

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
DE VIDRIO PULVERIZADO**

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

**Autores:        Bach. Ybilder Fidel Vasquez Silva**  
**Bach. Yhoonpier Clodoaldo Girón Gavidia**

**Asesores:       Ing. Wilmer Rojas Pintado**  
**Mg. Ing. Juan Alberto Contreras Moreto**

**JAÉN – PERÚ, OCTUBRE DE 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29804

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 30 de OCTUBRE del año 2019, siendo las 11:55 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. MARCO ANTONIO AGUIRRE CAMACHO

Secretario: Mg. BILLY ALEMIS CAYATOPA CALDERON

Vocal: Ing. CESAR JESUS DIAZ CORONEL para evaluar la Sustentación de:

Trabajo de Investigación

Tests

Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

ANALISIS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
CON ADICION DE VIDRIO POLIGERIZADO

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller: FRONIER CLAUDIO GIRON GAVIA  
YSLDER FIDEL VASQUEZ SILVA

de la Carrera Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Nacional de Jaén,

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

Aprobar  Desaprobar  Unanimidad  Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 12:45 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Jurado

  
Secretario

  
Vocal

## ÍNDICE

RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	2
II. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	4
3.1. Población y muestra.....	4
3.1.1. Población.....	4
3.1.2. Muestra.....	4
3.2. Formulación de la hipótesis .....	4
3.3. Variables de investigación .....	4
3.3.1. Variable independiente.....	4
3.3.2. Variable dependiente.....	4
3.4. Línea de la investigación .....	4
3.5. Tipo de investigación.....	5
3.5.1. Según su finalidad .....	5
3.5.2. Según su alcance .....	5
3.5.3. Según su diseño.....	5
3.5.4. Según su enfoque .....	5
3.6. Materiales.....	5
3.6.1. Normatividad para los ensayos realizados a los agregados.....	5
3.6.2. Normatividad para los ensayos realizados al concreto en estado fresco .....	6
3.6.3. Normatividad para los ensayos realizados al concreto en estado endurecido .....	6
3.7. Métodos .....	7
3.7.1. Diseño experimental.....	7
3.7.2. Método deductivo inductivo.....	7
3.8. Técnicas .....	7
3.8.1. Técnica de observación .....	7
3.8.2. Técnica de medición.....	7
3.8.3. Técnica análisis y síntesis .....	8
3.8.4. Participante.....	8

3.8.5.	Documental .....	8
3.8.6.	Gabinete .....	8
3.9.	Proceso de investigación.....	9
3.9.1.	Selección de los materiales.....	10
3.9.1.1	Agua .....	10
3.9.1.2	Cemento .....	10
3.9.1.3	Agregado fino.....	10
3.9.1.4	Agregado grueso .....	10
3.9.1.5	Vidrio .....	12
3.9.2.	Estudios de los materiales .....	12
3.9.2.1	Extracción y preparación de muestras.....	12
3.9.2.2	Reducción de muestras a tamaño de ensayo .....	13
3.9.2.3	Contenido de humedad de los agregados .....	14
3.9.2.4	Análisis granulométrico de los agregados.....	15
3.9.2.5	Peso específico y absorción del agregado fino.....	17
3.9.2.6	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	20
3.9.2.7	Peso unitario suelto y compactado de los agregados fino y grueso.....	23
3.9.2.8	Pulverizado del vidrio para la elaboración de concreto.....	26
3.9.3.	Diseño de mezclas.....	27
3.9.4.	Elaboración del concreto.....	34
3.9.5.	Ensayos del concreto en estado fresco .....	35
3.9.5.1.	Asentamiento del concreto en estado fresco (Slump) .....	35
3.9.5.2.	Temperatura del concreto en estado fresco .....	36
3.9.5.3.	Peso unitario y rendimiento del concreto en estado fresco .....	37
3.9.5.4.	Medición del contenido de aire mediante la olla Washington .....	38
3.9.6.	Ensayos del concreto en estado endurecido .....	39
3.9.6.1.	Elaboración y curado en el laboratorio de muestras cilíndricas .....	39
3.9.6.2.	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto .....	41
IV.	RESULTADOS.....	43
4.1.	Resultados de los ensayos de agregados.....	43
4.2.	Resultados del concreto en estado fresco.....	43
4.2.1.	Asentamiento o slump .....	44
4.2.2.	Temperatura .....	44
4.2.3.	Contenido de aire .....	45

