           | 100.00           |                    |          |            |



Observaciones:  
Agregado para elaborar concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONA POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

Dirección: Calle Lambayeque N° 170 -172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. JAVIER H. SORBERÓN HERRERA  
CENTRO LABORATORIAL

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. JAVIER H. SORBERÓN HERRERA  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80254



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 1/2"



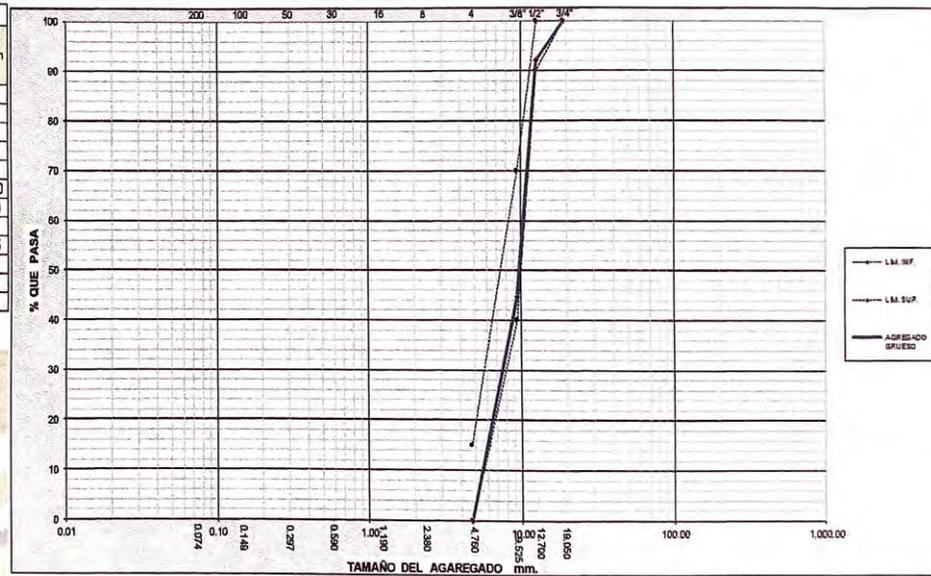


OBRAS Y PROYECTOS HIDRAULICOS, VIALES  
 HIDROENERGETICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Email: magma\_06220060@yahoo.es

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

|             |                                                                                                                                                             |                                       |                        |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| PROYECTO :  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                                       |                        |
| TESTISTAS : | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA                |
| UBICACIÓN : | SEGUNDO CÉSAR TOCOTO CARRANZA                                                                                                                               | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 1/2" - CHANCADA |
| FECHA :     | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                |                                       | ARENERA JAÉN           |
|             | 07 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       |                        |

| Tamices ASTM | Abertura mm. | Peso Retenido (g) | %                |                    | Que Pasa | Graduación |
|--------------|--------------|-------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
|              |              |                   | Retenido Parcial | Retenido Acumulado |          |            |
| 3"           | 76.200       |                   |                  |                    |          |            |
| 2"           | 50.800       |                   |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"       | 38.100       |                   |                  |                    |          |            |
| 1"           | 25.400       |                   |                  |                    |          |            |
| 3/4"         | 19.050       |                   |                  |                    | 100.00   | 100        |
| 1/2"         | 12.700       | 228.00            | 7.84             | 7.84               | 92.16    | 90         |
| 3/8"         | 9.525        | 1380.00           | 47.46            | 55.30              | 44.70    | 40         |
| 1/4"         | 6.350        | 798.00            | 27.44            | 82.74              | 17.26    | 70         |
| Nº 4         | 4.750        | 502.00            | 17.26            | 100.00             | 0.00     | 0          |
| TOTAL        |              |                   |                  |                    |          |            |
| PESO NC.     | 2.908.00     | 2.908.00          | 100.00           |                    |          |            |



Observaciones:  
 Agregado para elaborar concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONAL POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

Dirección: Calle Lambayeque N° 170 -172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Ing. Rosmery Celinda Delgado Riveros  
 INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS  
 TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Ing. William Delgado Riveros  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80284

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 3/4''$



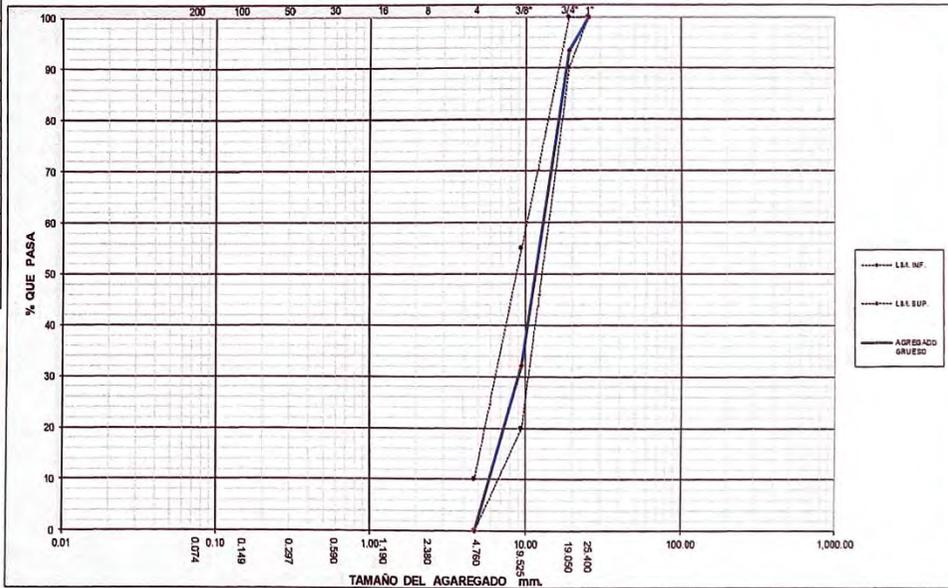


OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

|             |                                                                                                                                                             |                                       |                        |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| PROYECTO :  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                                       |                        |
| TESISTAS :  | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA                |
| UBICACION : | SEGUNDO CÉSAR TOCOTO CARRANZA                                                                                                                               |                                       |                        |
| FECHA :     | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 3/4" - CHANCADA |
|             | 07 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       | ARENERA JAÉN           |

| Tamices ASTM | Abertura mm | Peso Retenido (gr) | %                |                    | Que Pasa | Graduación |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------|
|              |             |                    | Retenido Parcial | Retenido Acumulado |          |            |
| 3"           | 76.200      |                    |                  |                    |          |            |
| 2"           | 50.800      |                    |                  |                    |          |            |
| 1 1/2"       | 38.100      |                    |                  |                    |          |            |
| 1"           | 25.400      |                    |                  |                    | 100.00   | 100        |
| 3/4"         | 19.050      | 350.00             | 6.58             | 6.58               | 93.42    | 90         |
| 1/2"         | 12.700      | 1960.00            | 36.84            | 43.42              | 56.58    |            |
| 3/8"         | 9.525       | 1300.00            | 24.44            | 67.86              | 32.14    | 20         |
| 1/4"         | 6.350       | 960.00             | 18.05            | 85.90              | 14.10    |            |
| Nro 4        | 4.760       | 750.00             | 14.10            | 100.00             | 0.00     | 0          |
| TOTAL        |             |                    |                  |                    |          |            |
| PESO NC.     | 5,320.00    | 5,320.00           | 100.00           |                    |          |            |



NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONAL PARA LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

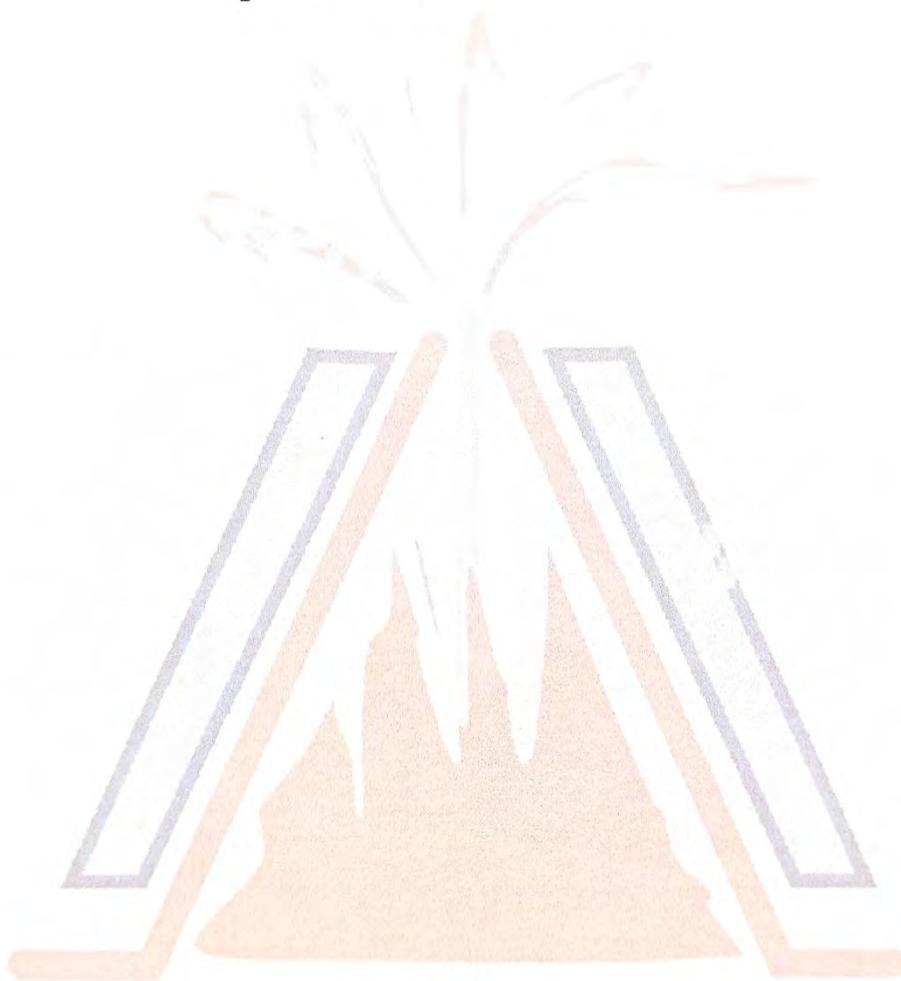
Dirección: Calle Lambayeque N° 170 -172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SODERON HERRERA/  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Wilmar Pedigado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1''$



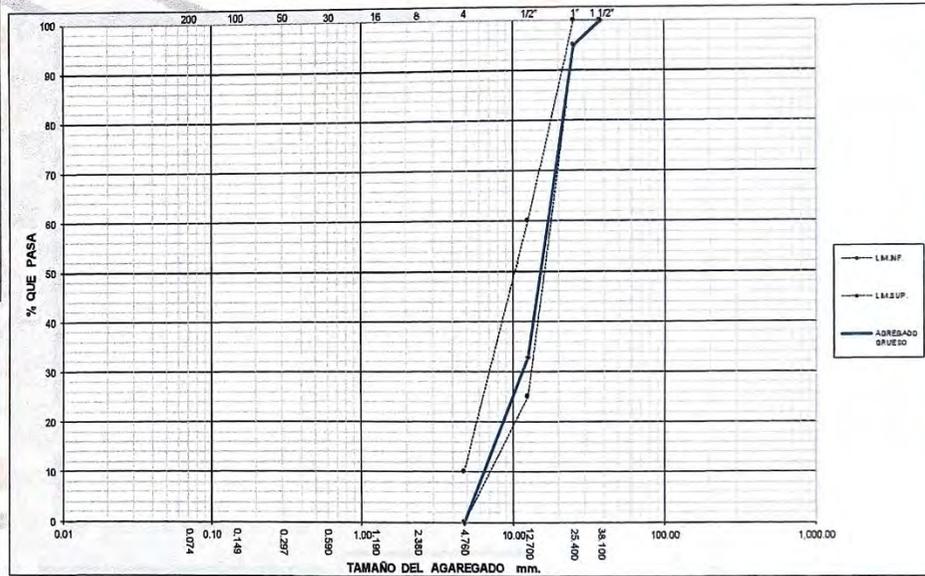


GRUPOS Y PROYECTOS HIPERAJUJOS, VALES  
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Email: magma\_sac2006@yahoo.es

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

|             |                                                                                                                                                             |                                       |                      |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| PROYECTO :  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA              |
| TESISTAS :  | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>SEGUNDO CESAR TOCOTO CARRANZA                                                                                            | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 1" - CHANCADA |
| UBICACIÓN : | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                |                                       | ARENERA JAÉN         |
| FECHA :     | 10 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       |                      |

| Tmallas<br>STM | Abertura mm. | Peso<br>Retenido<br>(gr) | %                   |                       | Que<br>Pasa | Especificación |
|----------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-------------|----------------|
|                |              |                          | Retenido<br>Parcial | Retenido<br>Acumulado |             |                |
| 3"             | 76.200       |                          |                     |                       |             |                |
| 2"             | 50.800       |                          |                     |                       |             |                |
| 1 1/2"         | 38.100       |                          |                     |                       | 100.00      | 100.00         |
| 1"             | 25.400       | 524.00                   | 5.00                | 5.00                  | 95.00       | 95             |
| 3/4"           | 19.050       | 3220.00                  | 30.74               | 35.74                 | 64.26       |                |
| 1/2"           | 12.700       | 3280.00                  | 31.31               | 67.05                 | 32.95       | 25             |
| 3/8"           | 9.525        | 1275.00                  | 12.17               | 79.23                 | 20.77       |                |
| 1/4"           | 6.350        | 1129.00                  | 10.78               | 90.00                 | 10.00       |                |
| Nº 4           | 4.750        | 1047.00                  | 10.00               | 100.00                | 0.00        | 0              |
| TOTAL          |              |                          |                     |                       |             |                |
| PESO INC.      | 10,475.00    | 10,475.00                |                     |                       |             |                |



NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONADA POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

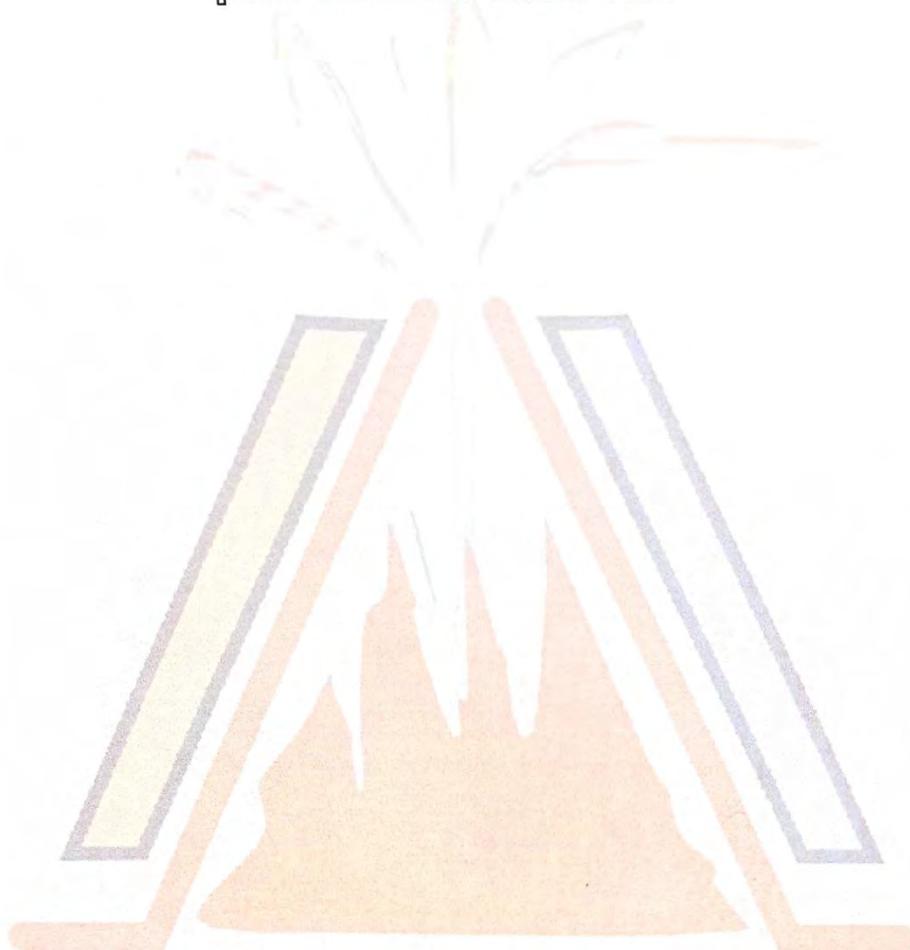
Dirección: Calle Lambayeque N° 170 - 172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
 DE MECÁNICA DE SUELOS  
 INGENIERO RESPONSABLE  
 INGENIERO TÉCNICO LABORATORISTA  
 ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
 DE MECÁNICA DE SUELOS  
 INGENIERO RESPONSABLE  
 ING. GABRIEL J. GONZALO PÉREZ  
 INGENIERO RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 11/2<sup>o</sup>





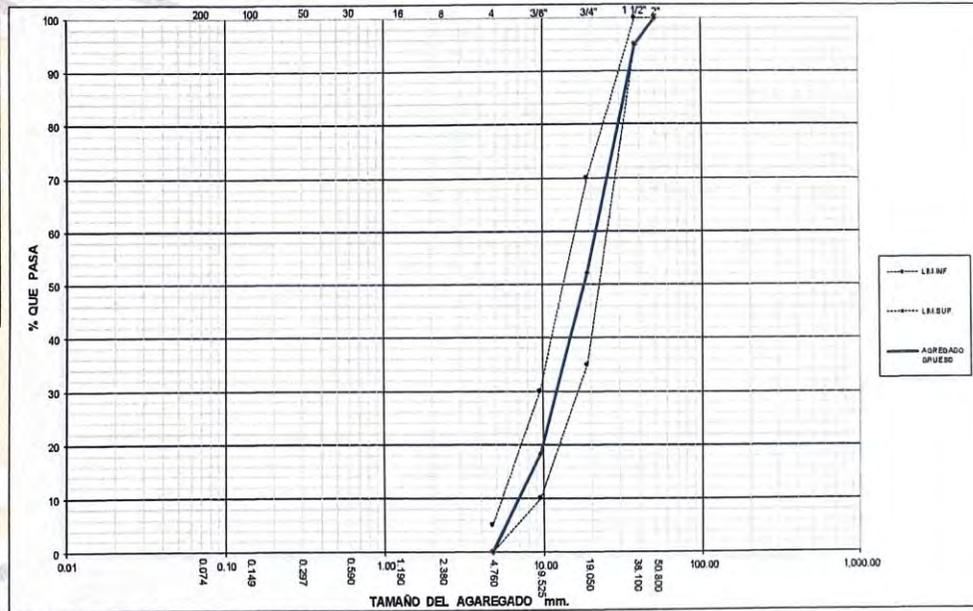
GRABAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

Email: magma\_sac2006@yahoo.es

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA CONCRETO

|            |                                                                                                                                                             |                                       |                          |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| PROYECTO:  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                                       |                          |
| TESISTAS:  | ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA                  |
| UBICACIÓN: | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 1 1/2" - CHANCADA |
| FECHA:     | 11 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       | ARENERA JAÉN             |

| AGREGADO GRUESO (GRAVA) |             |                    |                    | GRAVA ZARAND.        |          |                |
|-------------------------|-------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------|----------------|
| Tamices ASTM            | Abertura mm | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | Que Pasa | Especificación |
| 3"                      | 76.200      |                    |                    |                      |          |                |
| 2"                      | 50.800      |                    |                    |                      | 100.00   | 100.00         |
| 1 1/2"                  | 38.100      | 753.00             | 5.00               | 5.00                 | 95.00    | 95 100         |
| 1"                      | 25.400      | 3341.00            | 22.18              | 27.18                | 72.82    |                |
| 3/4"                    | 19.050      | 3087.00            | 20.56              | 47.75                | 52.25    | 35 70          |
| 1/2"                    | 12.700      | 2970.00            | 19.72              | 67.47                | 32.53    |                |
| 3/8"                    | 9.525       | 2139.00            | 14.20              | 81.67                | 18.33    | 10 30          |
| 1/4"                    | 6.350       | 1780.00            | 11.82              | 93.49                | 6.51     |                |
| Nro 4                   | 4.760       | 980.00             | 6.51               | 100.00               | 0.00     | 0 5            |
| TOTAL:                  |             |                    |                    |                      |          |                |
| PESO INC.               | 15,060.00   | 15,060.00          |                    |                      |          |                |



NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONADA POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

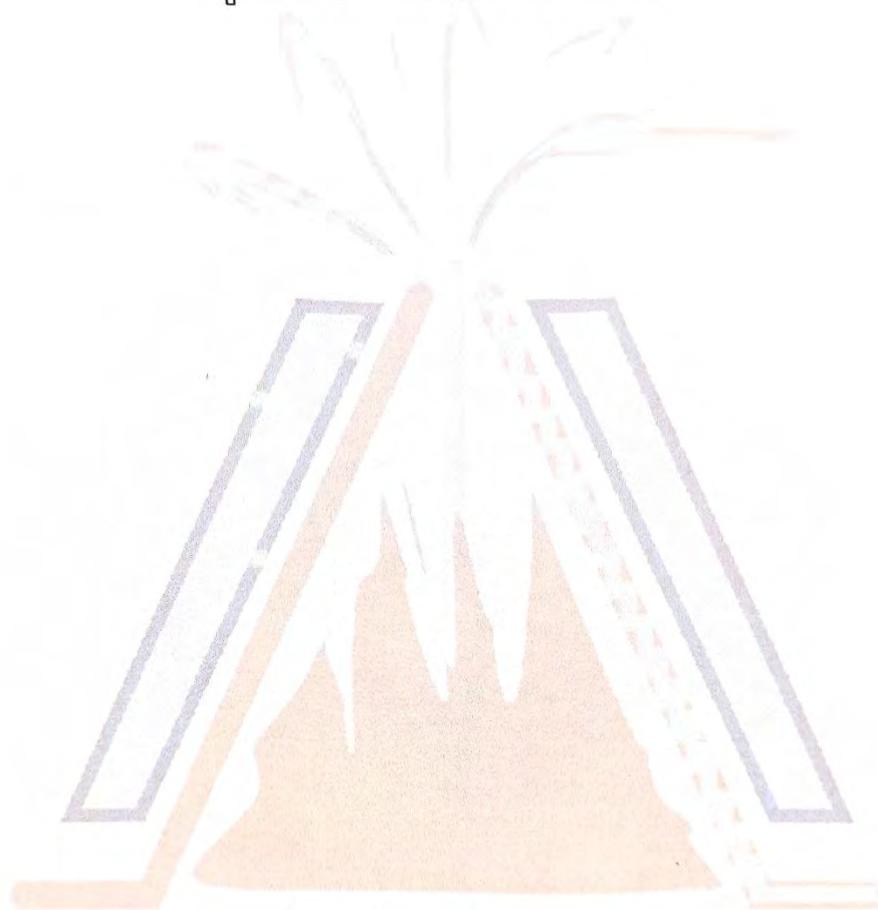
Dirección: Calle Lambayeque N° 170 -172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. VICTOR DELGADO PÉREZ  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 2''$