4.2.4. Peso unitario .....	45
4.3. Resultados del concreto en estado endurecido.....	46
4.3.1. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos .....	46
V. DISCUSIÓN .....	53
5.1. Discusión del concreto en estado fresco .....	53
5.1.1. Asentamiento o slump .....	53
5.1.2. Temperatura .....	53
5.1.3. Contenido de aire .....	53
5.1.4. Peso unitario .....	53
5.2. Discusión con los antecedentes.....	54
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
6.1. Conclusiones .....	55
6.2. Recomendaciones .....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
DEDICATORIA .....	58
AGRADECIMIENTO.....	59
ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de ensayos.....	7
Tabla 2. Límites para la granulometría del agregado fino.....	10
Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso .....	11
Tabla 4. Características físicas de los materiales .....	27
Tabla 5. Volumen unitario de agua para diseño .....	28
Tabla 6. Contenido de aire atrapado .....	29
Tabla 7. Relación agua / cemento por resistencia .....	29
Tabla 8. Interpolación para la relación A/C .....	29
Tabla 9. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	30
Tabla 10. Interpolación del contenido del agregado grueso.....	31
Tabla 11. Materiales sin corrección por humedad.....	33
Tabla 12. Materiales con corrección por humedad.....	33
Tabla 13. Determinación de los pesos por tanda de bolsa.....	33
Tabla 14. Cantidad de vidrio pulverizado pasante la malla N° 100 .....	34

Tabla 15. Resultados de los ensayos realizados a los agregados.....	43
Tabla 16. Resultados del concreto en estado fresco .....	43
Tabla 17. Resultados de los promedios de resistencia a compresión de testigos .....	46
Tabla 18. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 7 días.....	47
Tabla 19. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 14 días.....	48
Tabla 20. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 28 días.....	49
Tabla 21. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los.7 días.....	50
Tabla 22. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los.14 días...	50
Tabla 23. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días...	50

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Flujograma del procedimiento de investigación de concreto con adición de vidrio pulverizado.....	9
Esquema 2. Flujograma del procedimiento de cuarteo para reducir muestras de agregados a tamaños de ensayos.....	13
Esquema 3. Flujograma del procedimiento para determinar el contenido de humedad de los agregados .....	14
Esquema 4. Flujograma para realizar el análisis granulométrico de los agregados .....	15
Esquema 5. Flujograma del peso específico y absorción del agregado fino .....	17
Esquema 6. Flujograma del peso específico y absorción del agregado grueso.....	20
Esquema 7. Flujograma para determinar el peso unitario suelto de los agregados .....	23
Esquema 8. Flujograma para determinar el peso unitario compactado de los agregados ..	24
Esquema 9. Flujograma del procesamiento del vidrio pasante la malla N° 100 .....	26
Esquema 10. Flujograma para medir el asentamiento del concreto en estado fresco con el cono de Abrams .....	35
Esquema 11. Flujograma de la determinación de temperatura del concreto en estado fresco .....	36
Esquema 12. Flujograma para calcular el peso unitario y rendimiento del concreto en estado fresco .....	37
Esquema 13. Flujograma de la determinación del contenido de aire por presión en la olla de Washington .....	38
Esquema 14. Flujograma del procedimiento para elaboración y curado de testigos de concreto .....	39
Esquema 15. Flujograma del procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos .....	41