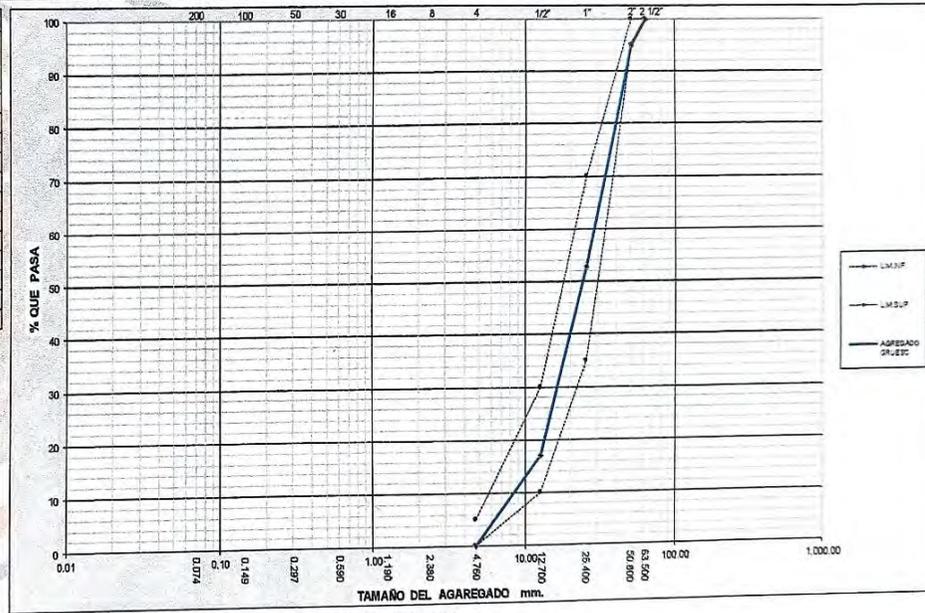


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

|           |                                                                                                                                                             |                                       |                      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| PROYECTO  | VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                                       |                      |
| TESISTAS  | ROSMERY DELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             | MATERIAL PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO | CANTERA              |
|           | SEGUNDO CÉSAR TOCOTO CARRANZA                                                                                                                               |                                       |                      |
| UBICACIÓN | DIST. JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                                | AGREGADO GRUESO                       | T.M.N. 2" - CHANCADA |
| FECHA     | 11 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                                       | ARENERA JAÉN         |

| AGREGADO GRUESO (GRAVA) |              |                    | GRAVA ZARAND.    |                    |          |                |
|-------------------------|--------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|----------------|
| Tamices ASTM            | Apertura mm. | Peso Retenido (gr) | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Que Pasa | Especificación |
| 2.5"                    | 63.500       |                    |                  |                    | 100.00   | 100            |
| 2"                      | 50.800       | 1007.00            | 5.00             | 5.00               | 95.00    | 95 100         |
| 1 1/2"                  | 38.100       | 4513.00            | 22.40            | 27.39              | 72.61    |                |
| 1"                      | 25.400       | 3995.00            | 19.83            | 47.22              | 52.78    | 35 70          |
| 3/4"                    | 19.050       | 3703.00            | 18.38            | 65.60              | 34.40    |                |
| 1/2"                    | 12.700       | 3494.00            | 17.34            | 82.94              | 17.06    | 10 30          |
| 3/8"                    | 9.525        | 1423.00            | 7.06             | 90.00              | 10.00    |                |
| 1/4"                    | 6.350        | 1008.00            | 5.00             | 95.00              | 5.00     |                |
| Nº 4                    | 4.750        | 1007.00            | 5.00             | 100.00             | 0.00     | 0 5            |
| TOTAL                   |              |                    |                  |                    |          |                |
| PESO INC.               | 20,150.00    | 20,150.00          |                  |                    |          |                |

Observaciones:  
Agregados para elaborar concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .



NOTA: LA MUESTRA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS FUE PROPORCIONADA POR LOS SOLICITANTES.

GRAVA :    EXCELENTE     MUY BUENA     BUENA     REGULAR     MALA

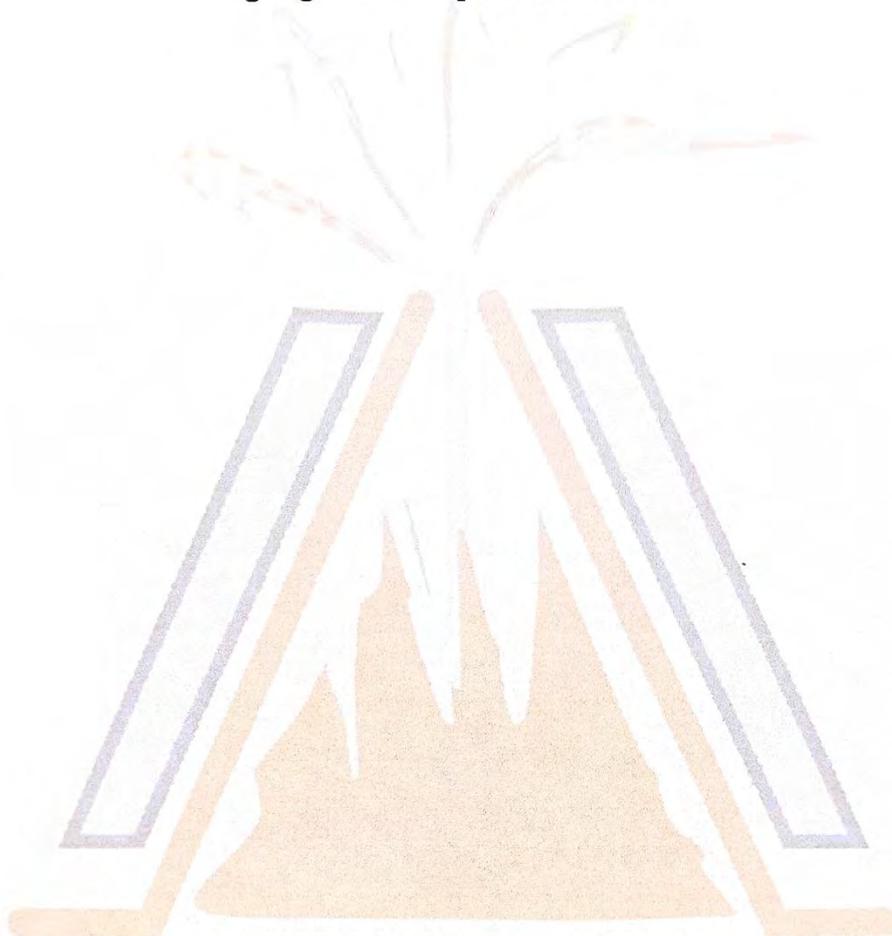
Dirección: Calle Lambayeque N° 170 - 172 Jaén

Teléfono: (076) 43 2587

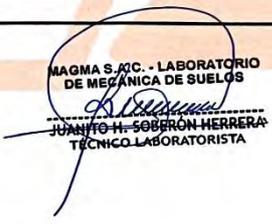
**MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
JANETH SUPERON HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

**MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**Cantera M.Olano**  
**Agregado fino para concreto**



| GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO                          |                                                                                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Método ASTM C - 128                                                       |                                                                                                                                                               |         |
| <b>TESISTAS</b>                                                           | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |         |
| <b>PROYECTO</b>                                                           | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |         |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                          | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |         |
| <b>CANTERA</b>                                                            | : OLANO                                                                                                                                                       |         |
| <b>MUESTRA</b>                                                            | : AGREGADO FINO                                                                                                                                               |         |
| <b>FECHA</b>                                                              | : 14 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |         |
| DATOS                                                                     |                                                                                                                                                               |         |
| A = Peso en el aire de la muestra desecada (gr)                           |                                                                                                                                                               | 488.50  |
| B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)                        |                                                                                                                                                               | 801.00  |
| C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr) |                                                                                                                                                               | 1107.50 |
| S = Peso de la muestra Saturada con superficie seca (gr)                  |                                                                                                                                                               | 500.00  |
| CÁLCULOS                                                                  |                                                                                                                                                               |         |
| Peso Específico Aparente                                                  | $A/(B+S-C)$                                                                                                                                                   | 2.52    |
| Peso Específico Aparente S:S:S.                                           | $S/(B+S-C)$                                                                                                                                                   | 2.58    |
| Peso Específico Nominal                                                   | $A/(B+A-C)$                                                                                                                                                   | 2.68    |
| Absorción %                                                               | $100*(S-A)/A$                                                                                                                                                 | 2.35    |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |         |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |         |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |         |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |         |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |         |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |         |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 3/8"                                                                                                                                                        |         |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |         |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |         |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         |                                                                                                                                                               | 3645.00 |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) |                                                                                                                                                               | 3702.00 |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              |                                                                                                                                                               | 2326.00 |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |         |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.65    |
| Peso Específico Aparente S:S:S.                                     | $B/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.69    |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$                                                                                                                                                     | 2.76    |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$                                                                                                                                                 | 1.56    |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE / CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1/2''$



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |      |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |      |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |      |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |      |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |      |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |      |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 1/2"                                                                                                                                                        |      |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |      |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |      |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         | 3608.50                                                                                                                                                       |      |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) | 3659.50                                                                                                                                                       |      |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              | 2299.00                                                                                                                                                       |      |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |      |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.65 |
| Peso Específico Aparente S:S:S.                                     | $B/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.69 |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$                                                                                                                                                     | 2.76 |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$                                                                                                                                                 | 1.41 |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SUBBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Buesta  
ING. RESPONSABLE - CIE 58121

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 3/4"



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |         |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |         |
|                                                                     | : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                |         |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |         |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |         |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |         |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |         |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 3/4"                                                                                                                                                        |         |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |         |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |         |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         |                                                                                                                                                               | 3692.00 |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) |                                                                                                                                                               | 3730.50 |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              |                                                                                                                                                               | 2345.50 |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |         |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.67    |
| Peso Específico Aparente S:S:S.                                     | $B/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.69    |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$                                                                                                                                                     | 2.74    |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$                                                                                                                                                 | 1.04    |

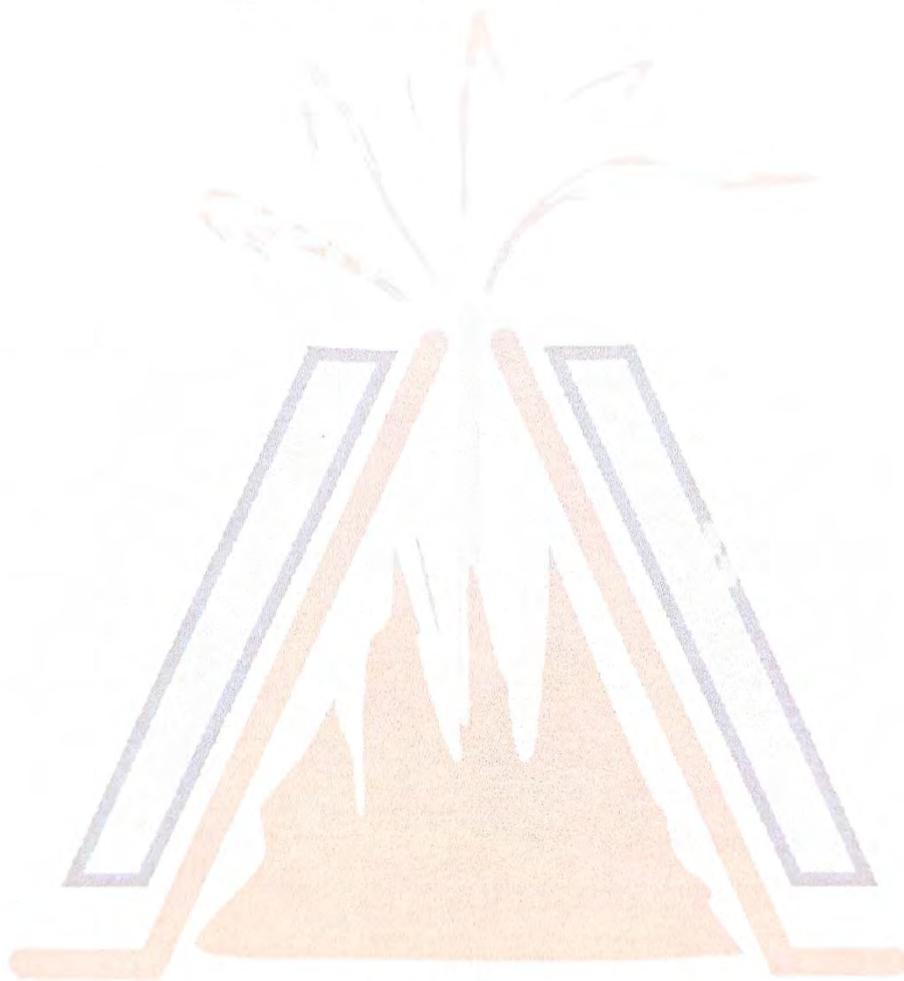
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE CIP 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1^{\text{er}}$



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 1"                                                                                                                                                          |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 10 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         | 4083.50                                                                                                                                                       |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) | 4132.00                                                                                                                                                       |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              | 2601.50                                                                                                                                                       |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$ 2.67                                                                                                                                                |
| Peso Específico Aparente S:S.S.                                     | $B/(B-C)$ 2.70                                                                                                                                                |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$ 2.76                                                                                                                                                |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$ 1.19                                                                                                                                            |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Questa  
ING. RESPONSABLE / CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1\frac{1}{2}''$



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |      |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |      |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |      |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |      |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |      |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |      |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 1 1/2"                                                                                                                                                      |      |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |      |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |      |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         | 4669.00                                                                                                                                                       |      |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) | 4715.00                                                                                                                                                       |      |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              | 2973.00                                                                                                                                                       |      |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |      |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.68 |
| Peso Específico Aparente S:S:S.                                     | $B/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.71 |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$                                                                                                                                                     | 2.75 |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$                                                                                                                                                 | 0.99 |

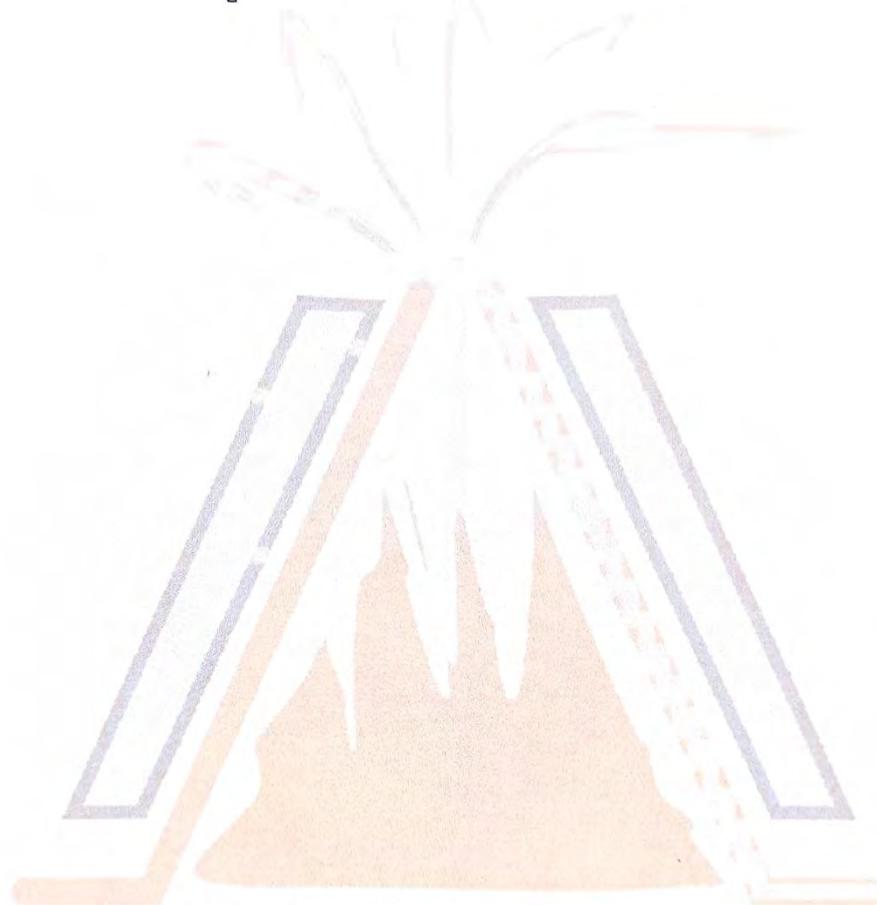
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{m\acute{a}x} 2''$



| PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO                      |                                                                                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Método ASTM C - 127                                                 |                                                                                                                                                               |         |
| <b>TESISTAS</b>                                                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |         |
|                                                                     | : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                |         |
| <b>PROYECTO</b>                                                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |         |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |         |
| <b>CANTERA</b>                                                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |         |
| <b>MUESTRA</b>                                                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |         |
| <b>T.M.N.</b>                                                       | : 2"                                                                                                                                                          |         |
| <b>FECHA</b>                                                        | : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |         |
| DATOS                                                               |                                                                                                                                                               |         |
| A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)                         |                                                                                                                                                               | 4598.50 |
| B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) |                                                                                                                                                               | 4630.00 |
| C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)              |                                                                                                                                                               | 2933.50 |
| CÁLCULOS                                                            |                                                                                                                                                               |         |
| Peso Específico Aparente                                            | $A/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.71    |
| Peso Específico Aparente S:S.S.                                     | $B/(B-C)$                                                                                                                                                     | 2.73    |
| Peso Específico Nominal                                             | $A/(A-C)$                                                                                                                                                     | 2.76    |
| Absorción %                                                         | $100*(B-A)/A$                                                                                                                                                 | 0.69    |

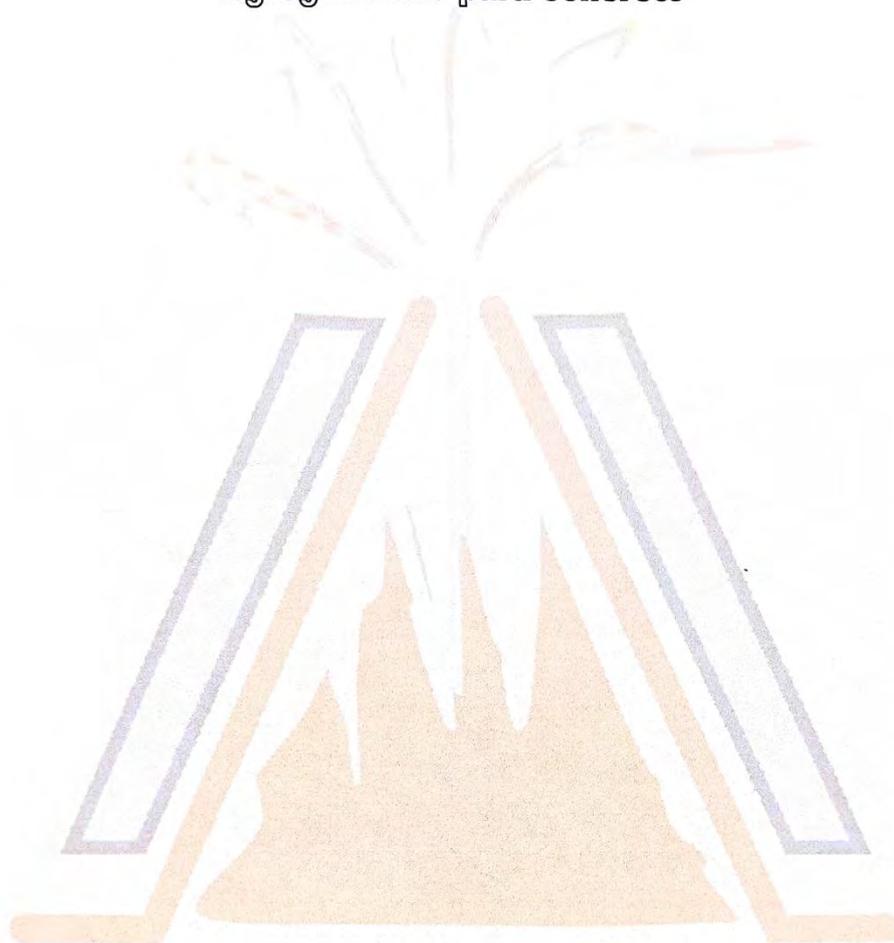
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP: 58121

Cantera M.Olano  
Agregado fino para concreto

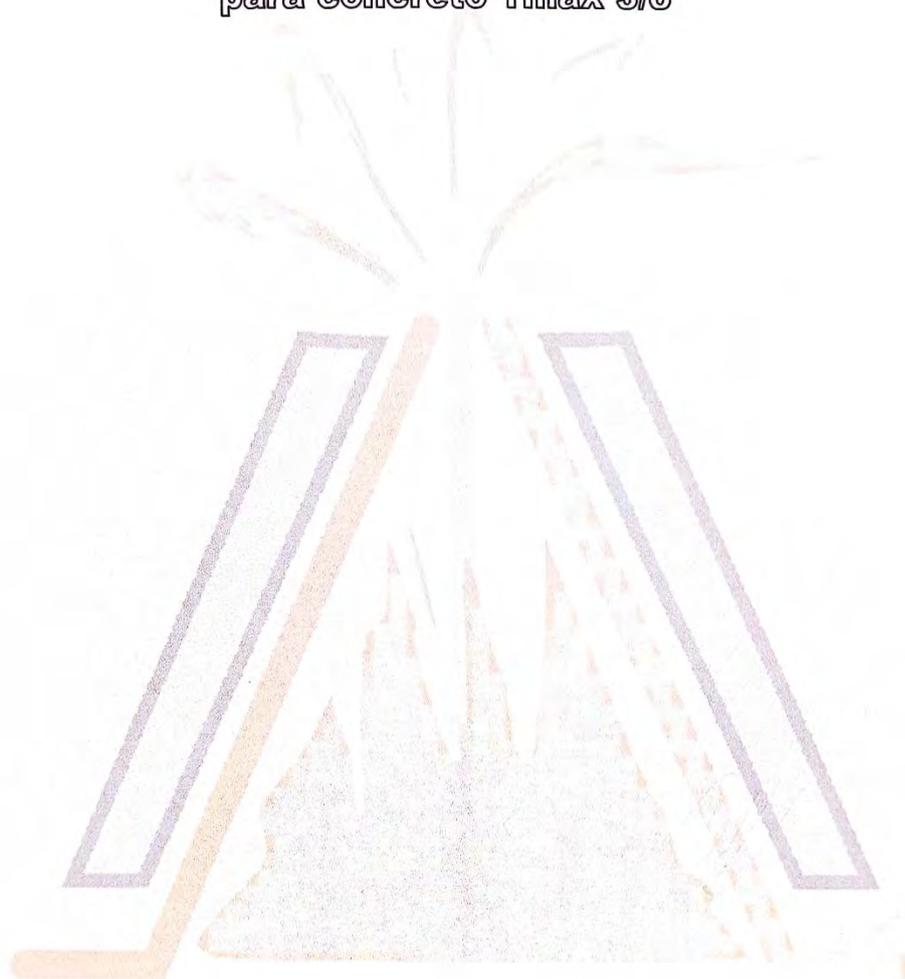


| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                           |                   |                           |                   |          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>CANTERA</b> : OLANO                                                                                                                                                        |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b> : AGREGADO FINO                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b> : 15 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10240                     | 3260              | 1.562    | 1.560             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10230                     | 3250              | 1.557    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10240                     | 3260              | 1.562    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10680                     | 3700              | 1.773    | 1.776             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10670                     | 3690              | 1.768    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10710                     | 3730              | 1.787    |                   |

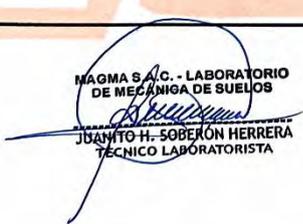
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBRRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>CANtera</b> : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                    |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                                 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>T.M.N.</b> : 3/8"                                                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b> : 07 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                   |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                   | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 9770                      | 2790              | 1.337    | 1.335             |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 9770                      | 2790              | 1.337    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 9760                      | 2780              | 1.332    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                   | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10040                     | 3060              | 1.466    | 1.474             |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10050                     | 3070              | 1.471    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10080                     | 3100              | 1.485    |                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1/2''$



| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO |                                                                                                                                                               |                           |                   |          |                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b>                     | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b>                     | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b>                    | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |                           |                   |          |                   |
| <b>CANTERA</b>                      | : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b>                      | : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                             |                           |                   |          |                   |
| <b>T.M.N.</b>                       | : 1/2"                                                                                                                                                        |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b>                        | : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>      |                                                                                                                                                               |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                      | VOLUMEN DEL MOLDE                                                                                                                                             | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 9940                      | 2960              | 1.418    | 1.428             |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 9960                      | 2980              | 1.428    |                   |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 9980                      | 3000              | 1.437    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>   |                                                                                                                                                               |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                      | VOLUMEN DEL MOLDE                                                                                                                                             | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 10140                     | 3160              | 1.514    | 1.524             |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 10160                     | 3180              | 1.524    |                   |
| 6980                                | 2087                                                                                                                                                          | 10180                     | 3200              | 1.533    |                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUAN P. H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{m\acute{a}x} 3/4''$

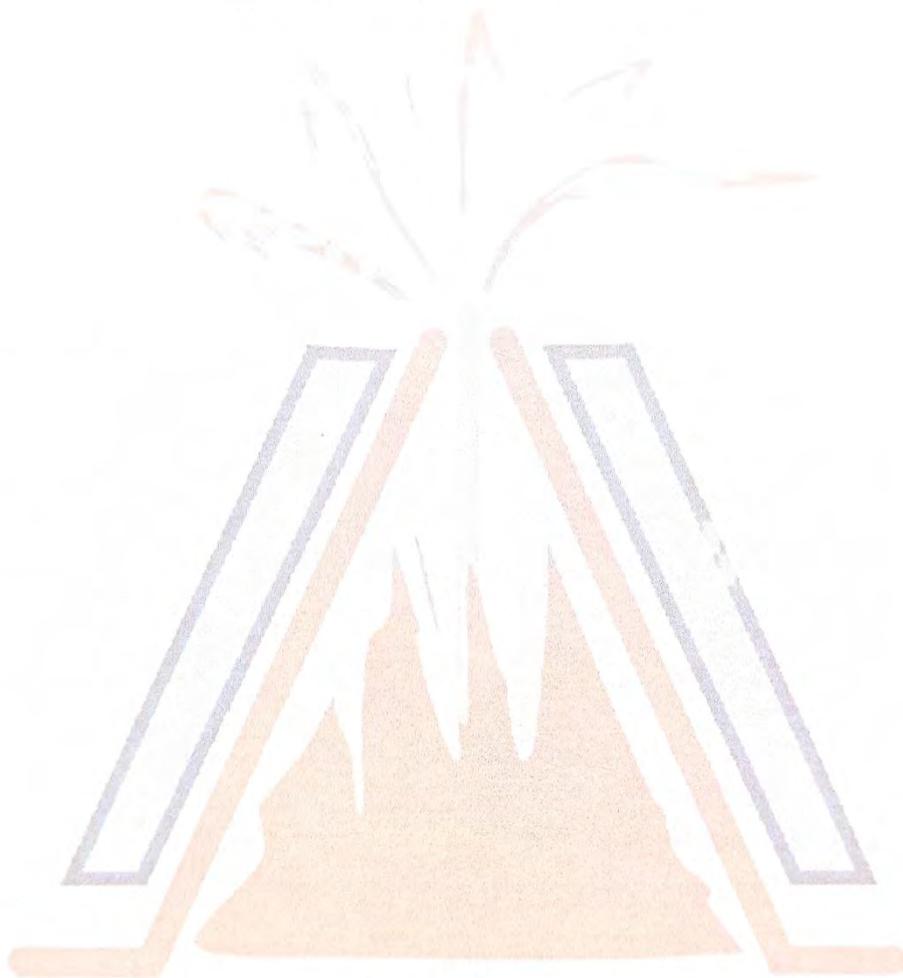


| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                           |                   |          |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA<br><b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023<br><b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA<br><b>CANTERA</b> : ARENERA JAÉN<br><b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO<br><b>T.M.N.</b> : 3/4"<br><b>FECHA</b> : 09 DE NOVIEMBRE DEL 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 9980                      | 3000              | 1.437    | 1.429             |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 9960                      | 2980              | 1.428    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 9950                      | 2970              | 1.423    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 10300                     | 3320              | 1.591    | 1.586             |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 10290                     | 3310              | 1.586    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2087              | 10280                     | 3300              | 1.581    |                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBORÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - C.D. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1''$



| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>CANtera</b> : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                    |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                                 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>T.M.N.</b> : 1"                                                                                                                                                               |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b> : 10 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                   |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                   | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10120                     | 3140              | 1.505    | 1.493             |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10090                     | 3110              | 1.490    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10080                     | 3100              | 1.485    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                   | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10330                     | 3350              | 1.605    | 1.610             |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10340                     | 3360              | 1.610    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                             | 2087              | 10350                     | 3370              | 1.615    |                   |

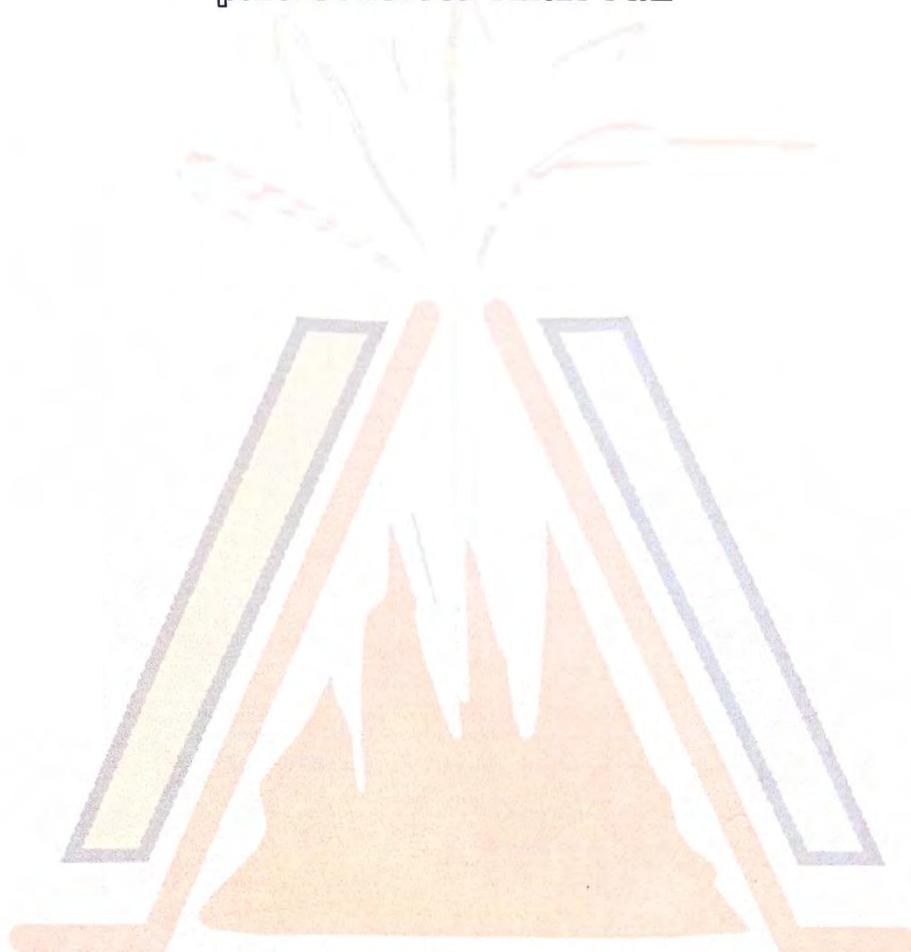
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Sobrón Herrera*  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Luis G. Meléndez Ruesta*  
Luis G. Meléndez Ruesta  
ING. RESPONSABLE - CIP-38121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1\frac{1}{2}''$



| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                           |                   |                           |                   |          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>CANTERA</b> : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>T.M.N.</b> : 1 1/2"                                                                                                                                                        |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b> : 11 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10140                     | 3160              | 1.514    | 1.517             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10140                     | 3160              | 1.514    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10160                     | 3180              | 1.524    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10370                     | 3390              | 1.624    | 1.620             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10350                     | 3370              | 1.615    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10360                     | 3380              | 1.620    |                   |

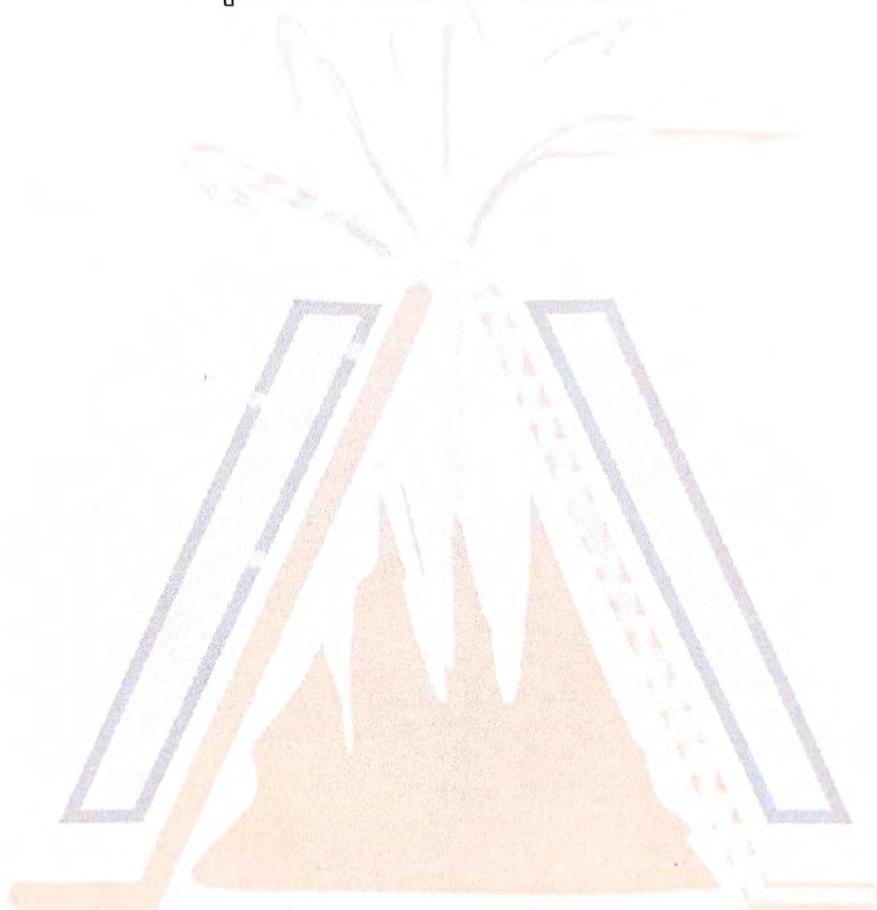
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANJO H. SUBERON HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Mejía Tuesta  
ING. RESPONSABLE CIP. 58121

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 2^{o}$



| PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO                                                                                                                                           |                   |                           |                   |          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| <b>TESISTAS</b> : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>PROYECTO</b> : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                          |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>CANTERA</b> : ARENERA JAÉN                                                                                                                                                 |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>MUESTRA</b> : AGREGADO GRUESO                                                                                                                                              |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>T.M.N.</b> : 2"                                                                                                                                                            |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>FECHA</b> : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |                   |                           |                   |          |                   |
| <b>Peso volumétrico suelto</b>                                                                                                                                                |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 9930                      | 2950              | 1.414    | 1.412             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 9940                      | 2960              | 1.418    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 9910                      | 2930              | 1.404    |                   |
| <b>Peso volumétrico varillado</b>                                                                                                                                             |                   |                           |                   |          |                   |
| PESO DEL MOLDE                                                                                                                                                                | VOLUMEN DEL MOLDE | PESO DEL MOLDE + MATERIAL | PESO DEL MATERIAL | DENSIDAD | DENSIDAD PROMEDIO |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10310                     | 3330              | 1.596    | 1.607             |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10340                     | 3360              | 1.610    |                   |
| 6980                                                                                                                                                                          | 2087              | 10350                     | 3370              | 1.615    |                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JOAQUÍN H. SOBERÓN HERBEIN  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 58121

**ANEXO 5**

**ENSAYOS DEL CONCRETO**

**EN ESTADO FRESCO**

**Ensayo de asentamiento (Slump)**

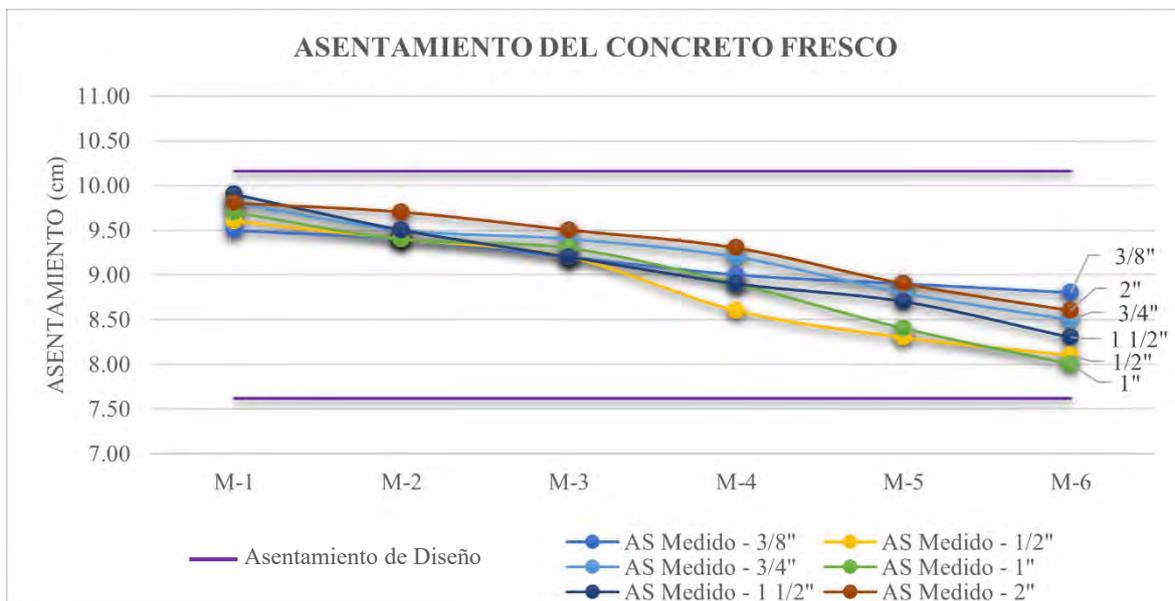
**Tabla 42**

*Resultados del ensayo de asentamiento del concreto*

| ASENTAMIENTO / SLUMP (cm)          |                             |                                |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO | ASENTAMIENTO DE DISEÑO (cm) | ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (AS) |         |         |         |         |         |
| 3/8"                               | 7.62 a 10.16                | AS -A1                         | AS -A2  | AS -A3  | AS -A4  | AS -A5  | AS -A6  |
|                                    |                             | 9.50                           | 9.40    | 9.20    | 9.00    | 8.90    | 8.80    |
| 1/2"                               |                             | AS - B1                        | AS - B2 | AS - B3 | AS - B4 | AS - B5 | AS - B6 |
|                                    |                             | 9.60                           | 9.40    | 9.20    | 8.60    | 8.30    | 8.10    |
| 3/4"                               |                             | AS - C1                        | AS - C2 | AS - C3 | AS - C4 | AS - C5 | AS - C6 |
|                                    |                             | 9.80                           | 9.50    | 9.40    | 9.20    | 8.80    | 8.50    |
| 1"                                 |                             | AS - D1                        | AS - D2 | AS - D3 | AS - D4 | AS - D5 | AS - D6 |
|                                    |                             | 9.70                           | 9.40    | 9.30    | 8.90    | 8.40    | 8.00    |
| 1 1/2"                             |                             | AS - E1                        | AS - E2 | AS - E3 | AS - E4 | AS - E5 | AS - E6 |
|                                    |                             | 9.90                           | 9.50    | 9.20    | 8.90    | 8.70    | 8.30    |
| 2"                                 |                             | AS - F1                        | AS - F2 | AS - F3 | AS - F4 | AS - F5 | AS - F6 |
|                                    |                             | 9.80                           | 9.70    | 9.50    | 9.30    | 8.90    | 8.60    |

**Figura 49**

*Asentamiento del concreto*



**Ensayo de peso unitario**

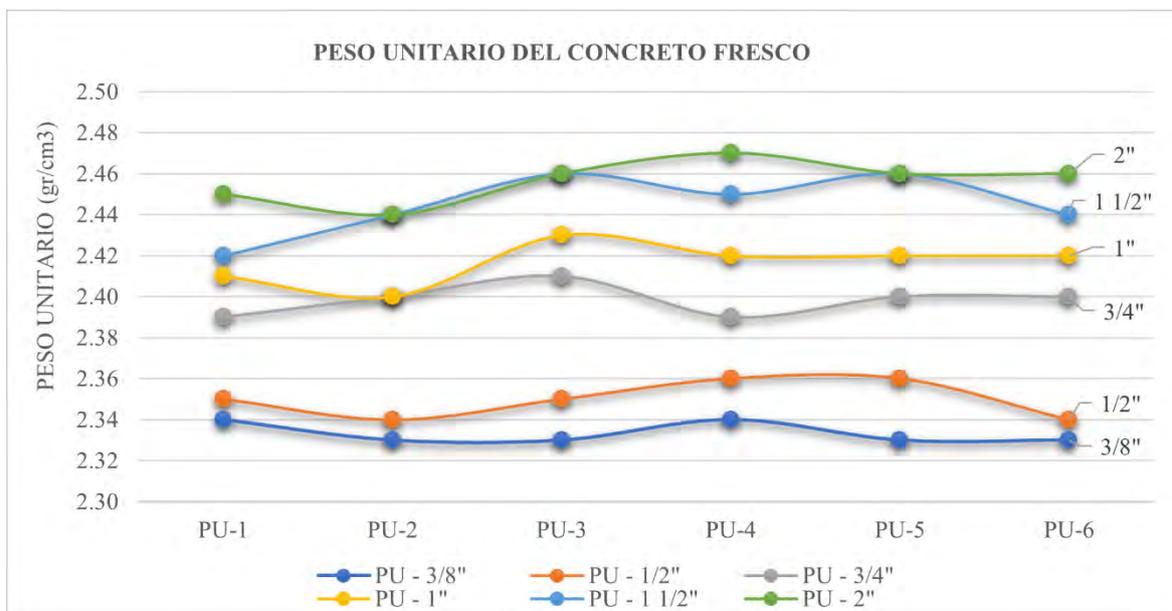
**Tabla 43**

*Resultados del ensayo de peso unitario del concreto*

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (gr/cm3)</b> |                                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO</b>  | <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (PU)</b> |                        |                        |                        |                        |                        |
| <b>3/8"</b>                                | <b>PU - A1</b><br>2.34                 | <b>PU - A2</b><br>2.33 | <b>PU - A3</b><br>2.33 | <b>PU - A4</b><br>2.34 | <b>PU - A5</b><br>2.33 | <b>PU - A6</b><br>2.33 |
| <b>1/2"</b>                                | <b>PU - B1</b><br>2.35                 | <b>PU - B2</b><br>2.34 | <b>PU - B3</b><br>2.35 | <b>PU - B4</b><br>2.36 | <b>PU - B5</b><br>2.36 | <b>PU - B6</b><br>2.34 |
| <b>3/4"</b>                                | <b>PU - C1</b><br>2.39                 | <b>PU - C2</b><br>2.40 | <b>PU - C3</b><br>2.41 | <b>PU - C4</b><br>2.39 | <b>PU - C5</b><br>2.40 | <b>PU - C6</b><br>2.40 |
| <b>1"</b>                                  | <b>PU - D1</b><br>2.41                 | <b>PU - D2</b><br>2.40 | <b>PU - D3</b><br>2.43 | <b>PU - D4</b><br>2.42 | <b>PU - D5</b><br>2.42 | <b>PU - D6</b><br>2.42 |
| <b>1 1/2"</b>                              | <b>PU - E1</b><br>2.42                 | <b>PU - E2</b><br>2.44 | <b>PU - E3</b><br>2.46 | <b>PU - E4</b><br>2.45 | <b>PU - E5</b><br>2.46 | <b>PU - E6</b><br>2.44 |
| <b>2"</b>                                  | <b>PU - F1</b><br>2.45                 | <b>PU - F2</b><br>2.44 | <b>PU - F3</b><br>2.46 | <b>PU - F4</b><br>2.47 | <b>PU - F5</b><br>2.46 | <b>PU - F6</b><br>2.46 |