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Equipo artesanal para reducir el tamaño de las partículas de vidrio .....	12
Foto 2. Molino mecánico para el pulverizado de vidrio.....	12
Foto 3. Aplanado de material para cuarteo.....	13
Foto 4. Cuarteo de muestras de agregados .....	13
Foto 5. Determinación de la masa de los agregados antes de secar .....	14
Foto 6. Secado de la muestra de agregados en cocina.....	14
Foto 7. Lavado de las muestras en la malla N° 200 .....	16
Foto 8. Peso seco de las muestras para análisis granulométrico .....	16
Foto 9. Tamizado mecánico de los agregados.....	16
Foto 10. Agregados después de ser tamizados y pesados .....	16
Foto 11. Agregado fino sumergido en el agua .....	18
Foto 12. Secado del agregado fino por medio de secadora .....	18
Foto 13. Prueba para determinar la humedad superficial .....	18
Foto 14. Pesado de la muestra saturada con superficie seca (SSS) .....	18
Foto 15. Peso del picnómetro con 500 ml de agua.....	18
Foto 16. Peso del picnómetro más muestra saturada con superficie seca .....	18
Foto 17. Secado de la muestra en el horno .....	19
Foto 18. Peso en el aire de la muestra desecada.....	19
Foto 19. Agregado grueso sumergido en agua .....	21
Foto 20. Eliminación de agua superficial .....	21
Foto 21. Pesado de la muestra saturada con superficie seca (SSS) .....	21
Foto 22. Determinación del peso de la muestra sumergido en agua .....	21
Foto 23. Secado de la muestra en el horno .....	21
Foto 24. Calculo del peso seco .....	21
Foto 25. Llenado del recipiente con agregado.....	23
Foto 26. Peso del recipiente más agregado suelto .....	23
Foto 27. Peso del recipiente.....	24
Foto 28. Dimensiones del recipiente .....	24
Foto 29. Compactado del agregado por capas.....	25
Foto 30. Peso del recipiente más agregado compactado .....	25

Foto 31. Peso del recipiente.....	25
Foto 32. Dimensiones del recipiente .....	25
Foto 33. Recolección de vidrio laminar.....	26
Foto 34. Recolección del vidrio de envases .....	26
Foto 35. Trituración manual del vidrio.....	27
Foto 36. Tamizado de vidrio.....	27
Foto 37. Proporción de materiales .....	34
Foto 38. Preparación de concreto .....	34
Foto 39. Llenado del cono de Abrams.....	35
Foto 40. Medida del asentamiento.....	35
Foto 41. Colocación del termómetro .....	36
Foto 42. Medida de la temperatura .....	36
Foto 43. Llenado y enrazado del molde .....	37
Foto 44. Peso del recipiente con concreto .....	37
Foto 45. Llenado y enrazado de la olla.....	38
Foto 46. Medida del contenido de aire .....	38
Foto 47. Llenado y varillado de testigos.....	39
Foto 48. Testigos en proceso de llenado.....	39
Foto 49. Golpeado de testigos .....	40
Foto 50. Enrazado de testigos.....	40
Foto 51. Testigos terminados.....	40
Foto 52. Testigos listos para desmoldar .....	40
Foto 53. Colocado de código a los testigos .....	40
Foto 54. Curado de testigo.....	40
Foto 55. Medida de los radios de las probetas.....	41
Foto 56. Peso del concreto en estado endurecido .....	41
Foto 57. Rotura de testigos cilíndricos .....	42
Foto 58. Resultados de rotura de testigos .....	42
Foto 59. Testigo cilíndrico ensayado.....	42
Foto 60. Testigos cilíndricos después de ser ensayados.....	42



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Slump vs % de vidrio .....	44
Gráfico 2. Temperatura vs % de vidrio .....	44
Gráfico 3. Contenido de aire vs % de vidrio .....	45
Gráfico 4. Peso unitario vs % de vidrio.....	45
Gráfico 5. Promedio de resistencia a la compresión de especímenes .....	46
Gráfico 6. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 7 días.....	51
Gráfico 7. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 14 días.....	51
Gráfico 8. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 28 días.....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Especificaciones técnicas del cemento .....	61
ANEXO B. Especificaciones técnicas de los moldes cilíndricos .....	63
ANEXO C. Ensayos de los agregados.....	65
ANEXO D. Diseño de mezcla de concreto con el método ACI.....	76
ANEXO E. Ensayos del concreto en estado fresco .....	80
ANEXO F. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	85

## **RESUMEN**

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto añadiendo distintas proporciones de vidrio pulverizado. Se hizo un estudio de agregados, a través de ensayos normalizados, permitiendo obtener un diseño de mezcla para un concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el método del ACI. Se elaboró un concreto patrón y concretos experimentales a los que se le incorporo vidrio pulverizado pasante por la malla N°100 (0.15mm) en proporciones de 4%, 6% y 8% en relación al peso del cemento. Se elaboraron testigos que fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días. Cuyos resultados muestran que la adición de vidrio pulverizado disminuye la trabajabilidad a medida que se aumenta la adición. Con respecto al contenido de aire, temperatura y peso unitario no se han observado variaciones significativas. En cuanto a la resistencia a compresión, se pudo apreciar que a medida que se aumenta la proporción de vidrio pulverizado se genera incremento de la resistencia, siendo la más significativa la con la adición de 8% con la cual se ha conseguido un aumento de 17.45% respecto del espécimen control.