**Figura 50**

*Peso Unitario del concreto*



**Ensayo de temperatura del concreto**

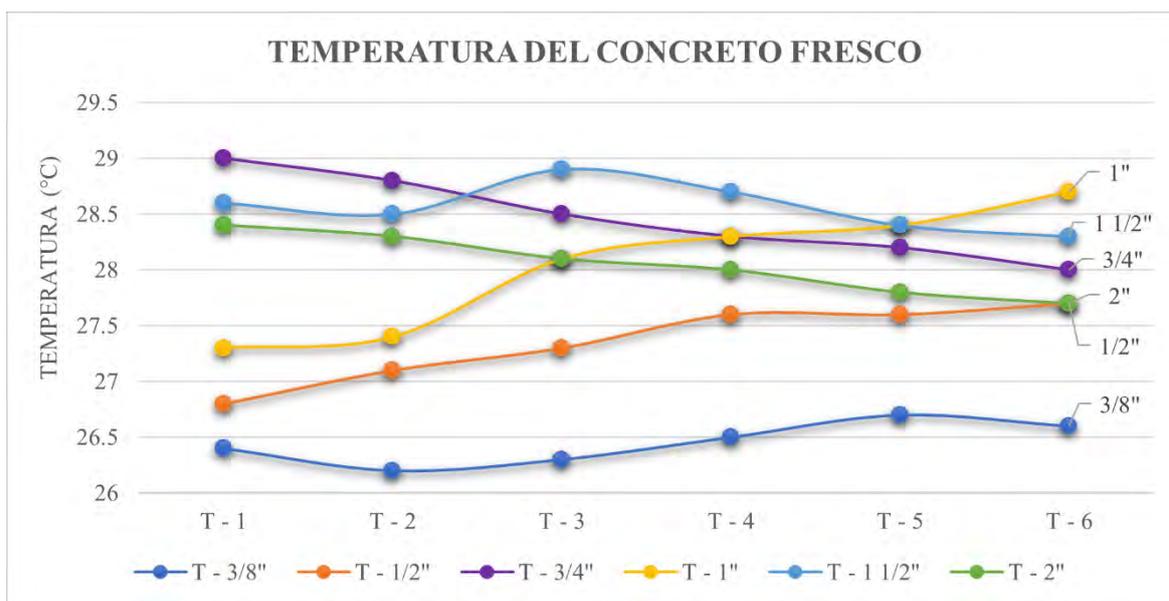
**Tabla 44**

*Resultados del ensayo de temperatura del concreto*

| TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)      |                              |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO | TEMPERATURA DEL CONCRETO (T) |        |        |        |        |        |
| 3/8"                               | T - A1                       | T - A2 | T - A3 | T - A4 | T - A5 | T - A6 |
|                                    | 26.40                        | 26.20  | 26.30  | 26.50  | 26.70  | 26.60  |
| 1/2"                               | T - B1                       | T - B2 | T - B3 | T - B4 | T - B5 | T - B6 |
|                                    | 26.80                        | 27.10  | 27.30  | 27.60  | 27.60  | 27.70  |
| 3/4"                               | T - C1                       | T - C2 | T - C3 | T - C4 | T - C5 | T - C6 |
|                                    | 29.00                        | 28.80  | 28.50  | 28.30  | 28.20  | 28.00  |
| 1"                                 | T - D1                       | T - D2 | T - D3 | T - D4 | T - D5 | T - D6 |
|                                    | 27.30                        | 27.40  | 28.10  | 28.30  | 28.40  | 28.70  |
| 1 1/2"                             | T - E1                       | T - E2 | T - E3 | T - E4 | T - E5 | T - E6 |
|                                    | 28.60                        | 28.50  | 28.90  | 28.70  | 28.40  | 28.30  |
| 2"                                 | T - F1                       | T - F2 | T - F3 | T - F4 | T - F5 | T - F6 |
|                                    | 28.40                        | 28.30  | 28.10  | 28.00  | 27.80  | 27.70  |

**Figura 51**

*Temperatura del concreto*



| ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO<br>ASTM C - 143 / NTP 339.035 / MTC E 703                                                                  |            |                                                                                                                                                                  |         |         |         |         |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                  |            | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                                |         |         |         |         |         |
|                                                                                                                                                                  |            | : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                   |         |         |         |         |         |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                  |            | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |         |         |         |         |         |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                 |            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |         |         |         |         |         |
| <b>CONCRETO</b>                                                                                                                                                  |            | : f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                   |         |         |         |         |         |
| ASENTAMIENTO / SLUMP (Cm)                                                                                                                                        |            |                                                                                                                                                                  |         |         |         |         |         |
| TAMAÑO MÁXIMO<br>NOMINAL DEL<br>AGREGADO                                                                                                                         | FECHA      | MUESTRA - ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (AS)                                                                                                                         |         |         |         |         |         |
| 3/8"                                                                                                                                                             | 26/12/2023 | AS - A1                                                                                                                                                          | AS - A2 | AS - A3 | AS - A4 | AS - A5 | AS - A6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.50                                                                                                                                                             | 9.40    | 9.20    | 9.00    | 8.90    | 8.80    |
| 1/2"                                                                                                                                                             | 03/01/2024 | AS - B1                                                                                                                                                          | AS - B2 | AS - B3 | AS - B4 | AS - B5 | AS - B6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.60                                                                                                                                                             | 9.40    | 9.20    | 8.60    | 8.30    | 8.10    |
| 3/4"                                                                                                                                                             | 05/01/2024 | AS - C1                                                                                                                                                          | AS - C2 | AS - C3 | AS - C4 | AS - C5 | AS - C6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.80                                                                                                                                                             | 9.50    | 9.40    | 9.20    | 8.80    | 8.50    |
| 1"                                                                                                                                                               | 06/01/2024 | AS - D1                                                                                                                                                          | AS - D2 | AS - D3 | AS - D4 | AS - D5 | AS - D6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.70                                                                                                                                                             | 9.40    | 9.30    | 8.90    | 8.40    | 8.00    |
| 1 1/2"                                                                                                                                                           | 11/01/2024 | AS - E1                                                                                                                                                          | AS - E2 | AS - E3 | AS - E4 | AS - E5 | AS - E6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.90                                                                                                                                                             | 9.50    | 9.20    | 8.90    | 8.70    | 8.30    |
| 2"                                                                                                                                                               | 17/01/2024 | AS - F1                                                                                                                                                          | AS - F2 | AS - F3 | AS - F4 | AS - F5 | AS - F6 |
|                                                                                                                                                                  |            | 9.80                                                                                                                                                             | 9.70    | 9.50    | 9.30    | 8.90    | 8.60    |
| <p><b>NOTA:</b> Los Ensayos fueron elaborados por los Tesistas en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.</p> |            |                                                                                                                                                                  |         |         |         |         |         |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Ruesta  
ING. RESPONSABLE - CIN 53121

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - A1)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20250.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16410.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.34                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 26.40                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 2.70                                                                                                                                                             |

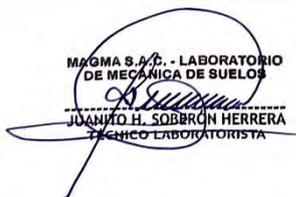
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 708)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                   |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | : (CA - A2)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20220.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16380.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.33                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26.20                                                                                                                                                         |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.90                                                                                                                                                          |

  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
 DE MECÁNICA DE SUELOS  
 JUANITO H. SOBBRÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

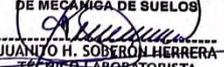
  
 MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
 DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

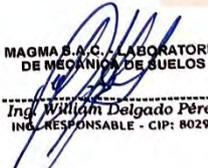
| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                   |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | : (CA - A3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                    |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>M</b>                                                                                                                                                      |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20210.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16370.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.33                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26.30                                                                                                                                                         |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.70                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - A4)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                   | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20240.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16400.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                            | 2.34                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 26.50                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 2.80                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br><b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br><b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br><b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b> |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                       | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                | : (CA - A5)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                      | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                 | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                  | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                           | 20200.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16360.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                           | 2.33                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                              | 26.70                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.90                                                                                                                                                             |

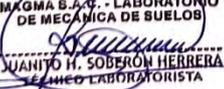
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br><b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br><b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br><b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b> |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | : (CA - A6)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               | : 26 DE DICIEMBRE DEL 2023                                                                                                                                       |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                  | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                           | 20180.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16340.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                           | 2.33                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                              | 26.60                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.70                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1/2''$



| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - B1)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20350.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16510.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.35                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 26.80                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.60                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br/>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br/>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br/>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</p> |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                 | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                 | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                     | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                              | : (CA - B2)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                    | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                               | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                 | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 20290.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                   | 16450.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                         | 2.34                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                            | 27.10                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                    | 2.00                                                                                                                                                             |

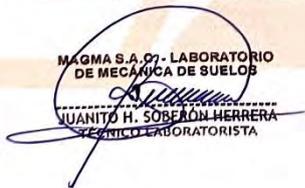
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

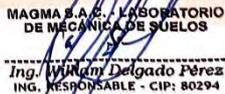
JUANITO H. SOBRIÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | : (CA - B3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20320.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16480.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.35                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27.30                                                                                                                                                         |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.10                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. Wilmar Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - B4)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20380.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16540.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.36                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27.60                                                                                                                                                         |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.20                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanjo H. Soberón Herrera*  
JUANJO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Ing. William Delgado Pérez*  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMAX 1/2"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - B5)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>M</b>                                                                                                                                                         |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20370.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16530.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.36                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 27.60                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 2.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

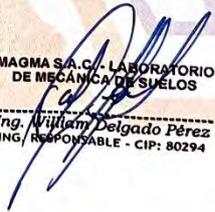
JUAN H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - B6)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 03 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20230.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16390.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.34                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27.70                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.40                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBEKÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 3/4"



| DATOS DEL PROYECTO                               |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TESISTAS                                         | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                         | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                        | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                              |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                             | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                      | : (CA - C1)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                            | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                       | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                         | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )        | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                 | 20610.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                           | 16770.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.39                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                    | 29.00                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                       |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                            | 1.80                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soberón Herrera*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Ing. William Delgado Pérez*  
Ing. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - C2)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20670.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16830.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.40                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.80                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.60                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
-----  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
-----  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                      |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - C3)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20780.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16940.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.41                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.50                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.70                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

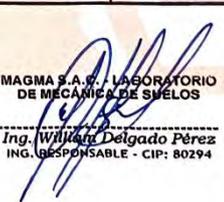
JUANITO H. SOBERÓN HERRER/  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing/ William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

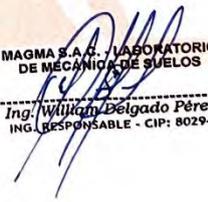
| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - C4)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20610.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16770.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.39                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 28.30                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.90                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SODERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

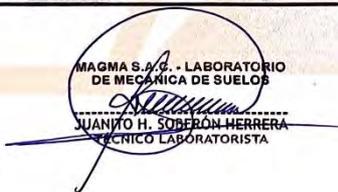
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

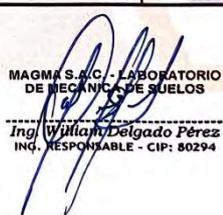
| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                   |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - C5)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20660.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16820.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.40                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 28.20                                                                                                                                                         |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.80                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

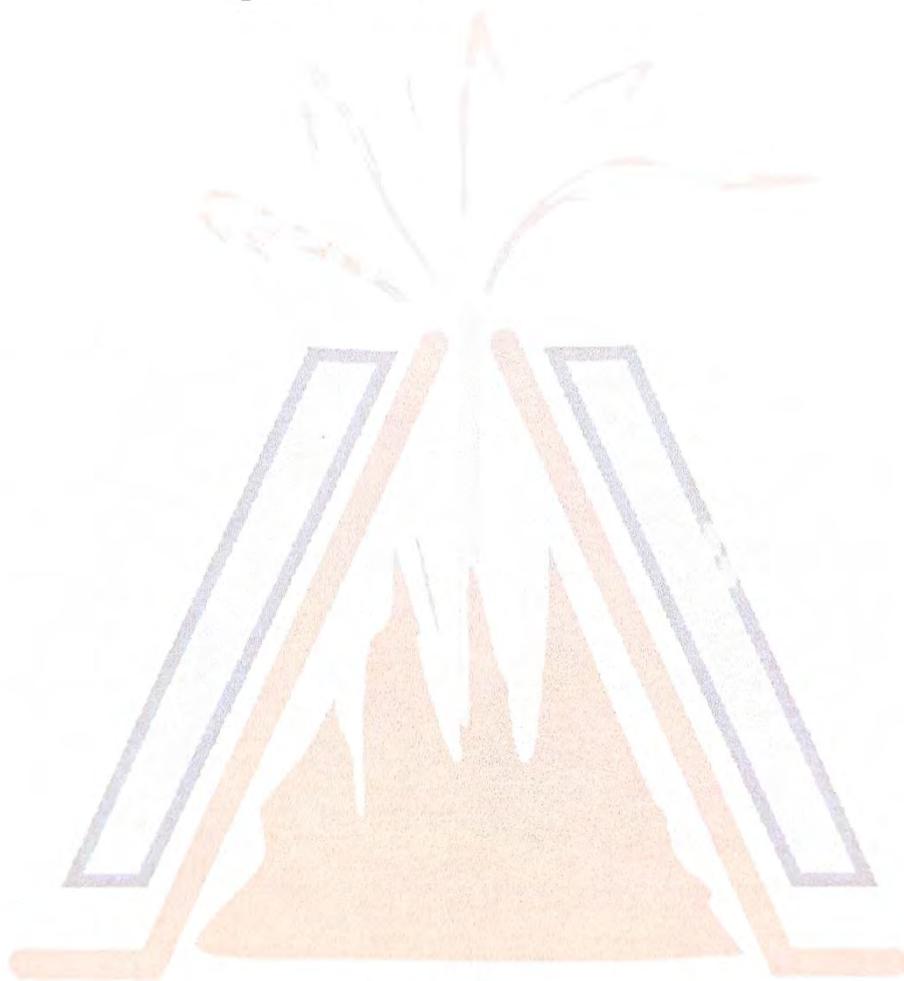
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                      |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - C6)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 05 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                   | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20650.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16810.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                            | 2.40                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.00                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.90                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1''$



| <p>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br/>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br/>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br/>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</p> |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                 | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                 | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                     | : TMÁX 1*                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                              | : (CA - D1)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                    | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                               | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                 | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 20720.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                   | 16880.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                         | 2.41                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                            | 27.30                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.60                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilmar Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 1"                                                                                                                                                     |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - D2)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20710.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16870.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.40                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27.40                                                                                                                                                         |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.50                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1"                                                                                                                                                        |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - D3)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>M</b>                                                                                                                                                         |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20860.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17020.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.43                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.10                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

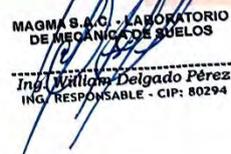
JUANITO H. SOBRRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilmar Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

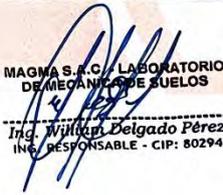
| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1"                                                                                                                                                        |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - D4)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>M</b>                                                                                                                                                         |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20840.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17000.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.42                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.30                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.40                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1"                                                                                                                                                        |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - D5)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20850.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17010.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.42                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.40                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
JUANITO H. SOBORON HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
Ing. Wilton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 1"                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - D6)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 06 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20800.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16960.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.42                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.70                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.70                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 1 1/2"



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - E1)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20800.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 16960.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.42                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.60                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.30                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA/  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Willym Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

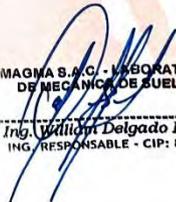
| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - E2)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                   | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20970.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17130.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                            | 2.44                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.50                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.00                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

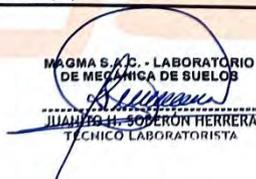
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

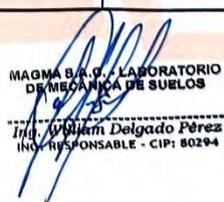
| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - E3)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                   | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21090.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17250.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                            | 2.46                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.90                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 1.10                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
.....  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
.....  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <p align="center"><b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br/> <b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br/> <b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br/> <b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b></p> |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                 |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | : (CA - E4)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M                                                                                                                                                             |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3840.00                                                                                                                                                       |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7017.00                                                                                                                                                       |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 21010.00                                                                                                                                                      |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 17170.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2.45                                                                                                                                                          |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 28.70                                                                                                                                                         |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                               |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.80                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUAN PABLO SOPERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - E5)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21120.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17280.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.46                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.40                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.60                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Wilton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - E6)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 11 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20950.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17110.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.44                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.30                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.60                                                                                                                                                             |

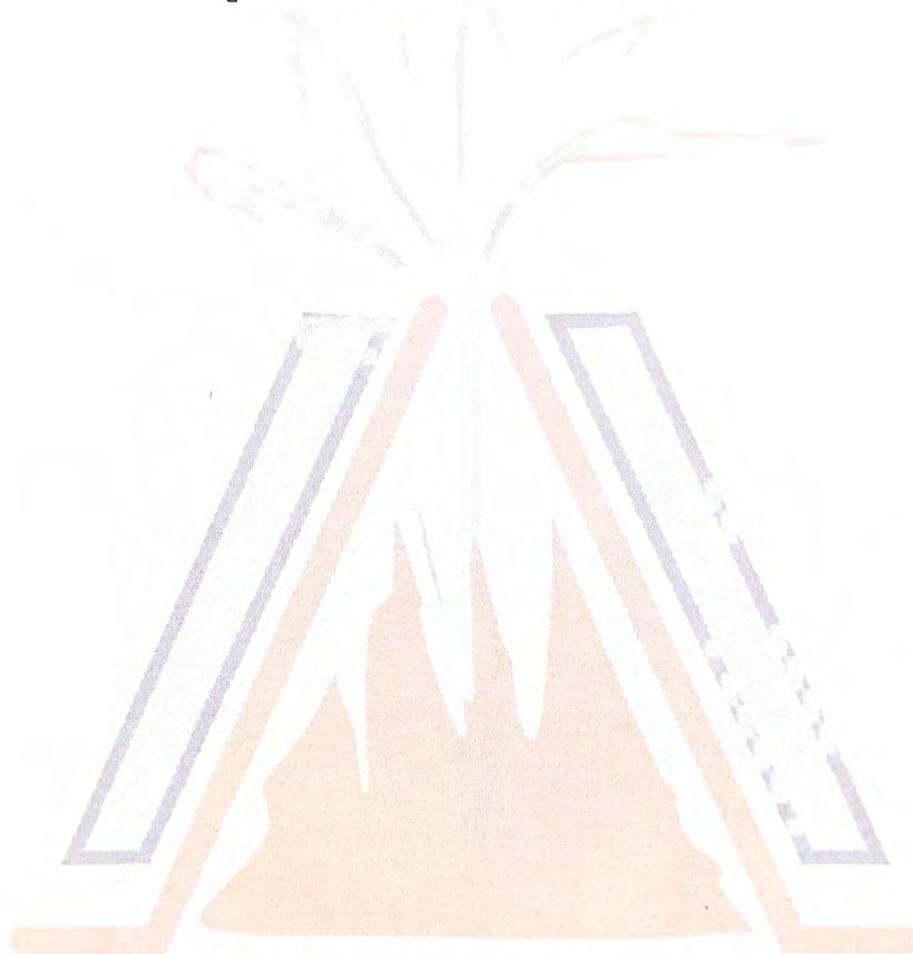
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 2''$



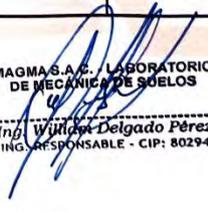
| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b><br><b>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)</b><br><b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR</b><br><b>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724)</b> |                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | : (CA - F1)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                  | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                           | 21010.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 17170.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                           | 2.45                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                                              | 28.40                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - F2)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 20940.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17100.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.44                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.30                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - F3)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21090.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17250.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.46                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.10                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.40                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Mp. Willem Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DATOS DEL PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| DATOS DE LA MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - F4)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21190.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17350.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.47                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 28.00                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.50                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                           | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| Nro muestra                                                                                                                                                                                                                                                    | : (CA - F5)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                          | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| CONTENEDOR                                                                                                                                                                                                                                                     | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm3)                                                                                                                                                                                                                                   | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21100.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17260.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                            | 2.46                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 27.80                                                                                                                                                            |
| Contenido de Aire Atrapado                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.40                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SODERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)<br>CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO MÉTODO DE PRESIÓN (NTP 339.083 / MTC E 706)<br>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR<br>LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO (NTP 339.184 / MTC E 724) |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                               | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | : TMÁX 2"                                                                                                                                                        |
| <b>Nro muestra</b>                                                                                                                                                                                                                                             | : (CA - F6)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | : 17 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| <b>CONTENEDOR</b>                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                                                                                                |
| Peso del Contenedor (gr)                                                                                                                                                                                                                                       | 3840.00                                                                                                                                                          |
| Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                      | 7017.00                                                                                                                                                          |
| Peso del molde más concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                               | 21080.00                                                                                                                                                         |
| Peso del concreto (gr)                                                                                                                                                                                                                                         | 17240.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                               | 2.46                                                                                                                                                             |
| Temperatura del concreto (°C)                                                                                                                                                                                                                                  | 27.70                                                                                                                                                            |
| <b>Contenido de Aire Atrapado</b>                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                  |
| Método de Presión (%)                                                                                                                                                                                                                                          | 0.40                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
-----  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
-----  
Ing/ Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**ANEXO 6**

**ENSAYOS DEL CONCRETO**  
**EN ESTADO ENDURECIDO**

**Ensayo de resistencia a la compresión**

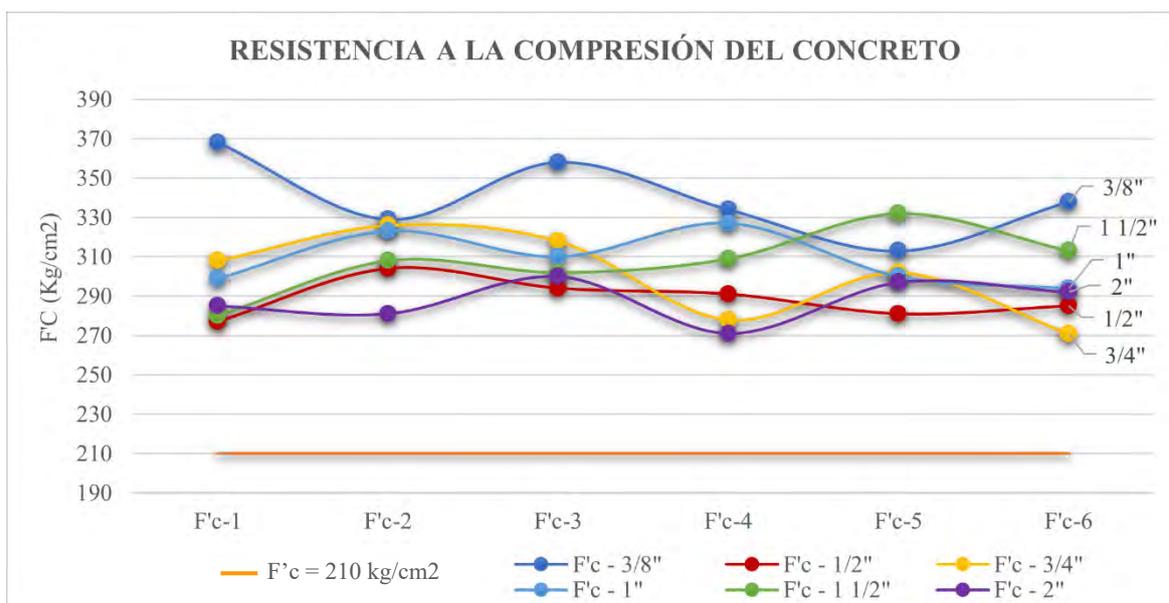
**Tabla 45**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión*