Palabras claves: Evaluar, vidrio pulverizado, diseño de mezcla, resistencia a la compresión, adición de vidrio.

## **ABSTRACT**

This work aimed to evaluate the compressive strength of concrete by adding different proportions of pulverized glass. A study of aggregates was made, through standardized tests, allowing to obtain a mixture design for a concrete  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  with the ACI method. A standard concrete and experimental concrete were elaborated to which sprayed glass was incorporated through the 100 ° mesh (0.15mm) in proportions of 4%, 6% and 8% in relation to the weight of the cement. Witnesses were developed that were tested at 7, 14 and 28 days. Whose results show that the addition of powdered glass decreases workability as the addition is increased. Regarding the air content, temperature and unit weight, no significant variations have been observed. Regarding the compressive strength, it could be seen that as the proportion of pulverized glass is increased, the resistance is increased, the most significant being the addition of 8% with which an increase of 17.45 has been achieved % with respect to the control specimen.

**Keywords:** Evaluate, pulverized glass, mix design, compressive strength, glass addition.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo actual de la construcción, el concreto ha tomado un papel fundamental es por ello que hoy en día se busca mejorar sus propiedades ya sea en estado fresco o endurecido es por este motivo que se viene utilizando múltiples materiales como adiciones. En la provincia de Jaén a diario se construyen muchas edificaciones, por esto nos lleva a pensar en diversos materiales que se han económicos y prácticos de conseguir en nuestro entorno.

El vidrio es un material silícico calcáreo que puede aportar mejoras a la resistencia del concreto, debido a que es comúnmente desechado al ambiente se podría utilizar como adición. Una realidad inherente a nuestra zona “Jaén” es que el vidrio no se recicla porque no hay empresas ni fábricas recicladoras, con lo cual también se aportaría a dar un nuevo uso al vidrio en vez de desecharlo.

La utilización de vidrios planos en el sector de la construcción se ha venido incrementando, lo que a su vez ha generado un aumento de sus residuos. Los mismos terminan mayormente en rellenos sanitarios a pesar de que esta no es la opción de disposición de estos residuos más óptima. Por lo tanto, (Vargas Castro, 2015) propone la reutilización de los residuos del vidrio transparente (...) para la realización en morteros de concretos; pues el vidrio por sus características es potencialmente reutilizable en la construcción.

## 1.1. Antecedentes

(Silvestre Gutiérrez, 2017), indica que la mezcla ideal para las probetas con adición de vidrio molido es la que contiene una proporción en peso del 5%; en el caso de la mezcla con adición de vidrio tamizado, la mezcla ideal la representa la que contiene una proporción en peso del 3% y entre tanto al utilizar vidrio granular como aditivo, la mezcla ideal se alcanza con una proporción en peso del 5%.

(Vargas Castro, 2015), menciona que la utilización del vidrio molido como parte del agregado fino para la realización de morteros es muy factible. Las muestras que elaboro con vidrio plano en su composición presentaron resistencias a la compresión mayores a las obtenidas con la mezcla patrón. Además, la trabajabilidad de la pasta en estado fresco fue bastante buena, especialmente cuando se trabajó con una relación A/C de 0,48.

(Catalan Arteaga, 2013), afirmó que existe una tendencia ligera a un aumento en la resistencia del hormigón, al incluir un 10% de vidrio en la mezcla, (...). Al incluir un porcentaje mayor en la mezcla, se tiende a una disminución de la resistencia, lo cual se explica en la naturaleza como material frágil del vidrio, en detrimento de la ductilidad deseada en hormigones.

(Ochoa Tapia, 2018), determinó que incorporando un 30% de vidrio reciclado molido en la mezclas de concreto se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, obteniéndose para un  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> 196.9 kg/cm<sup>2</sup>, para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> 233.54 kg/cm<sup>2</sup>, para un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> 311.37 kg/cm<sup>2</sup>.