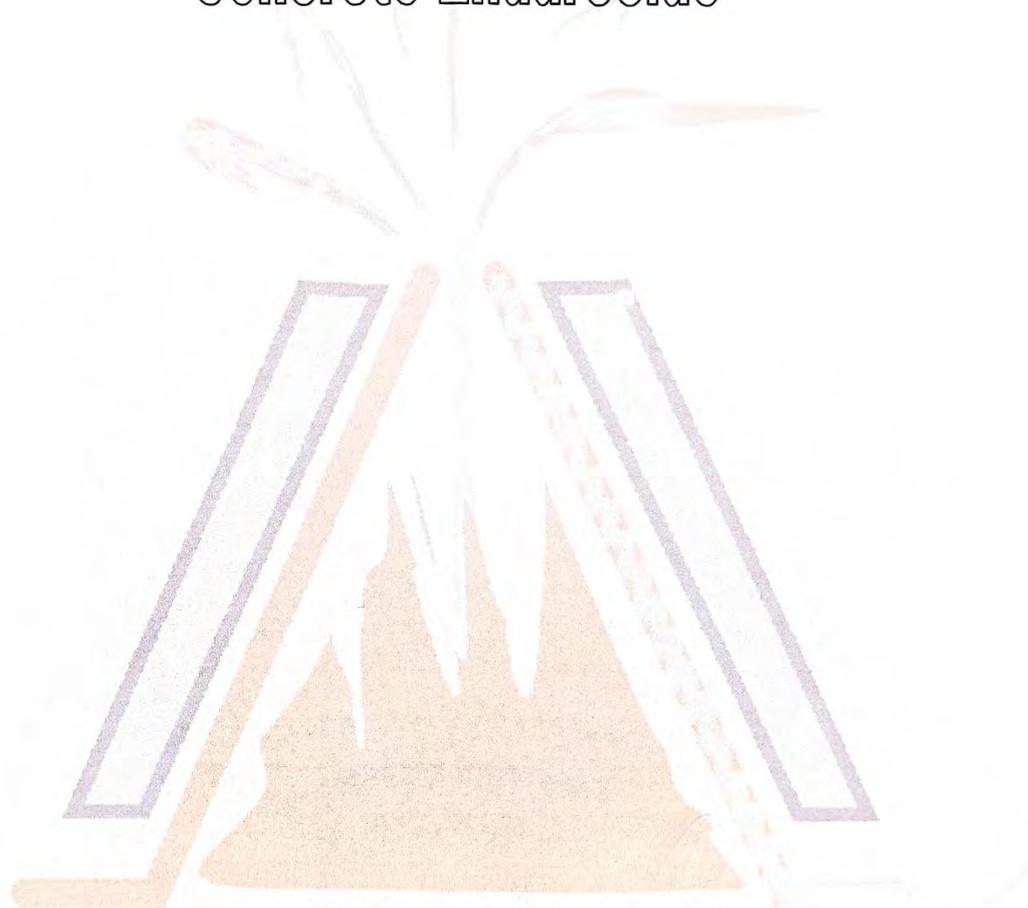
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2) |                                   |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO   | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F'c) |                 |                 |                 |                 |                 |
| 3/8"                                 | F'c -A1<br>368                    | F'c -A2<br>329  | F'c -A3<br>358  | F'c -A4<br>334  | F'c -A5<br>313  | F'c -A6<br>338  |
| 1/2"                                 | F'c - B1<br>277                   | F'c - B2<br>304 | F'c - B3<br>294 | F'c - B4<br>291 | F'c - B5<br>281 | F'c - B6<br>285 |
| 3/4"                                 | F'c - C1<br>308                   | F'c - C2<br>326 | F'c - C3<br>318 | F'c - C4<br>278 | F'c - C5<br>302 | F'c - C6<br>271 |
| 1"                                   | F'c - D1<br>299                   | F'c - D2<br>323 | F'c - D3<br>310 | F'c - D4<br>327 | F'c - D5<br>300 | F'c - D6<br>294 |
| 1 1/2"                               | F'c - E1<br>280                   | F'c - E2<br>308 | F'c - E3<br>302 | F'c - E4<br>309 | F'c - E5<br>332 | F'c - E6<br>313 |
| 2"                                   | F'c - F1<br>285                   | F'c - F2<br>281 | F'c - F3<br>300 | F'c - F4<br>271 | F'c - F5<br>297 | F'c - F6<br>292 |

**Figura 52**

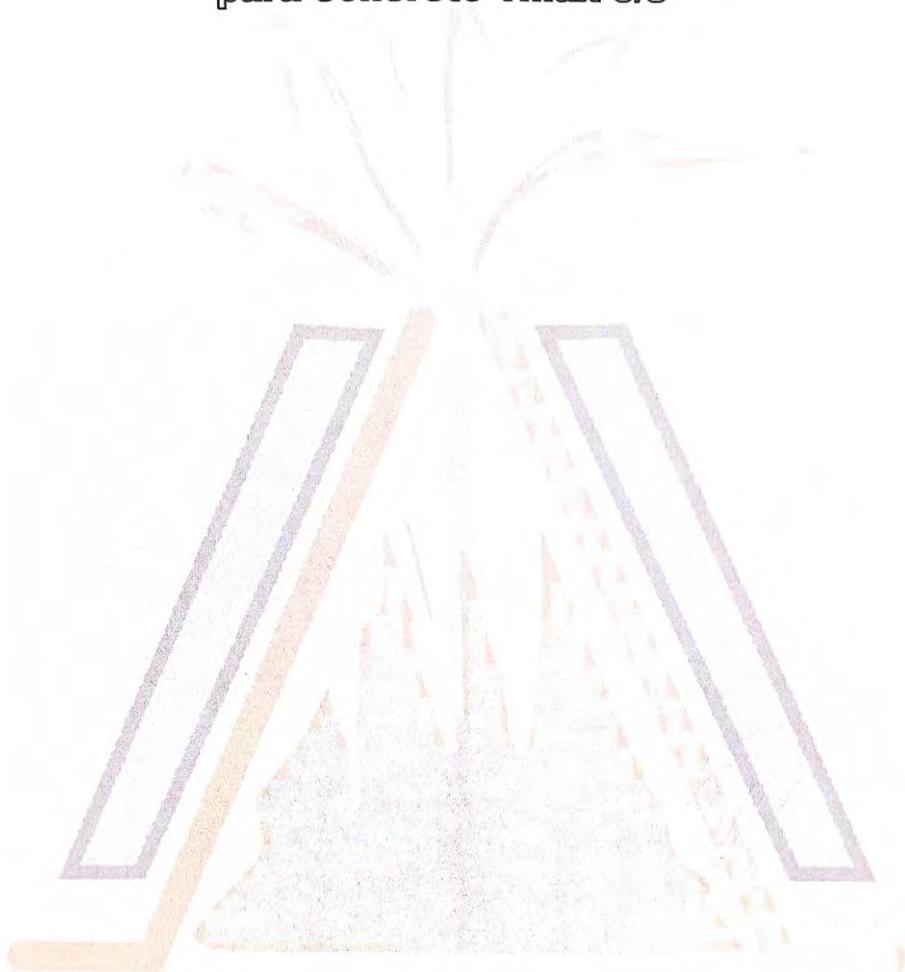
*Resistencia a la compresión*



# Concreto Endurecido



## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|--|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                         |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                         |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |               | : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                    |               | : fc 210 Kg./cm <sup>2</sup>                                                                                                                                  |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                      |               | : CS - 006 - A - 24                                                                                                                                           |              |                   |                            |                 | FECHA: ENERO DEL 2024                                                         |                                |               |  |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                               |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              |                   |                            |                 | Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> |                                |               |  |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                         | Fecha Fábrica | Edad Dias                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN | Carga Kg.                                                                     | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia % |  |
| RP - A1 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 654.40          | 66,730                                                                        | 368                            | 175           |  |
| RP - A2 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 586.10          | 59,766                                                                        | 329                            | 157           |  |
| RP - A3 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 636.50          | 64,905                                                                        | 358                            | 170           |  |
| RP - A4 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 594.00          | 60,571                                                                        | 334                            | 159           |  |
| RP - A5 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 557.60          | 56,860                                                                        | 313                            | 149           |  |
| RP - A6 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 601.60          | 61,346                                                                        | 338                            | 161           |  |
| RP - A7 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 555.80          | 56,676                                                                        | 312                            | 149           |  |
| RP - A8 / TMN 3/8" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | 26/12/2023    | 28                                                                                                                                                            | 23/01/2024   | 15.2              | 181.46                     | 552.90          | 56,380                                                                        | 311                            | 148           |  |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| * Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |
| ** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |  |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBEPÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

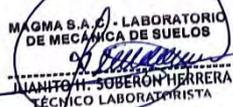
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilcom Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1/2''$



| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                         |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                         |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |               | : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                    |               | : fc 210 Kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                   |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                      |               | : CS - 008 - A - 24                                                                                                                                           |              |                                                                               |                            |                 | FECHA: ENERO DEL 2024          |                                |               |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                               |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              | Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> |                            |                 |                                |                                |               |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                         | Fecha Fábrica | Edad Días                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm                                                             | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN | Carga Kg.                      | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia % |
| RP - B1 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 493.00          | 50,272                         | 277                            | 132           |
| RP - B2 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 540.80          | 55,146                         | 304                            | 145           |
| RP - B3 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 523.00          | 53,331                         | 294                            | 140           |
| RP - B4 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 517.10          | 52,730                         | 291                            | 138           |
| RP - B5 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 500.10          | 50,996                         | 281                            | 134           |
| RP - B6 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 506.90          | 51,690                         | 285                            | 136           |
| RP - B7 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 493.50          | 50,323                         | 277                            | 132           |
| RP - B8 / TMN 1/2"                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |               |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | 03/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 31/01/2024   | 15.2                                                                          | 181.46                     | 488.30          | 49,793                         | 274                            | 131           |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| * Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |
| ** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                                                                               |                            |                 |                                |                                |               |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANJO H. SOBERÓN HERRERÁ  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. Wilhalm Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 3/4''$





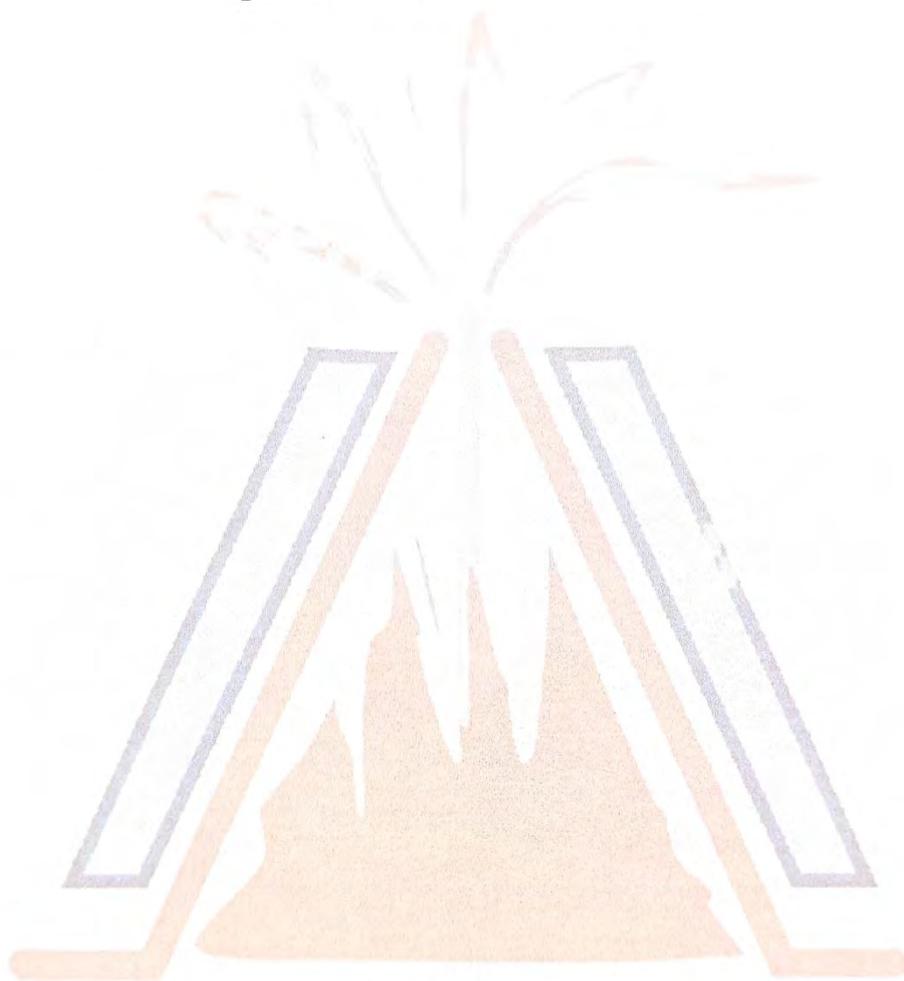
OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES  
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 E-mail: magma\_sac2006@yahoo.es

| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               | : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               | : fc 210 Kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                   |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | : CS - 011 - A - 24                                                                                                                                           |              |                   |                            |                 | FECHA: FEBRERO DEL 2024                                                       |                                |               |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              |                   |                            |                 | Testigos elaborados por este laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> |                                |               |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Fecha Fábrica | Edad Días                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN | Carga Kgf.                                                                    | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia % |
| RP - C1 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 547.70          | 55,850                                                                        | 308                            | 147           |
| RP - C2 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 580.40          | 59,185                                                                        | 326                            | 155           |
| RP - C3 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 565.20          | 57,635                                                                        | 318                            | 151           |
| RP - C4 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 495.50          | 50,527                                                                        | 278                            | 133           |
| RP - C5 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 537.50          | 54,810                                                                        | 302                            | 144           |
| RP - C6 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 481.90          | 49,140                                                                        | 271                            | 129           |
| RP - C7 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 537.00          | 54,759                                                                        | 302                            | 144           |
| RP - C8 / TMN 3/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                |                                |               |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 05/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 02/02/2024   | 15.2              | 181.46                     | 479.10          | 48,855                                                                        | 269                            | 128           |
| <b>Observaciones:</b><br>* Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.<br>** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                   |                            |                 |                                                                               |                                |               |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. William Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 1''$



| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------|--|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                         |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                         |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |               | : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                    |               | : fc 210 Kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                                                   |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                      |               | : CS - 012 - A - 24                                                                                                                                           |              |                                           |                            |                 | FECHA: FEBRERO DEL 2024 |                                |               |                                     |  |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                               |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              | Testigos elaborados por este laboratorio: |                            |                 |                         |                                |               | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                         | Fecha Fábrica | Edad Días                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm                         | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN | Carga Kg.               | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia % |                                     |  |
| RP - D1 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 531.70          | 54,219                  | 299                            | 142           |                                     |  |
| RP - D2 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 575.00          | 58,634                  | 323                            | 154           |                                     |  |
| RP - D3 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 550.80          | 56,166                  | 310                            | 147           |                                     |  |
| RP - D4 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 581.70          | 59,317                  | 327                            | 156           |                                     |  |
| RP - D5 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 533.00          | 54,351                  | 300                            | 143           |                                     |  |
| RP - D6 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 522.90          | 53,321                  | 294                            | 140           |                                     |  |
| RP - D7 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 518.20          | 52,842                  | 291                            | 139           |                                     |  |
| RP - D8 / TMN 1" (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | 06/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 03/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 490.40          | 50,007                  | 276                            | 131           |                                     |  |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| * Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |
| ** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                         |                                |               |                                     |  |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBEBÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wiliton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 11/2''$



| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|--|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                         |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                         |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |               | : DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                             |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                    |               | : fc 210 Kg./cm <sup>2</sup>                                                                                                                                  |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                      |               | : CS - 016 - A - 24                                                                                                                                           |              |                                           |                            |                 |                                |                                | FECHA: FEBRERO DEL 2024 |  |                                     |  |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                               |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              | Testigos elaborados por este laboratorio: |                            |                 |                                |                                |                         |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                         | Fecha Fábrica | Edad Días                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm                         | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN | Carga Kgf.                     | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia %           |  |                                     |  |
| RP - E1 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 497.80          | 50,762                         | 280                            | 133                     |  |                                     |  |
| RP - E2 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 547.80          | 55,860                         | 308                            | 147                     |  |                                     |  |
| RP - E3 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 537.40          | 54,800                         | 302                            | 144                     |  |                                     |  |
| RP - E4 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 549.80          | 56,064                         | 309                            | 147                     |  |                                     |  |
| RP - E5 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 591.20          | 60,286                         | 332                            | 158                     |  |                                     |  |
| RP - E6 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 557.60          | 56,860                         | 313                            | 149                     |  |                                     |  |
| RP - E7 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 453.40          | 46,234                         | 255                            | 121                     |  |                                     |  |
| RP - E8 / TMN 1 1/2"                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |                                |                         |  |                                     |  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | 11/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 08/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 449.90          | 45,877                         | 253                            | 120                     |  |                                     |  |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| * Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |
| ** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                 |                                |                                |                         |  |                                     |  |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 2''$



| ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------|--|
| TESISTAS                                                                                                                                                                                                                         |               | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                         |               | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| UBICACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |               | : 'DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                            |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| CONCRETO TIPO                                                                                                                                                                                                                    |               | : fc 210 Kg./cm <sup>2</sup>                                                                                                                                  |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| CERTIFICADO                                                                                                                                                                                                                      |               | : CS - 018 - A - 24                                                                                                                                           |              |                                           |                            | FECHA: FEBRERO DEL 2024        |           |                                |               |                                     |  |
| Testigos enviados:                                                                                                                                                                                                               |               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                      |              | Testigos elaborados por este laboratorio: |                            |                                |           |                                |               | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| Molde N°                                                                                                                                                                                                                         | Fecha Fábrica | Edad Días                                                                                                                                                     | Fecha Rotura | Diámetro Molde cm                         | Area Molde cm <sup>2</sup> | Lectura Dial kN                | Carga Kg. | Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia % |                                     |  |
| RP - F1 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 507.20                         | 51,720    | 285                            | 136           |                                     |  |
| RP - F2 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 499.70                         | 50,955    | 281                            | 134           |                                     |  |
| RP - F3 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 534.00                         | 54,453    | 300                            | 143           |                                     |  |
| RP - F4 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 481.90                         | 49,140    | 271                            | 129           |                                     |  |
| RP - F5 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 528.10                         | 53,851    | 297                            | 141           |                                     |  |
| RP - F6 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 519.80                         | 53,005    | 292                            | 139           |                                     |  |
| RP - F7 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 462.50                         | 47,162    | 260                            | 124           |                                     |  |
| RP - F8 / TMN 2"                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            | (fc = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ) |           |                                |               |                                     |  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | 17/01/2024    | 28                                                                                                                                                            | 14/02/2024   | 15.2                                      | 181.46                     | 461.40                         | 47,050    | 259                            | 123           |                                     |  |
| Observaciones:                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| * Los datos del proyecto fueron declarados por los testistas.                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |
| ** Las probetas ensayadas fueron elaboradas en instalaciones de MAGMA SAC, con diseños desarrollados por los testistas bajo la supervisión del personal de MAGMA SAC y con agregados y cemento proporcionados por los Testistas. |               |                                                                                                                                                               |              |                                           |                            |                                |           |                                |               |                                     |  |

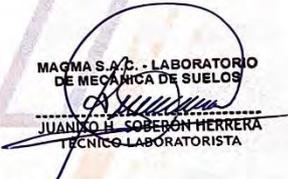
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Sobemón Herrera*  
JUANITO H. SOBEMÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

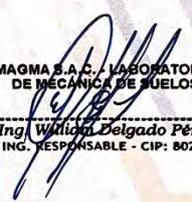
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Wladimir Delgado Pérez*  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Concreto Endurecido

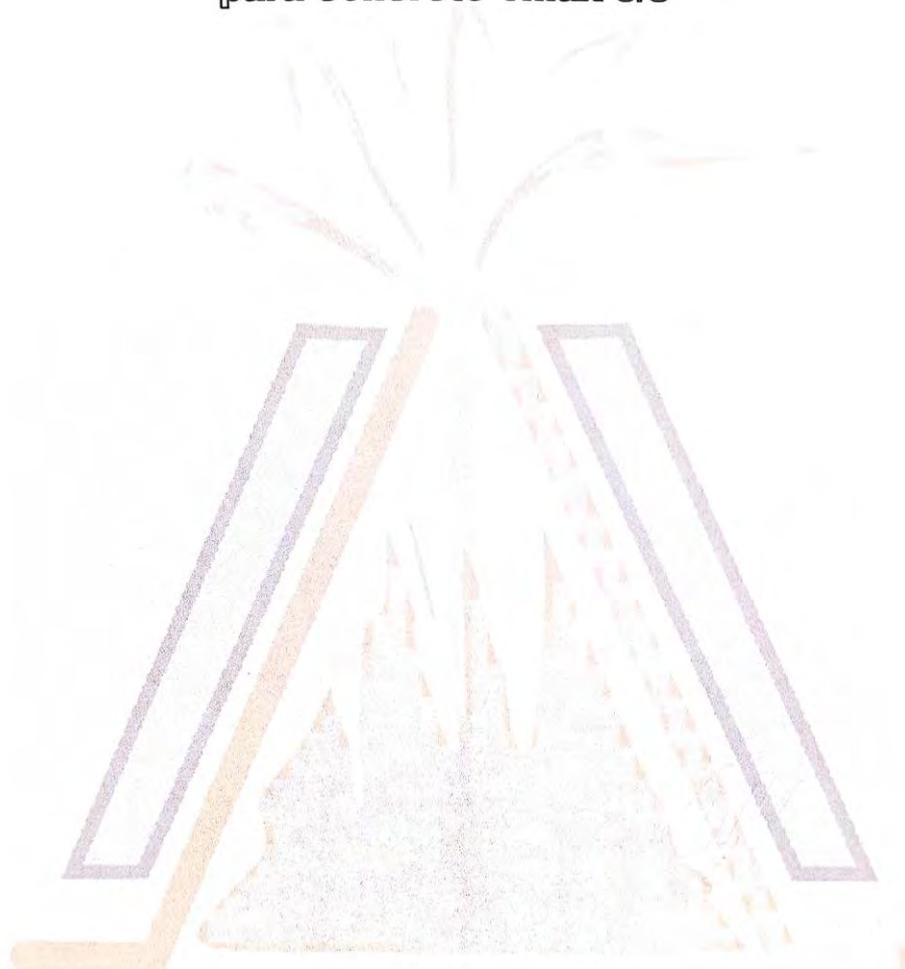


| ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216)     |                                                                                                                                                                  |            |            |            |            |            |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| TESISTAS                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |            |            |            |            |            |
| PROYECTO                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |            |            |            |            |            |
| UBICACIÓN                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |            |            |            |            |            |
| ESTADO                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                            |            |            |            |            |            |
| CONTROL DE HUMEDAD                             |                                                                                                                                                                  |            |            |            |            |            |
| T.M.N.                                         | 3/8"                                                                                                                                                             | 1/2"       | 3/4"       | 1"         | 1 1/2"     | 2"         |
| FECHA                                          | 23/01/2024                                                                                                                                                       | 31/01/2024 | 02/02/2024 | 03/02/2024 | 08/02/2024 | 14/02/2024 |
| MUESTRA                                        | M - 01                                                                                                                                                           | M - 02     | M - 03     | M - 04     | M - 05     | M - 06     |
| Recipiente N°                                  | 2                                                                                                                                                                | 2          | 5          | 5          | 5          | 5          |
| 1 Peso de la Lata + Concreto endurecido húmedo | 1040.00                                                                                                                                                          | 1206.50    | 1442.50    | 1730.50    | 1632.00    | 1923.00    |
| 2 Peso de la Lata + Concreto endurecido seco   | 955.00                                                                                                                                                           | 1116.00    | 1339.00    | 1641.00    | 1555.00    | 1842.00    |
| 3 Peso de la Lata                              | 84.00                                                                                                                                                            | 84.00      | 159.00     | 159.00     | 159.00     | 159.00     |
| 4 Peso de agua (1-2)                           | 85.00                                                                                                                                                            | 90.50      | 103.50     | 89.50      | 77.00      | 81.00      |
| 5 Peso del Concreto endurecido seco (2-3)      | 871.00                                                                                                                                                           | 1032.00    | 1180.00    | 1482.00    | 1396.00    | 1683.00    |
| 6 Humedad % (4/5*100)                          | 9.76                                                                                                                                                             | 8.77       | 8.77       | 6.04       | 5.52       | 4.81       |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANINO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Ing. Wilma Delgado Pérez  
 ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 3/8''$



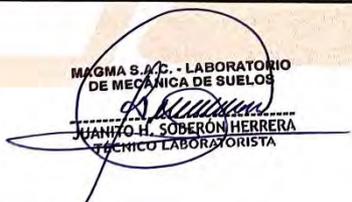
**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

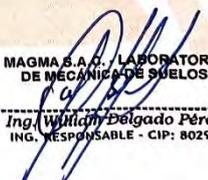
**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 3/8"            |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO  |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - A1)            |
| <b>FECHA</b>                                          | : 23 DE ENERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                  |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                  |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13390.00               |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.46                   |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 9.76                   |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.24                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. / LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - A2)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 23 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13370.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.46                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 9.76                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.24                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Sobrón Herrera*  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Ing. Wilfrido Delgado Pérez*  
Ing. Wilfrido Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - A3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 23 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13410.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.46                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 9.76                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.24                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Inb. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

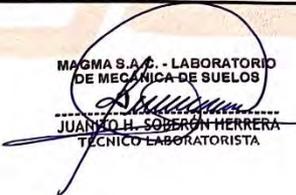
**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

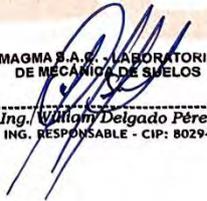
**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 3/8"            |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO  |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - A4)            |
| <b>FECHA</b>                                          | : 23 DE ENERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                  |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                  |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13290.00               |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.44                   |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 9.76                   |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.22                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

  
-----  
JUANJO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

  
-----  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 3/8"            |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO  |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - A5)            |
| <b>FECHA</b>                                          | : 23 DE ENERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                  |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                  |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13350.00               |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.45                   |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 9.76                   |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.23                   |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBEBON HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/8"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - A6)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 23 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13310.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.45                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 9.76                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.23                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{m\acute{a}x} 1/2''$



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                 | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| ESTADO                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| Nro MUESTRA                                          | : (CA - B1)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13550.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.49                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.29                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Sobrón Herrera*  
-----  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*William Delgado Pérez*  
-----  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                 | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                      |
| ESTADO                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                            |
| Nro MUESTRA                                          | : (CA - B2)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                           |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                            |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                            |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                          |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13580.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.49                                                                                                                                                             |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                             |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.29                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - B3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13750.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.53                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.32                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERRÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| TESISTAS                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                                 | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| ESTADO                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| Nro MUESTRA                                          | : (CA - B4)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                                | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13290.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.44                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.24                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - B5)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13380.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.46                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.26                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Sobekón Herrera*  
-----  
JUANITO H. SOBEKÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Ing. William Delgado Pérez*  
-----  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 1/2"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - B6)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 31 DE ENERO DEL 2024                                                                                                                                        |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13680.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.51                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 8.77                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.31                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Soberón Herrera*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*William Delgado Pérez*  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 3/4''$



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - C1)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 02 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13810.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.54                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 8.77                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.33                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

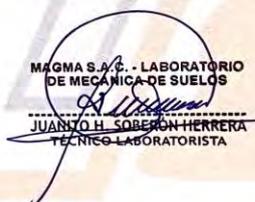
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

| DATOS DEL PROYECTO                               |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TESISTAS                                         | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| PROYECTO                                         | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                        | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| DATOS DE LA MUESTRA                              |                                                                                                                                                               |
| TIPO                                             | : TMÁX 3/4*                                                                                                                                                   |
| ESTADO                                           | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| Nro MUESTRA                                      | : (CA - C2)                                                                                                                                                   |
| FECHA                                            | : 02 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                        | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                          | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                     | 13740.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                        | 2.52                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                      | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.32                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - C3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 02 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13610.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.50                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.30                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - C4)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 02 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13880.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.55                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.34                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBENÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilma Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 3/4"                                                                                                                                                   |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - C5)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 02 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13680.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.51                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 8.77                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.31                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.S. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.S. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 3/4"              |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO    |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - C6)              |
| <b>FECHA</b>                                          | : 02 DE FEBRERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                    |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                    |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                  |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13950.00                 |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.56                     |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 8.77                     |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.36                     |

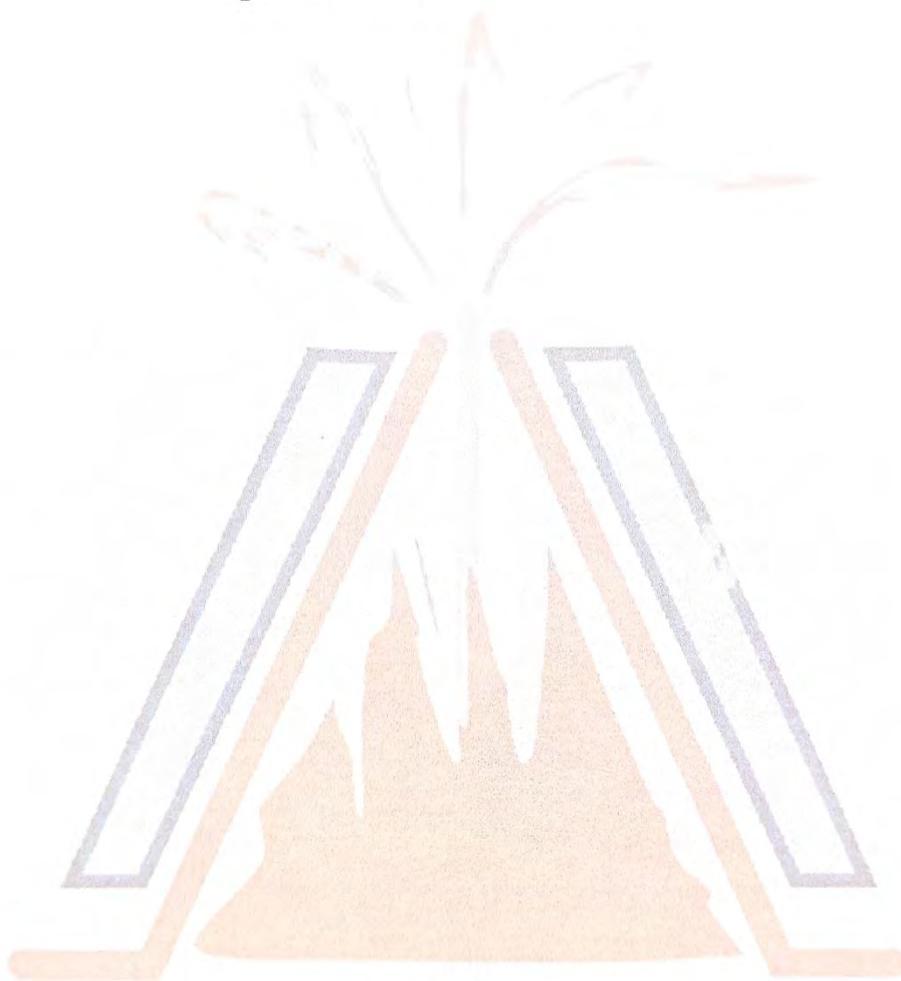
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Juanito H. Sobrón Herrera*  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

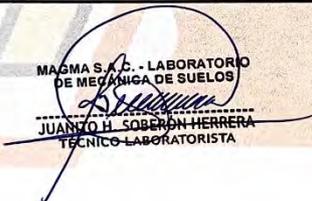
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

*Ing. Wilfredo Delgado Pérez*  
Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{máx} 1''$



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 1*                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - D1)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 03 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 14070.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.58                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 6.04                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.44                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
-----  
Ing. Wilton Belgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 1"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - D2)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 03 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13950.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.56                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 6.04                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.42                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

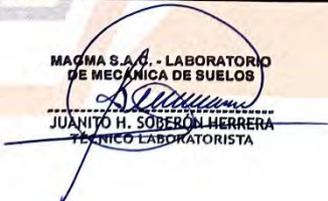
**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                  |                          |
|--------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>TIPO</b>                                      | : TMÁX 1"                |
| <b>ESTADO</b>                                    | : CONCRETO ENDURECIDO    |
| <b>Nro MUESTRA</b>                               | : (CA - D3)              |
| <b>FECHA</b>                                     | : 03 DE FEBRERO DEL 2024 |
| Diámetro del testigo (cm)                        | 15.20                    |
| Altura del testigo (cm)                          | 30.00                    |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )           | 5443.75                  |
| Peso del testigo húmedo (gr)                     | 13800.00                 |
| Peso unitario húmedo (gr)                        | 2.54                     |
| Humedad (%)                                      | 6.04                     |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.39                     |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b> |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                   |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                  |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                                 | : TMÁX 1*                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                          | : (CA - D4)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                                | : 03 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                                   | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                                     | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )                      | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                                | 13990.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                                   | 2.57                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                                 | 6.04                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )            | 2.42                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Willy Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 1"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - D5)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 03 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 14080.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.59                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 6.04                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.44                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 1"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - D6)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 03 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 14050.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.58                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 6.04                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.43                                                                                                                                                          |

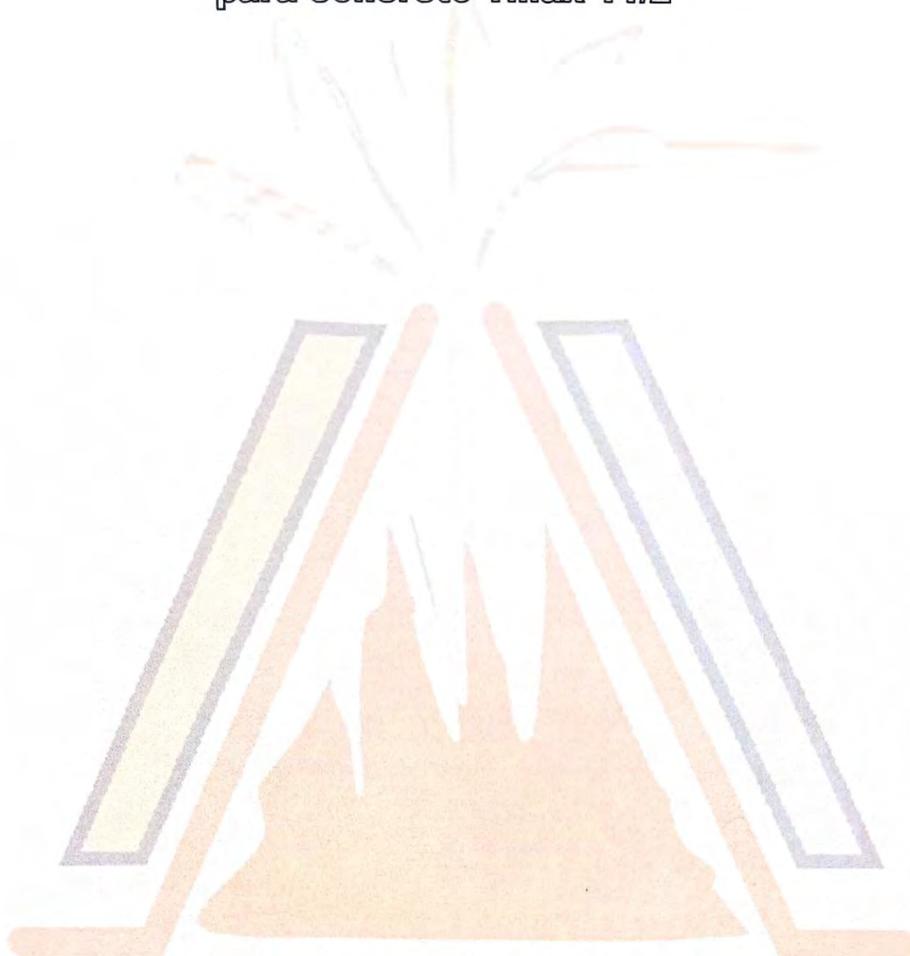
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

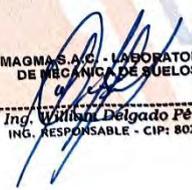
Ing. Wilton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto T<sub>máx</sub> 1 1/2"



| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b> |                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                   |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                  |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                 | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| <b>ESTADO</b>                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                            |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                          | : (CA - E1)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                         |
| Diámetro del testigo (cm)                                   | 15.20                                                                                                                                                            |
| Altura del testigo (cm)                                     | 30.00                                                                                                                                                            |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )                      | 5443.75                                                                                                                                                          |
| Peso del testigo húmedo (gr)                                | 14184.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario húmedo (gr)                                   | 2.61                                                                                                                                                             |
| Humedad (%)                                                 | 5.52                                                                                                                                                             |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )            | 2.47                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

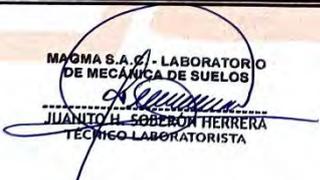
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Wilison Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

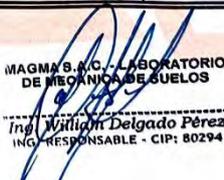
| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                 |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - E2)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13817.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.54                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 5.52                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.41                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
.....  
JUANITO H. SOBARRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
.....  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b> |                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                   |                                                                                                                                                                  |
| <b>TESISTAS</b>                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| <b>PROYECTO</b>                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                  |                                                                                                                                                                  |
| <b>TIPO</b>                                                 | : T <sub>MÁX</sub> 1 1/2"                                                                                                                                        |
| <b>ESTADO</b>                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                            |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                          | : (CA - E3)                                                                                                                                                      |
| <b>FECHA</b>                                                | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                         |
| Diámetro del testigo (cm)                                   | 15.20                                                                                                                                                            |
| Altura del testigo (cm)                                     | 30.00                                                                                                                                                            |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )                      | 5443.75                                                                                                                                                          |
| Peso del testigo húmedo (gr)                                | 14071.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario húmedo (gr)                                   | 2.58                                                                                                                                                             |
| Humedad (%)                                                 | 5.52                                                                                                                                                             |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )            | 2.45                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                 |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - E4)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 14368.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.64                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 5.52                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.50                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilmar Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| <b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)</b> |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                                   |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                  |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                                 | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                 |
| <b>ESTADO</b>                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                          | : (CA - E5)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                                | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                                   | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                                     | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )                      | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                                | 14081.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                                   | 2.59                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                                 | 5.52                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )            | 2.45                                                                                                                                                          |

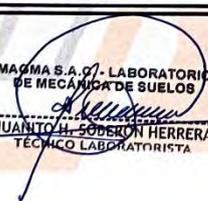
MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

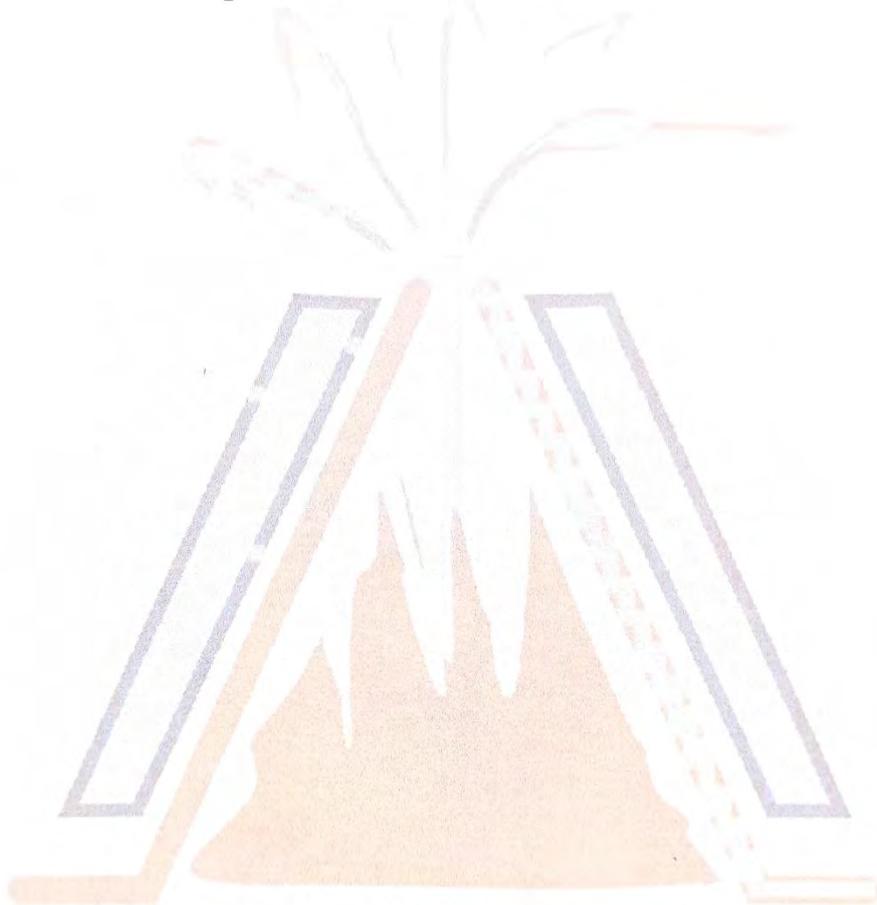
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                                  |
| TESISTAS                                             | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                              |
| PROYECTO                                             | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL<br>AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| UBICACIÓN                                            | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                              |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                                  |
| TIPO                                                 | : TMÁX 1 1/2"                                                                                                                                                    |
| ESTADO                                               | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                            |
| Nro MUESTRA                                          | : (CA - E6)                                                                                                                                                      |
| FECHA                                                | : 08 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                         |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                            |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                            |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                          |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13978.00                                                                                                                                                         |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.57                                                                                                                                                             |
| Humedad (%)                                          | 5.52                                                                                                                                                             |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.43                                                                                                                                                             |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SODERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

## Agregado Grueso para concreto $T_{\text{máx}} 2''$



| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : T <sub>MÁX</sub> 2"                                                                                                                                         |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - F1)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 14 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13357.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.45                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 4.81                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.34                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilton Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |
|                  | : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 2"                |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO    |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - F2)              |
| <b>FECHA</b>                                          | : 14 DE FEBRERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                    |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                    |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                  |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13179.00                 |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.42                     |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 4.81                     |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.31                     |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soberón Herrera*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*William Delgado Pérez*  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 2"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - F3)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 14 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 13230.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.43                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 4.81                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.32                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Wilfredo Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)  |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                             |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                       | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                       | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                      | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 2"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - F4)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                          | : 14 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| <b>Díámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                                                                                                                                                         |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                                                                                                                                                       |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13279.00                                                                                                                                                      |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.44                                                                                                                                                          |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 4.81                                                                                                                                                          |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.33                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUAN H. H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714)**

**DATOS DEL PROYECTO**

|                  |                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESISTAS</b>  | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS                                                                                                                             |
|                  | : SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                                                                |
| <b>PROYECTO</b>  | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b> | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |

**DATOS DE LA MUESTRA**

|                                                       |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>TIPO</b>                                           | : TMÁX 2"                |
| <b>ESTADO</b>                                         | : CONCRETO ENDURECIDO    |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                    | : (CA - F5)              |
| <b>FECHA</b>                                          | : 14 DE FEBRERO DEL 2024 |
| <b>Diámetro del testigo (cm)</b>                      | 15.20                    |
| <b>Altura del testigo (cm)</b>                        | 30.00                    |
| <b>Volumen del testigo (cm<sup>3</sup>)</b>           | 5443.75                  |
| <b>Peso del testigo húmedo (gr)</b>                   | 13529.00                 |
| <b>Peso unitario húmedo (gr)</b>                      | 2.49                     |
| <b>Humedad (%)</b>                                    | 4.81                     |
| <b>Peso unitario del concreto (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2.37                     |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN FERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

| PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046 / MTC E 714) |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATOS DEL PROYECTO</b>                            |                                                                                                                                                               |
| <b>TESISTAS</b>                                      | : ROSMERY CELINDA DELGADO RIVEROS<br>: SEGUNDO CÉSAR TOCTO CARRANZA                                                                                           |
| <b>PROYECTO</b>                                      | : VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAÉN - 2023 |
| <b>UBICACIÓN</b>                                     | : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA                                                                                                           |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                           |                                                                                                                                                               |
| <b>TIPO</b>                                          | : TMÁX 2"                                                                                                                                                     |
| <b>ESTADO</b>                                        | : CONCRETO ENDURECIDO                                                                                                                                         |
| <b>Nro MUESTRA</b>                                   | : (CA - F6)                                                                                                                                                   |
| <b>FECHA</b>                                         | : 14 DE FEBRERO DEL 2024                                                                                                                                      |
| Diámetro del testigo (cm)                            | 15.20                                                                                                                                                         |
| Altura del testigo (cm)                              | 30.00                                                                                                                                                         |
| Volumen del testigo (cm <sup>3</sup> )               | 5443.75                                                                                                                                                       |
| Peso del testigo húmedo (gr)                         | 14017.00                                                                                                                                                      |
| Peso unitario húmedo (gr)                            | 2.57                                                                                                                                                          |
| Humedad (%)                                          | 4.81                                                                                                                                                          |
| Peso unitario del concreto (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.46                                                                                                                                                          |

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO A. SOBROERO HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. William Delgado Pérez  
ING. RESPONSABLE - CIP: 80294

**ANEXO 7**  
**CERTIFICADO DE REGISTRO**  
**DE INDECOPI**

# Registro de la Propiedad Industrial

## Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo



Distingue

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general, servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase

42 de la Clasificación Internacional

Solicitud

0266428-2006

Titular

MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País

PERU



REPÚBLICA DEL PERÚ

Vigencia

07 de Julio de 2016

Introducción: 02/07/06 - 20/07/06 Reg. - Inscripción

Tomo

212

Folio

158

  
**MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ**  
**DEL SOLAR QUINONES**  
Jefe de la Oficina  
de Signos Distintivos  
INDECOPI

**MAGMA S.A.C. - LABORATORIO**  
**DE MECÁNICA DE SUELOS**  
  
**Ing. William Delgado Pérez**  
ING. RESPONSABLE - CIP: 99244

**RESOLUCIÓN 010408-2006/OSD - INDECOPI**  
El presente documento es emitido en cumplimiento del presente artículo 158 del Reglamento de la Ley de Propiedad Industrial y de la Ley de Procedimiento Administrativo, en virtud de la solicitud de inscripción de la marca de servicio Magma, inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el día 07 de Julio de 2006, en el Tomo 212, Folio 158, de la Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), en virtud de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, que declara inscrita la marca de servicio Magma, inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el día 07 de Julio de 2006, en el Tomo 212, Folio 158, de la Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI).