(Cortez Peñalosa, 2017) Afirmo que el porcentaje de dosificación adecuada del vidrio triturado tipo sodo cálcico es al 10% y 20% del peso de la piedra chancada (0.19kg, 0.38kg) sobre la mezcla de concreto convencional. Mejora la resistencia a la compresión del concreto, haciendo que este incremente de 177 kg/cm<sup>2</sup> a 197 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

(Rojas Luján, 2015), concluyo que la dosificación para un concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> agregando un porcentaje mínimo de vidrio molido mediante el método del ACI, fue de 1:1.68:2.87:0.06Kg/bls / 22.7lts/bls. La resistencia a la compresión obtenida en sus diferentes edades de 7, 14, 21 y 28 días fueron de 184 Kg/cm<sup>2</sup>, 245.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 220.4 Kg/cm<sup>2</sup> y 318.8 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, utilizando una dosificación que incluye un porcentaje mínimo de vidrio molido.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar la resistencia a la compresión axial del concreto con distintas adiciones de vidrio pulverizado.

### **2.2. Objetivos específicos**

Elaborar testigos cilíndricos de 10cmx20cm del concreto patrón, sin adición de vidrio pulverizado.

Elaborar testigos cilíndricos de 10cmx20cm del concreto con adiciones de vidrio pulverizado en sus distintas proporciones de 4%, 6%, y 8%.

Ensayar a compresión axial todos los testigos de concreto.

Comparar los resultados de la compresión axial de los testigos con adición de vidrio pulverizado con respecto a la muestra patrón.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Población y muestra**

##### **3.1.1. Población**

La población fue 120 testigos de 10cmx20cm de concreto de diferente porcentaje de vidrio pulverizado.

##### **3.1.2. Muestra**

Los testigos de concreto con adición de vidrio pulverizado fueron elaborados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén, la muestra fue no probabilística debido a que la cantidad de testigos fueron elegidos según criterio del investigador, se elaboraron 120 probetas con 0%, 4%, y 6% y 8% de vidrio pulverizados, de la cuales son 30 de cada grupo.

#### **3.2. Formulación de la hipótesis**

La incorporación de vidrio pulverizado pasante el tamiz N° 100 mejora la resistencia a la compresión del concreto.

#### **3.3. Variables de investigación**

##### **3.3.1. Variable independiente**

Vidrio pulverizado pasante la malla N° 100.

##### **3.3.2. Variable dependiente**

Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de 10cmx20cm.

#### **3.4. Línea de la investigación**

Tecnología del concreto.

### **3.5. Tipo de investigación**

#### **3.5.1. Según su finalidad**

Es aplicada, porque al adicionar vidrio pulverizado a la mezcla tradicional aumentó la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido. Por otro lado, se pretende promover la investigación sobre concreto con adiciones para futuras investigaciones.

#### **3.5.2. Según su alcance**

Es explícito, porque en el presente trabajo de investigación se determinó como influye en la resistencia a compresión la adición de vidrio pulverizado en un concreto tradicional, para ser utilizable según las normatividad peruana de construcción.

#### **3.5.3. Según su diseño**

Es experimental, porque los testigos de concreto con adiciones de vidrio y las muestras patrón fueron evaluadas según su resistencia a compresión axial, además fueron comparadas a los 7, 14 y 28 días; previamente al ensayo a compresión se realizó el diseño de mezclas con la normatividad vigente; para obtener resistencia de diseño para un concreto patrón  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.5.4. Según su enfoque**

Es cuantitativo, porque fue un proceso continuo, riguroso y objetivo; además se utilizó la recolección de datos para probar lo planteado con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

### **3.6. Materiales**

#### **3.6.1. Normatividad para los ensayos realizados a los agregados**

Extracción y preparación de las muestras (NTP 400.010 - MTC E 201).

Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo (NTP 400.043).

Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (400.037).

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 - MTC E 108).

Análisis granulométrico de agregado fino, grueso y global (NTP 400.012 - MTC E 204).



Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados (NTP 400.015 - MTC E 212).

Método de ensayo normalizado para determinar materiales que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados (NTP 400.018 - MTC E 202).

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022 - MTC E 205).