  
**Miguel Ángel Sánchez**  
Jefe de la Oficina de Signos Distintivos  
INDECOPI

**ANEXO 8**

**ESPECIFICACIONES**

**TÉCNICAS DEL CEMENTO**



## CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
Versión 03

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

| COMPOSICIÓN QUÍMICA  |   | CPSAA | Requisito<br>NTP 334.009 / ASTM C150 |
|----------------------|---|-------|--------------------------------------|
| MgO                  | % | 2.3   | Máximo 6.0                           |
| SO <sub>3</sub>      | % | 2.7   | Máximo 3.0                           |
| Pérdida por ignición | % | 3.0   | Máximo 3.5                           |
| Residuo Insoluble    | % | 0.92  | Máximo 1.5                           |

| PROPIEDADES FÍSICAS    |                    | CPSAA | Requisito<br>NTP 334.009 / ASTM C150 |
|------------------------|--------------------|-------|--------------------------------------|
| Contenido de Aire      | %                  | 7     | Máximo 12                            |
| Expansión en Autoclave | %                  | 0.09  | Máximo 0.80                          |
| Superficie Específica  | cm <sup>2</sup> /g | 3750  | Mínimo 2800                          |
| Densidad               | g/mL               | 3.10  | NO ESPECIFICA                        |

**Resistencia Compresión :**

|                                     |                              |               |                             |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Resistencia Compresión a 3días      | MPa<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 26.1<br>(266) | Mínimo 12.0<br>(Mínimo 122) |
| Resistencia Compresión a 7días      | MPa<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 33.9<br>(346) | Mínimo 19.0<br>(Mínimo 194) |
| Resistencia Compresión a 28días (*) | MPa<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 42.3<br>(431) | Mínimo 28.0<br>(Mínimo 286) |

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

|                  |     |     |            |
|------------------|-----|-----|------------|
| Fraguado Inicial | min | 138 | Mínimo 45  |
| Fraguado Final   | min | 267 | Máximo 375 |

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(\*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**ANEXO 9**

**CERTIFICADOS DE**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**



RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC045 - P - 2023

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

|                            |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Expediente              | 230080                                                              | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
| 2. Solicitante             | MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3. Dirección               | Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. Instrumento de Medición | OLLA WASHINGTON<br>(PRESS-AIR METER)                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tipo                       | B                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Marca                      | NDT JAMES INSTRUMENTS INC.                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modelo                     | A-AAB-1200                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Número de Serie            | 4130882747                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Procedencia                | U.S.A.                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Identificación             | NO INDICA                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ubicación                  | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medidor de Aire:           |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tipo de Indicación         | ANALOGICA                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Alcance de indicación      | 0-100 %                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5. Fecha de Calibración    | 2023-06-21                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6. Fecha de Emisión        | 2023-06-26                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

JEFE DE LABORATORIO

Firmado  
digitalmente por  
Angel Perez  
Fecha: 2023.10.09  
11:21:31 -05'00'

Sello





**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC045 - P - 2023

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Presión*

Página 2 de 3

### 7. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros de deformación elástica".

### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

### 9. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 24,7 °C | 24,7 °C |
| Humedad Relativa | 55 % HR | 55 % HR |



### 10. Patrones de Referencia

| Trazabilidad                                                                         | Patrón utilizado                                                | Certificado de calibración |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL                       | Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 1,0 % FS | FP-0004-2023               |
| Bloque patrón (Grado 0)<br>LLA-206-2021 / INACAL-DM                                  | PIE DE REY<br>300 mm con incertidumbre de medición de 18 um     | 1AD-0139-2023              |
| Bloque patrón (Grado 0)<br>LLA-280-2021 / INACAL-DM                                  |                                                                 |                            |
| Varilla patrón<br>(Incertidumbre de 0,3 µm)<br>LLA-125-2022 / INACAL-DM              |                                                                 |                            |
| Termómetro de contacto<br>Incertidumbre de 0,07 °C<br>1AT-1744-2022 / METROIL S.A.C. |                                                                 |                            |



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC045 - P - 2023

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Presión

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

| Recipiente de Medición |             |             |                             |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Diámetro (mm)          | Altura (mm) | Masa ( kg ) | Volumen ( cm <sup>3</sup> ) |
| 203,22                 | 217,58      | 34,350      | 7057,35                     |

| Medidor de Aire tipo Bourdon   |                                      |                              |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Indicación A Calibrar<br>(psi) | Indicación Manómetro Patrón<br>(psi) | Error de Indicación<br>(psi) |
| 0,00                           | 0,00                                 | 0,00                         |
| 5,00                           | 5,21                                 | 0,21                         |
| 10,00                          | 10,20                                | 0,20                         |
| 15,00                          | 15,29                                | 0,29                         |

| Ensayo de Carga Directa                |                                 |                                 |                                 |                           |                        |
|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Valores Referenciales<br>( % de aire ) | Lecturas del A Calibrar         |                                 |                                 | Promedio<br>( % de aire ) | Error<br>( % de aire ) |
|                                        | L <sub>1</sub><br>( % de aire ) | L <sub>2</sub><br>( % de aire ) | L <sub>3</sub><br>( % de aire ) |                           |                        |
| 0,0                                    | 0,0                             | 0,0                             | 0,0                             | 0,0                       | 0,0                    |
| 5,0                                    | 5,0                             | 5,0                             | 5,0                             | 5,0                       | 0,0                    |
| 10,0                                   | 10,1                            | 10,1                            | 10,0                            | 10,1                      | 0,1                    |
| 15,0                                   | 15,2                            | 15,2                            | 15,1                            | 15,2                      | 0,2                    |

**Nota 1.-** El diámetro del recipiente de medición es de 0,93 veces la altura del recipiente.

**Nota 2.-** El punto inicial se determinó en 3%, para obtener el cero.

**Nota 3.-** El volumen efectivo del recipiente de calibración es de 0,05.

### 12. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1,184 kg/m<sup>3</sup>





METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC025 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

|                          |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Expediente            | 240019                                                              | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).                                                             |
| 2. Solicitante           | MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.                      |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. Dirección             | Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4. Equipo de medición    | BALANZA ELECTRÓNICA                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Capacidad Máxima         | 500 g                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| División de escala (d)   | 0,1 g                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Div. de verificación (e) | 0,1 g                                                               | Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| Clase de exactitud       | III                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Marca                    | OHAUS                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modelo                   | YA501                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Número de Serie          | NO INDICA                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Capacidad mínima         | 2 g                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Procedencia              | U.S.A.                                                              | METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.                                            |
| Identificación           | 10115 (*)                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ubicación                | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO                        | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.                                                                                                                                     |
| 5. Fecha de Calibración  | 2024-03-01                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. echa de Emisión       | 2024-03-06                                                          | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.                                                                                                                                                                                                    |

Jefe del Laboratorio

Firmado  
 digitalmente  
 por Angel Perez  
 Fecha:  
 2024.03.06  
 11:55:24 -05'00'

Sello





**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC025 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

### 7. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**  
 Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

### 9. Condiciones Ambientales

|                      | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C)     | 29,5    | 29,5  |
| Humedad Relativa (%) | 49      | 49    |



### 10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad                                                   | Patrón utilizado        | Certificado de calibración |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1717-MPES-2023 | Pesas<br>(exactitud M1) | 0141-MPES-2024             |

### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC025 - M - 2024**
*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

**12. Resultados de Medición****INSPECCIÓN VISUAL**

|                  |       |                  |          |        |          |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO   | TIENE | PLATAFORMA       | TIENE    | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
|                  |       | NIVELACIÓN       | NO TIENE |        |          |

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,5 °C | 29,5 °C |

| Medición<br>Nº          | Carga L1 = 250,00 g |         |         | Carga L2 = 500,00 g     |         |         |
|-------------------------|---------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
|                         | l (g)               | ΔL (mg) | E (mg)  | l (g)                   | ΔL (mg) | E (mg)  |
| 1                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 2                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 3                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 50,0    | 0,0     |
| 4                       | 250,0               | 60,0    | -10,0   | 500,0                   | 50,0    | 0,0     |
| 5                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 6                       | 250,0               | 60,0    | -10,0   | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 7                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 8                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 60,0    | -10,0   |
| 9                       | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 50,0    | 0,0     |
| 10                      | 250,0               | 50,0    | 0,0     | 500,0                   | 50,0    | 0,0     |
| Diferencia Máxima       |                     |         | 10,0    | Diferencia Máxima       |         | 10,0    |
| Error Máximo Permisible |                     |         | ± 300,0 | Error Máximo Permisible |         | ± 300,0 |

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

|   |   |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 |   |
| 3 | 4 |

 Posición  
 de las  
 cargas

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,5 °C | 29,5 °C |



| Posición<br>de la<br>Carga | Determinación del Error en Cero Eo |       |         |         | Determinación del Error Corregido Ec |                         |         |        |         |
|----------------------------|------------------------------------|-------|---------|---------|--------------------------------------|-------------------------|---------|--------|---------|
|                            | Carga<br>Mínima*                   | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga (L)                            | l (g)                   | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |
| 1                          |                                    | 1,0   | 50,0    | 0,0     |                                      | 160,0                   | 50,0    | 0,0    | 0,0     |
| 2                          |                                    | 1,0   | 50,0    | 0,0     |                                      | 159,9                   | 40,0    | -90,0  | -90,0   |
| 3                          | 1,00 g                             | 1,0   | 50,0    | 0,0     | 160,00 g                             | 160,0                   | 60,0    | -10,0  | -10,0   |
| 4                          |                                    | 1,0   | 50,0    | 0,0     |                                      | 160,1                   | 70,0    | 80,0   | 80,0    |
| 5                          |                                    | 1,0   | 50,0    | 0,0     |                                      | 160,0                   | 50,0    | 0,0    | 0,0     |
|                            |                                    |       |         |         |                                      | Error máximo permisible |         |        | ± 200,0 |

\* Valor entre 0 y 10g



RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC025 - M - 2024**
*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

|             | Inicial | Final   |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | 29,5 °C | 29,5 °C |

| Carga L (g) | CARGA CRECIENTE |         |        |         | CARGA DECRECIENTE |         |        |         | ± e.m.p (mg)** |
|-------------|-----------------|---------|--------|---------|-------------------|---------|--------|---------|----------------|
|             | l (g)           | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | l (g)             | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |                |
| 1,00        | 1,0             | 50,0    | 0,0    |         |                   |         |        |         |                |
| 2,00        | 2,0             | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 2,0               | 60,0    | -10,0  | -10,0   | 100,0          |
| 5,00        | 5,0             | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 5,0               | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 100,0          |
| 10,00       | 10,0            | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 10,0              | 60,0    | -10,0  | -10,0   | 100,0          |
| 20,00       | 20,0            | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 20,0              | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 100,0          |
| 50,00       | 50,0            | 60,0    | -10,0  | -10,0   | 50,0              | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 100,0          |
| 100,00      | 100,0           | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 100,0             | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 200,0          |
| 200,00      | 200,0           | 50,0    | 0,0    | 0,0     | 200,0             | 60,0    | -10,0  | -10,0   | 200,0          |
| 300,00      | 300,0           | 60,0    | -10,1  | -10,1   | 300,0             | 50,0    | -0,1   | -0,1    | 300,0          |
| 400,00      | 400,0           | 50,0    | -0,1   | -0,1    | 400,0             | 60,0    | -10,1  | -10,1   | 300,0          |
| 500,00      | 500,0           | 60,0    | -10,1  | -10,1   | 500,0             | 60,0    | -10,1  | -10,1   | 300,0          |

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

**LECTURA CORREGIDA**

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,11 \times 10^{-5} \times R$$

**INCERTIDUMBRE**

$$: U = 2 \times \sqrt{1,70 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 3,19 \times 10^{-6} \times R^2}$$

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC024 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Expediente <b>240019</b></p> <p>2. Solicitante <b>MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.</b></p> <p>3. Dirección <b>Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA</b></p> <p>4. Equipo de medición <b>BALANZA ELECTRÓNICA</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad Máxima <b>15 000 g</b></p> <p style="padding-left: 20px;">División de escala (d) <b>0,5 g</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Div. de verificación (e) <b>5 g</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Clase de exactitud <b>III</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Marca <b>OHAUS</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Modelo <b>R31P15</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Número de Serie <b>8338380089</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Capacidad mínima <b>10 g</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Procedencia <b>U.S.A.</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Identificación <b>NO INDICA</b></p> <p style="padding-left: 20px;">Ubicación <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO</b></p> <p>5. Fecha de Calibración <b>2024-02-29</b></p> <p>6. Fecha de Emisión <b>2024-03-06</b></p> | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente por  
Angel Perez  
Fecha:  
2024.03.06  
11:52:47 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA  
 TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE  
 ADMINISTRACION@METCAL.PE  
 WEB: WWW.METCAL.PE



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC024 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

### 7. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**  
Cal. Lambayeque N° 5/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

### 9. Condiciones Ambientales

|                      | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C)     | 29,1    | 29,2  |
| Humedad Relativa (%) | 48      | 48    |



### 10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad                                                     | Patrón utilizado        | Certificado de calibración |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1717-MPES-C-2023 | Pesas<br>(exactitud M1) | 0141-MPES-2024             |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1305-MPES-2023   | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0215-MPES-C-2024           |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1303-MPES-C-2023 | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0216-MPES-C-2024           |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>LM-C-370-2023    | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0217-MPES-C-2024           |

### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC024 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 12. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

|                  |       |                  |          |        |          |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO   | TIENE | PLATAFORMA       | TIENE    | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
|                  |       | NIVELACIÓN       | TIENE    |        |          |

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,1 °C | 29,1 °C |

| Medición<br>Nº | Carga L1 = 7 500,00 g   |        |        | Carga L2 = 15 000,00 g  |        |        |
|----------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
|                | I (g)                   | ΔL (g) | E (g)  | I (g)                   | ΔL (g) | E (g)  |
| 1              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
| 2              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
| 3              | 7 500,0                 | 0,2    | 0,1    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
| 4              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | 0,0    |
| 5              | 7 500,0                 | 0,3    | -0,1   | 15 000,0                | 0,3    | 0,0    |
| 6              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
| 7              | 7 500,0                 | 0,3    | -0,1   | 15 000,0                | 0,3    | 0,0    |
| 8              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
| 9              | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | 0,0    |
| 10             | 7 500,0                 | 0,3    | 0,0    | 15 000,0                | 0,3    | -0,1   |
|                | Diferencia Máxima       |        | 0,1    | Diferencia Máxima       |        | 0,1    |
|                | Error Máximo Permisible |        | ± 10,0 | Error Máximo Permisible |        | ± 15,0 |

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

|   |   |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 |   |
| 3 | 4 |

Posición  
de las  
cargas

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,2 °C | 29,2 °C |



| Posición<br>de la<br>Carga | Determinación del Error en Cero Eo |       |        |        | Determinación del Error Corregido Ec |         |        |       |        |
|----------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|--------------------------------------|---------|--------|-------|--------|
|                            | Carga<br>Mínima*                   | I (g) | ΔL (g) | Eo (g) | Carga (L)                            | I (g)   | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1                          | 5,00 g                             | 5,0   | 0,3    | 0,0    | 5 000,00 g                           | 5 000,0 | 0,3    | 0,0   | 0,0    |
| 2                          |                                    | 5,0   | 0,3    | 0,0    |                                      | 5 000,5 | 0,4    | 0,4   | 0,4    |
| 3                          |                                    | 5,0   | 0,3    | 0,0    |                                      | 5 000,0 | 0,3    | 0,0   | 0,0    |
| 4                          |                                    | 5,0   | 0,3    | 0,0    |                                      | 4 999,5 | 0,2    | -0,5  | -0,5   |
| 5                          |                                    | 5,0   | 0,3    | 0,0    |                                      | 5 000,0 | 0,3    | 0,0   | 0,0    |
|                            |                                    |       |        |        | Error máximo permisible              |         |        |       | ± 10,0 |

\* Valor entre 0 y 10e



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC024 - M - 2024

Metrología & calibración  
 Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

|             | Inicial | Final   |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | 29,2 °C | 29,2 °C |

| Carga L<br>(g) | CARGA CRECIENTE |        |       |                    | CARGA DECRECIENTE |        |       |                    | ± e.m.p<br>(g)** |
|----------------|-----------------|--------|-------|--------------------|-------------------|--------|-------|--------------------|------------------|
|                | l (g)           | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) | l (g)             | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |                  |
| 5,00           | 5,0             | 0,3    | 0,0   |                    |                   |        |       |                    |                  |
| 10,00          | 10,0            | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 10,0              | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 5,0              |
| 50,00          | 50,0            | 0,3    | -0,1  | 0,0                | 50,0              | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 5,0              |
| 100,00         | 100,0           | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 100,0             | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 5,0              |
| 500,00         | 500,0           | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 500,0             | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 5,0              |
| 1 000,01       | 1 000,0         | 0,3    | -0,1  | -0,1               | 1 000,0           | 0,3    | -0,1  | -0,1               | 5,0              |
| 3 000,02       | 3 000,0         | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 3 000,0           | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 10,0             |
| 6 000,00       | 6 000,0         | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 6 000,0           | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 10,0             |
| 9 000,00       | 9 000,0         | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 9 000,0           | 0,3    | 0,0   | 0,0                | 10,0             |
| 12 000,06      | 12 000,0        | 0,3    | -0,1  | -0,1               | 12 000,0          | 0,3    | -0,1  | -0,1               | 15,0             |
| 15 000,04      | 15 000,0        | 0,4    | -0,1  | -0,1               | 15 000,0          | 0,4    | -0,1  | -0,1               | 15,0             |

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
 E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 5,09 \times 10^{-6} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{4,27 \times 10^{-2} \times g^2 + 8,85 \times 10^{-10} \times R^2}$$



### 13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 2060797892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC023 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

|                                 |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Expediente</b>            | <b>240019</b>                                                       | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).                                                             |
| <b>2. Solicitante</b>           | <b>MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>3. Dirección</b>             | Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>4. Equipo de medición</b>    | <b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Capacidad Máxima</b>         | <b>30 000 g</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>División de escala (d)</b>   | <b>1 g</b>                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Div. de verificación (e)</b> | <b>10 g</b>                                                         | Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| <b>Clase de exactitud</b>       | <b>III</b>                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Marca</b>                    | <b>OHAUS</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Modelo</b>                   | <b>R31P30</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Número de Serie</b>          | <b>8339030374</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Capacidad mínima</b>         | <b>20 g</b>                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Procedencia</b>              | <b>U.S.A.</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Identificación</b>           | <b>NO INDICA</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Ubicación</b>                | <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>5. Fecha de Calibración</b>  | <b>2024-02-29</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>6. Fecha de Emisión</b>      | <b>2024-03-06</b>                                                   | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.                                                                                                                                     |
|                                 |                                                                     | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.                                                                                                                                                                                                    |

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente  
 por Angel Perez  
 Fecha:  
 2024.03.06  
 11:51:08 -05'00'

Sello





**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978899

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC023 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

### 7. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**  
 Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

### 9. Condiciones Ambientales

|                      | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C)     | 29,1    | 29,2  |
| Humedad Relativa (%) | 48      | 48    |



### 10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad                                                     | Patrón utilizado        | Certificado de calibración |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1717-MPES-C-2023 | Pesas<br>(exactitud M1) | 0141-MPES-2024             |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1305-MPES-2023   | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0215-MPES-C-2024           |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>1303-MPES-C-2023 | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0216-MPES-C-2024           |
| PESAS (Clase de exactitud F1)<br>DM - INACAL<br>LM-C-370-2023    | Pesa<br>(exactitud M1)  | 0217-MPES-C-2024           |

### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC023 - M - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 12. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

|                  |       |                  |          |        |          |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO   | TIENE | PLATAFORMA       | TIENE    | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
|                  |       | NIVELACIÓN       | TIENE    |        |          |

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,1 °C | 29,1 °C |

| Medición<br>Nº | Carga L1 = 15 000,0 g          |        |       | Carga L2 = 30 000,0 g          |        |       |
|----------------|--------------------------------|--------|-------|--------------------------------|--------|-------|
|                | l (g)                          | ΔL (g) | E (g) | l (g)                          | ΔL (g) | E (g) |
| 1              | 15 000                         | 0,6    | -0,1  | 30 000                         | 0,5    | 0,0   |
| 2              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,5    | 0,0   |
| 3              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,6    | -0,1  |
| 4              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,5    | 0,0   |
| 5              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,6    | -0,1  |
| 6              | 15 000                         | 0,6    | -0,1  | 30 000                         | 0,7    | -0,2  |
| 7              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,6    | -0,1  |
| 8              | 15 000                         | 0,5    | 0,0   | 30 000                         | 0,6    | -0,1  |
| 9              | 15 000                         | 0,6    | -0,1  | 30 000                         | 0,5    | 0,0   |
| 10             | 15 000                         | 0,6    | -0,1  | 30 000                         | 0,7    | -0,2  |
|                | Diferencia Máxima 0,1          |        |       | Diferencia Máxima 0,2          |        |       |
|                | Error Máximo Permisible ± 20,0 |        |       | Error Máximo Permisible ± 30,0 |        |       |

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

|   |   |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 |   |
| 3 | 4 |

Posición  
de las  
cargas

|             |         |         |
|-------------|---------|---------|
|             | Inicial | Final   |
| Temperatura | 29,2 °C | 29,2 °C |



| Posición<br>de la<br>Carga | Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub> |       |        |                    | Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub> |        |        |       |                    |
|----------------------------|------------------------------------------------|-------|--------|--------------------|--------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
|                            | Carga<br>Mínima*                               | l (g) | ΔL (g) | E <sub>0</sub> (g) | Carga (L)                                        | l (g)  | ΔL (g) | E (g) | E <sub>c</sub> (g) |
| 1                          |                                                | 10    | 0,5    | 0,0                |                                                  | 10 000 | 0,5    | 0,0   | 0,0                |
| 2                          |                                                | 10    | 0,5    | 0,0                |                                                  | 10 001 | 0,6    | 0,9   | 0,9                |
| 3                          | 10,0 g                                         | 10    | 0,5    | 0,0                | 10 000,0 g                                       | 10 000 | 0,5    | 0,0   | 0,0                |
| 4                          |                                                | 10    | 0,5    | 0,0                |                                                  | 9 999  | 0,4    | -0,9  | -0,9               |
| 5                          |                                                | 10    | 0,5    | 0,0                |                                                  | 10 000 | 0,6    | -0,1  | -0,1               |
|                            |                                                |       |        |                    | Error máximo permisible                          |        |        |       | ± 20,0             |

\* Valor entre 0 y 10e



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 CALIBRACIÓN & MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC023 - M - 2024

Metrología & calibración  
 Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

| Temperatura | Inicial | Final   |
|-------------|---------|---------|
|             | 29,2 °C | 29,2 °C |

| Carga L (g) | CARGA CRECIENTE |        |       | CARGA DECRECIENTE |        |        |       | ± e.m.p (g)** |        |
|-------------|-----------------|--------|-------|-------------------|--------|--------|-------|---------------|--------|
|             | l (g)           | ΔL (g) | E (g) | Ec (g)            | l (g)  | ΔL (g) | E (g) |               | Ec (g) |
| 10,0        | 10              | 0,6    | -0,1  |                   |        |        |       |               |        |
| 20,0        | 20              | 0,5    | 0,0   | 0,1               | 20     | 0,6    | -0,1  | 0,0           | 10,0   |
| 100,0       | 100             | 0,6    | -0,1  | 0,0               | 100    | 0,6    | -0,1  | 0,0           | 10,0   |
| 500,0       | 500             | 0,6    | -0,1  | 0,0               | 500    | 0,5    | 0,0   | 0,1           | 10,0   |
| 1 000,0     | 1 000           | 0,6    | -0,1  | 0,0               | 1 000  | 0,5    | 0,0   | 0,1           | 10,0   |
| 5 000,0     | 5 000           | 0,5    | 0,0   | 0,1               | 5 000  | 0,6    | -0,1  | 0,0           | 10,0   |
| 10 000,1    | 10 000          | 0,6    | -0,1  | 0,0               | 10 000 | 0,6    | -0,1  | 0,0           | 20,0   |
| 15 000,0    | 15 000          | 0,5    | 0,0   | 0,1               | 15 000 | 0,7    | -0,2  | -0,1          | 20,0   |
| 20 001,3    | 20 001          | 0,8    | -0,6  | -0,5              | 20 001 | 0,6    | -0,4  | -0,3          | 20,0   |
| 25 001,3    | 25 001          | 0,5    | -0,3  | -0,2              | 25 001 | 0,6    | -0,4  | -0,3          | 30,0   |
| 30 001,4    | 30 001          | 0,7    | -0,5  | -0,4              | 30 001 | 0,7    | -0,5  | -0,4          | 30,0   |

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
 E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.



LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 7,85 \times 10^{-9} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{1,76 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 9,36 \times 10^{-10} \times R^2}$$

### 13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 30607978893

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC010 - T - 2024

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

|                 |                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. Expediente   | 240019                                                              |
| 2. Solicitante  | MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.                      |
| 3. Dirección    | Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA |
| 4. Equipo       | HORNO                                                               |
| Alcance Máximo  | De 0 °C a 300 °C                                                    |
| Marca           | PINZUAR                                                             |
| Modelo          | NO INDICA                                                           |
| Número de Serie | 10105                                                               |
| Procedencia     | COLOMBIA                                                            |
| Identificación  | NO INDICA                                                           |
| Ubicación       | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO                        |

| Descripción                     | Controlador / Selector | Instrumento de medición |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Alcance                         | 0 °C a 300 °C          | 0 °C a 300 °C           |
| División de escala / Resolución | 0,1 °C                 | 0,1 °C                  |
| Tipo                            | CONTROLADOR DIGITAL    | TERMÓMETRO DIGITAL      |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2024-02-29

6. Fecha de Emisión 2024-03-06

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente  
 por Angel Perez

Fecha:  
 2024.03.06  
 11:58:43 -05'00'

Sello





RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MC010 - T - 2024

*Metrología & calibración*
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

#### 7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

#### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**

Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

#### 9. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 29,6 °C | 29,6 °C |
| Humedad Relativa | 51 %    | 51 %    |

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.

El controlador se seteo en 110 °C



#### 10. Patrones de referencia

| Trazabilidad                                                              | Patrón utilizado                                | Certificado y/o Informe de calibración |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Patrones de referencia de la Dirección de Metrología LT-294-2023 / INACAL | TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES | 0016-TPES-C-2024                       |

#### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC010 - T - 2024**

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

**12. Resultados de Medición**

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo<br>(min) | Termómetro<br>del equipo<br>(°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) |       |       |       |       |                |       |       |       |       | T <sub>prom</sub><br>(°C) | max-T <sub>m</sub> |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|--------------------|
|                 |                                  | NIVEL SUPERIOR                                  |       |       |       |       | NIVEL INFERIOR |       |       |       |       |                           |                    |
|                 |                                  | 1                                               | 2     | 3     | 4     | 5     | 6              | 7     | 8     | 9     | 10    |                           |                    |
| 00              | 110,0                            | 111,3                                           | 109,7 | 110,9 | 108,4 | 111,2 | 112,9          | 110,9 | 110,0 | 110,5 | 111,9 | 110,8                     | 4,5                |
| 02              | 110,0                            | 111,4                                           | 109,7 | 110,8 | 108,2 | 111,2 | 112,7          | 110,9 | 110,0 | 110,8 | 111,7 | 110,7                     | 4,5                |
| 04              | 110,0                            | 111,4                                           | 109,7 | 110,9 | 108,3 | 111,1 | 112,6          | 110,9 | 110,0 | 110,8 | 111,7 | 110,7                     | 4,3                |
| 06              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,8 | 108,2 | 111,2 | 112,7          | 110,8 | 110,0 | 110,9 | 111,8 | 110,8                     | 4,5                |
| 08              | 110,0                            | 111,4                                           | 109,9 | 110,8 | 108,2 | 111,2 | 112,6          | 110,9 | 110,0 | 110,8 | 111,9 | 110,8                     | 4,4                |
| 10              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,8 | 108,5 | 111,1 | 112,6          | 110,9 | 110,2 | 110,8 | 111,8 | 110,8                     | 4,1                |
| 12              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,6 | 108,5 | 111,2 | 112,6          | 110,8 | 110,2 | 110,8 | 111,9 | 110,8                     | 4,1                |
| 14              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,9 | 108,7 | 111,2 | 112,6          | 110,8 | 110,2 | 110,8 | 111,8 | 110,8                     | 3,9                |
| 16              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,9 | 108,7 | 111,2 | 112,6          | 110,9 | 110,2 | 110,9 | 111,8 | 110,8                     | 3,9                |
| 18              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,9 | 108,6 | 111,1 | 112,7          | 110,8 | 110,2 | 110,9 | 111,9 | 110,8                     | 4,1                |
| 20              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 111,0 | 108,6 | 111,2 | 112,7          | 110,8 | 110,2 | 110,9 | 111,9 | 110,9                     | 4,1                |
| 22              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,6 | 108,5 | 111,0 | 112,7          | 110,8 | 110,2 | 110,9 | 111,9 | 110,8                     | 4,2                |
| 24              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,8 | 110,5 | 108,6 | 111,2 | 112,7          | 110,8 | 110,1 | 110,8 | 111,8 | 110,8                     | 4,1                |
| 26              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,7 | 108,8 | 111,2 | 112,8          | 110,8 | 110,1 | 110,9 | 111,8 | 110,9                     | 4,0                |
| 28              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,6 | 108,6 | 111,2 | 112,8          | 110,9 | 110,1 | 110,9 | 111,8 | 110,8                     | 4,2                |
| 30              | 110,0                            | 111,4                                           | 109,8 | 110,7 | 108,6 | 111,4 | 112,8          | 110,8 | 110,0 | 110,9 | 111,9 | 110,8                     | 4,2                |
| 32              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,6 | 108,6 | 111,4 | 112,7          | 110,9 | 110,0 | 110,9 | 111,9 | 110,8                     | 4,1                |
| 34              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,7 | 108,7 | 111,3 | 112,7          | 110,8 | 110,0 | 110,8 | 111,8 | 110,8                     | 4,0                |
| 36              | 110,0                            | 111,6                                           | 110,0 | 110,9 | 108,7 | 111,4 | 112,8          | 110,8 | 110,0 | 110,9 | 112,0 | 110,9                     | 4,1                |
| 38              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,8 | 108,7 | 111,3 | 112,9          | 110,8 | 110,0 | 110,9 | 111,9 | 110,9                     | 4,2                |
| 40              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,8 | 108,7 | 111,4 | 112,9          | 110,9 | 110,0 | 110,9 | 111,9 | 110,9                     | 4,2                |
| 42              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,9 | 108,5 | 111,5 | 112,9          | 111,1 | 110,2 | 110,9 | 111,9 | 110,9                     | 4,4                |
| 44              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,8 | 108,5 | 111,5 | 112,7          | 111,1 | 110,2 | 110,8 | 111,9 | 110,9                     | 4,2                |
| 46              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,8 | 108,6 | 111,4 | 112,7          | 111,1 | 110,2 | 110,8 | 111,7 | 110,9                     | 4,1                |
| 48              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,9 | 110,8 | 108,6 | 111,4 | 112,9          | 110,8 | 110,2 | 110,8 | 111,8 | 110,9                     | 4,3                |
| 50              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,8 | 110,7 | 108,7 | 111,3 | 112,9          | 111,0 | 110,1 | 110,8 | 111,9 | 110,9                     | 4,2                |
| 52              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,7 | 108,7 | 111,4 | 112,9          | 111,0 | 110,1 | 110,8 | 111,9 | 110,9                     | 4,2                |
| 54              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,6 | 108,5 | 111,4 | 112,9          | 110,8 | 110,1 | 110,8 | 111,9 | 110,8                     | 4,4                |
| 56              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,9 | 110,7 | 108,5 | 111,4 | 112,9          | 110,9 | 110,0 | 110,8 | 111,9 | 110,8                     | 4,4                |
| 58              | 110,0                            | 111,7                                           | 109,7 | 110,9 | 108,7 | 111,4 | 112,8          | 111,1 | 110,1 | 110,9 | 111,9 | 110,9                     | 4,1                |
| 60              | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,7 | 108,7 | 111,4 | 112,7          | 111,2 | 109,9 | 110,8 | 112,0 | 110,9                     | 4,0                |
| <b>T.PROM</b>   | 110,0                            | 111,6                                           | 109,8 | 110,7 | 108,6 | 111,3 | 112,7          | 110,9 | 110,1 | 110,8 | 111,8 | 110,8                     |                    |
| <b>T.MAX</b>    | 110,0                            | 111,7                                           | 110,0 | 111,0 | 108,8 | 111,5 | 112,9          | 111,2 | 110,2 | 110,9 | 112,0 |                           |                    |
| <b>T.MIN</b>    | 110,0                            | 111,3                                           | 109,7 | 110,5 | 108,2 | 111,0 | 112,6          | 110,8 | 109,9 | 110,5 | 111,7 |                           |                    |
| <b>DTT</b>      | 0,0                              | 0,4                                             | 0,3   | 0,5   | 0,6   | 0,5   | 0,3            | 0,4   | 0,3   | 0,4   | 0,3   |                           |                    |





METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC010 - T - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

| PARÁMETRO                               | VALOR<br>( °C ) | INCERTIDUMBRE<br>EXPANDIDA ( °C ) |
|-----------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida               | 112,9           | 0,3                               |
| Mínima Temperatura Medida               | 108,2           | 0,2                               |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo  | 0,6             | 0,2                               |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 4,2             | 0,2                               |
| Estabilidad Medida ( ± )                | 0,3             | 0,04                              |
| Uniformidad Medida                      | 4,5             | 0,2                               |

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima.  
 T.MIN : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.





RUC: 20607978892

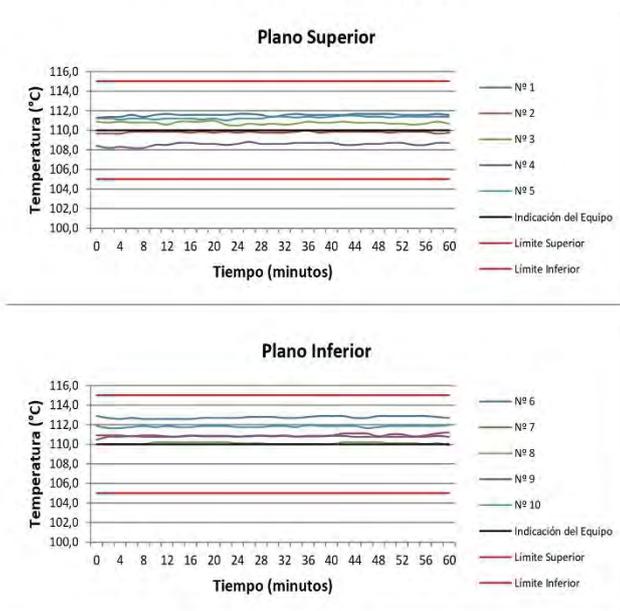
**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
 CALIBRACIÓN Y MAINTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC010 - T - 2024**

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**





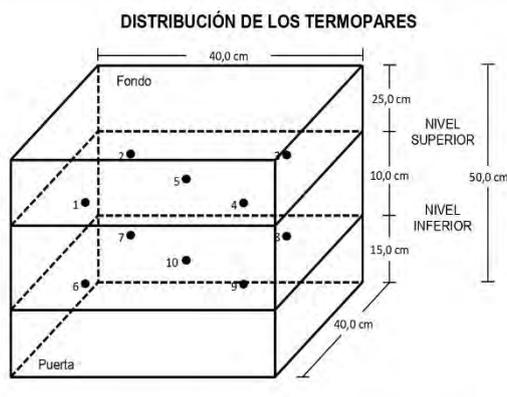
**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES;  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20507978892

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC010 - T - 2024

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



RUC: 20607978892

METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MC009 - F - 2024

Metrología &amp; calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

|                         |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Expediente           | 240019                                                              | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
| 2. Solicitante          | MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3. Dirección            | Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. Equipo               | PRENSA DE CONCRETO                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Capacidad               | 1000 kN                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Marca                   | PINZUAR                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modelo                  | PC-160                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Número de Serie         | 215                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Procedencia             | COLOMBIA                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Identificación          | NO INDICA                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Indicación              | DIGITAL                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Marca                   | PINZUAR                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modelo                  | PC-180                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Número de Serie         | 109                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Resolución              | 0,1 kN                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ubicación               | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5. Fecha de Calibración | 2024-02-29                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6. Fecha de Emisión     | 2024-03-06                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Sello

Jefe del Laboratorio

Firmado  
digitalmente por  
Angel Perez  
Fecha: 2024.03.06  
11:41:12 -05'00'



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C  
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA  
DEL.: 955 730 951 | 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE  
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**

 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,  
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
 MC009 - F - 2024**
*Metrología & calibración*
*Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**8. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 Cal. Lambayeque N° S/N Sector Pueblo nuevo, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

**9. Condiciones Ambientales**

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 29,2 °C | 29,2 °C |
| Humedad Relativa | 54 % HR | 54 % HR |


**10. Patrones de referencia**

| Trazabilidad                                                                                               | Patrón utilizado                      | Informe/Certificado de calibración |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Celdas patrones calibradas en<br>HOTTINGER BALDWIN<br>MESSTECHNIK GmbH -<br>Alemania<br>87747 / 2023-10-18 | Celda de carga<br>calibrado a 1500 kN | LEDI-PUCP<br>INF-LE 016-24A        |

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,1 kN para lecturas menores a kN y kN para lecturas fuera de este rango.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC009 - F - 2024**

*Metrología & calibración*

*Laboratorio de Fuerza*

Página 3 de 3

**12. Resultados de Medición**

| Indicación del Equipo |            | Indicación de Fuerza (Ascenso)<br>Patrón de Referencia |            |            |                     |
|-----------------------|------------|--------------------------------------------------------|------------|------------|---------------------|
| %                     | $F_i$ (kN) | $F_1$ (kN)                                             | $F_2$ (kN) | $F_3$ (kN) | $F_{Promedio}$ (kN) |
| 10                    | 100,0      | 99,8                                                   | 99,9       | 99,9       | 99,9                |
| 20                    | 200,0      | 199,9                                                  | 199,9      | 199,8      | 199,9               |
| 30                    | 300,0      | 300,0                                                  | 300,1      | 300,0      | 300,1               |
| 40                    | 400,0      | 400,2                                                  | 400,3      | 400,2      | 400,2               |
| 50                    | 500,0      | 500,4                                                  | 500,4      | 500,3      | 500,4               |
| 60                    | 600,0      | 600,7                                                  | 600,8      | 600,7      | 600,7               |
| 70                    | 700,0      | 700,6                                                  | 700,7      | 700,6      | 700,7               |
| 80                    | 800,0      | 800,7                                                  | 800,8      | 800,7      | 800,8               |
| 90                    | 900,0      | 900,5                                                  | 900,5      | 900,4      | 900,5               |
| 100                   | 1000,0     | 1000,6                                                 | 1000,7     | 1000,6     | 1000,6              |
| Retorno a Cero        |            | 0,0                                                    | 0,0        | 0,0        |                     |

| Indicación del Equipo<br>F (kN) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición |                        |                         |                          | Incertidumbre<br>U (k=2)<br>(%) |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                 | Exactitud<br>q (%)                            | Repetibilidad<br>b (%) | Reversibilidad<br>v (%) | Resol. Relativa<br>a (%) |                                 |
| 100,0                           | 0,14                                          | 0,06                   | ---                     | 0,10                     | 0,17                            |
| 200,0                           | 0,06                                          | 0,04                   | ---                     | 0,05                     | 0,17                            |
| 300,0                           | -0,02                                         | 0,04                   | ---                     | 0,03                     | 0,17                            |
| 400,0                           | -0,06                                         | 0,03                   | ---                     | 0,03                     | 0,17                            |
| 500,0                           | -0,07                                         | 0,02                   | ---                     | 0,02                     | 0,17                            |
| 600,0                           | -0,12                                         | 0,02                   | ---                     | 0,02                     | 0,17                            |
| 700,0                           | -0,09                                         | 0,01                   | ---                     | 0,01                     | 0,17                            |
| 800,0                           | -0,10                                         | 0,02                   | ---                     | 0,01                     | 0,17                            |
| 900,0                           | -0,05                                         | 0,01                   | ---                     | 0,01                     | 0,17                            |
| 1000,0                          | -0,06                                         | 0,01                   | ---                     | 0,01                     | 0,17                            |

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )      0,00 %



**13. Incertidumbre**

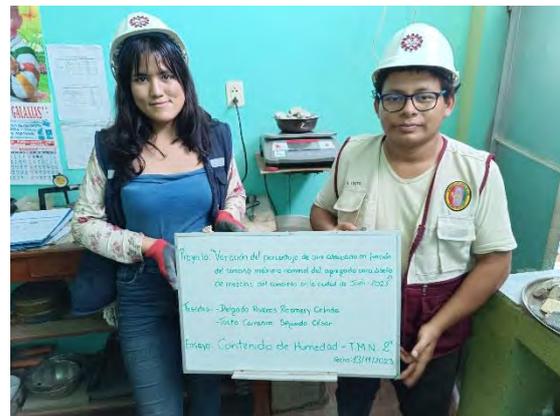
La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**ANEXO 10**  
**PANEL FOTOGRAFÍCO**

**PLANTA PROCESADORA DE AGREGADOS GRUESOS “ARENERA JAÉN”**



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**



## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS



## ENSAYOS DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS



## PESO UNITARIO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS



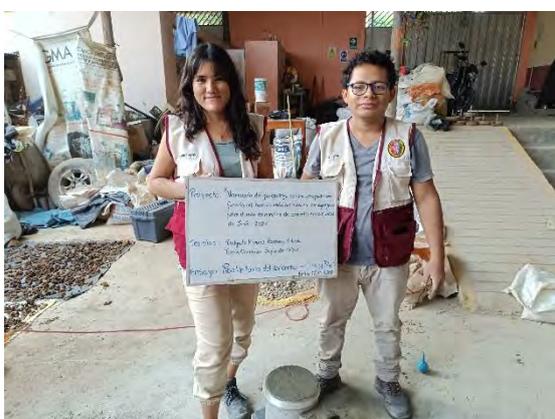
**PESO UNITARIO VARRILLADO DE LOS AGREGADOS**



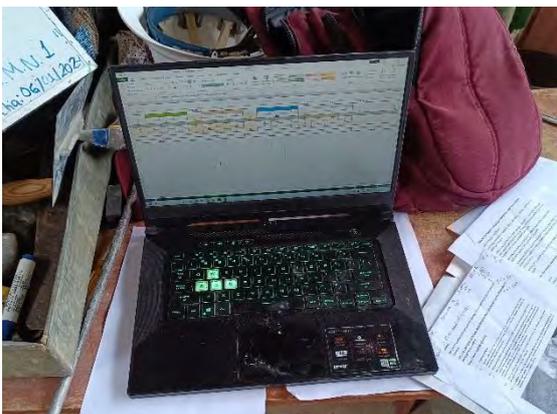
### ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)



### PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO



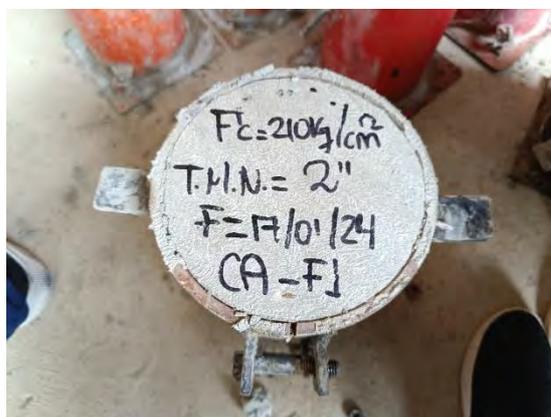
### DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO



## ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR MÉTODO DE PRESIÓN



## ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO



# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS



**ANEXO 11**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN**  
**EL SOFTWARE**  
**STATGRAPHICS 19**

→ **Contenido de aire atrapado**

**A. Comprobación del supuesto de normalidad**

Se aplicó la prueba estadística de W de Shapiro-Wilk para realizar la comprobación del comportamiento de las variables de estudio, si es que tienen origen de una distribución normal, siendo un requisito para la aplicación de la prueba T Student para una muestra, lo cual presenta las siguientes condiciones:

- P – valor  $\geq \alpha$  → Aceptar  $H_0$  = Los datos siguen una distribución normal.
- P – valor  $< \alpha$  → Aceptar  $H_1$  = Los datos no siguen una distribución normal.

**B. Comprobación del supuesto de igualdad de varianzas**

Se aplicó la prueba estadística de Levene para realizar la comprobación del comportamiento de las varianzas de las variables de estudio, si es que presentan igualdad o al menos una difiere, siendo un requisito para la aplicación de la prueba ANOVA, lo cual presenta las siguientes condiciones:

- P – valor  $\geq \alpha$  → Aceptar  $H_0$  = Las varianzas son iguales.
- P – valor  $< \alpha$  → Aceptar  $H_1$  = Las varianzas son diferentes.

**Tabla 46**

*Supuesto de normalidad de varianza para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

| Contenido de Aire Atrapado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |        |                               |           |           |                        |
|--------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| Supuesto                                               | T.M.N. | Prueba                        | P - Valor | Condición | Nivel de significancia |
| Normalidad                                             | 3/8"   | Estadístico W de Shapiro-Wilk | 0.058     | >         | $\alpha = 0.05$        |
|                                                        | 1/2"   |                               | 0.739     | >         | $\alpha = 0.05$        |
|                                                        | 3/4"   |                               | 0.421     | >         | $\alpha = 0.05$        |
|                                                        | 1"     |                               | 0.473     | >         | $\alpha = 0.05$        |
|                                                        | 1 1/2" |                               | 0.538     | >         | $\alpha = 0.05$        |
|                                                        | 2"     |                               | 0.064     | >         | $\alpha = 0.05$        |

**Tabla 47**

*Supuesto de igualdad de varianza para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

| Contenido de Aire Atrapado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |        |           |           |                        |
|--------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------|------------------------|
| Supuesto                                               | Prueba | P - Valor | Condición | Nivel de significancia |
| Igualdad de Varianzas                                  | Levene | 0.072     | >         | $\alpha = 0.05$        |

Por lo detallado, para el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el supuesto de normalidad al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta las hipótesis nulas y se establece que los valores de la variable contenido de aire atrapado provienen de una distribución normal. En cuanto, al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta la hipótesis nula y se establece que las varianzas de la variable contenido de aire atrapado son iguales.

### C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para comprobar si es que existen diferencias significativas entre las medias del contenido de aire atrapado real respecto a las diversas condiciones de diseño, se aplicó las siguientes condiciones:

- P – valor  $\leq \alpha \rightarrow$  Aceptar  $H_1$  = Existe diferencias significativas entre las medias del contenido de aire atrapado real.
- P – valor  $> \alpha \rightarrow$  Aceptar  $H_0$  = No existe diferencias significativas entre las medias del contenido de aire atrapado real.

**Tabla 48**

*Análisis de varianza para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

| Parámetro                  | Análisis de Varianza |         |
|----------------------------|----------------------|---------|
|                            | F                    | P-Valor |
| Contenido de aire atrapado | 155.53               | 0.000   |

Se analiza que para el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el “P – valor” es menor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , lo cual se establece que existe diferencia altamente significativa en las medias de los porcentajes de aire atrapado reales con las condiciones de diseño a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se concluye que los porcentajes de aire atrapados reales tienen efectos significativos en las condiciones de diseño.