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 - MTC E 206).

Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (NTP 400.017 - MTC E 203).

Adiciones minerales en pastas, morteros y concretos; micro sílice. Especificaciones (NTP. 334.087).

### **3.6.2. Normatividad para los ensayos realizados al concreto en estado fresco**

Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco (NTP 339.036 - MTC E 701).

Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes en campo (NTP 339.033 - MTC E 702).

Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035 - MTC E 705).

Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto (NTP 339.184 – MTC E 724).

Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco (Método de presión) (NTP 339.081 - MTC E 706).

Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) (NTP 339.046 - MTC E 714).

### **3.6.3. Normatividad para los ensayos realizados al concreto en estado endurecido**

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (NTP 339.034 - MTC E 704).

### 3.7. Métodos

#### 3.7.1. Diseño experimental

Se realizaron ensayos de agregados y de concreto en estado fresco y en estado endurecido. Además fue un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos (concreto con adición de vidrio pulverizado al: 0%, 4%, 6% y 8% en relación al peso del cemento) realizando 10 muestras por proporción de adiciones de vidrio pulverizado a cada edad (7, 14, 28 días), haciendo un total de 120 unidades experimentales para el ensayo de resistencia a la compresión.

*Tabla 1. Número de ensayos*

Número de muestras de concreto con adición de vidrio pulverizado												
Periodo de rotura	7 días				14 días				28 días			
% de vidrio	0%	4%	6%	8%	0%	4%	6%	8%	0%	4%	6%	8%
Cantidad de testigos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.7.2. Método deductivo inductivo

Se ha formado variables para las cuales se ha planteado una hipótesis, además se comprobó que los resultados obtenidos en el laboratorio de concreto con adición de vidrio si aumenta la resistencia a la compresión comparada con un concreto patrón. La hipótesis salió positiva por lo tanto si es factible elaborar concreto con adición de vidrio pulverizado.

### 3.8. Técnicas

#### 3.8.1. Técnica de observación

Se utilizó la atención minuciosa en todos los ensayos realizados a los agregados como al concreto en estado fresco y endurecido y se obtuvo los resultados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

#### 3.8.2. Técnica de medición

Consistió en la obtención de resultados de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, además estas fueron comparadas tanto de testigos con adición de vidrio pulverizado y de testigos sin adición de vidrio pulverizado.

### **3.8.3. Técnica análisis y síntesis**

Se empleó una rigurosa evaluación de todos los resultados obtenidos y se realizó una comparación de muestras con adición de vidrio pulverizado con las muestras patrones ensayados, también se hizo una síntesis de todos los resultados a compresión obtenidos.

### **3.8.4. Participante**

El equipo de investigación intervino directamente en la realización de ensayos en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén, además se realizó de acuerdo procedimientos de la normatividad técnica peruana (NTP) vigente.

### **3.8.5. Documental**

El marco teórico fue constituido por información documental adquirida de las diferentes fuentes científicas de investigaciones anteriores que se realizaron en los mismos temas y normatividad referida a la investigación

### **3.8.6. Gabinete**

Los datos fueron obtenidos de la observación directa y registro de los ensayos a compresión realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

### 3.9. Proceso de investigación

Procedimiento realizado para la investigación



*Esquema 1. Flujograma del procedimiento de investigación de concreto con adición de vidrio pulverizado*

### 3.9.1. Selección de los materiales

#### 3.9.1.1 Agua

El agua utilizada para este proceso de investigación es de tipo potable dotada por la Empresa Prestadora de Servicios EPS Marañón.

#### 3.9.1.2 Cemento

El cemento utilizado para esta investigación fue Portland “Pacasmayo” Tipo Extra Forte ICO con un módulo de finura de 2.94 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 3.9.1.3 Agregado fino

El agregado fino fue de origen natural y se obtuvo en la cantera de la “Cantera Josecito” en la provincia de Jaén departamento de Cajamarca. Este material fue evaluado su granulometría para ver si cumple con los parámetros del uso granulométrico de los tamices N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie de Tyler mostrada en la Tabla 2. Después de realizada la evaluación y observando que cumple se procede a hacer los ensayos necesarios para realizar el diseño de mezcla.

**Tabla 2. Límites para la granulometría del agregado fino**

MALLA	% QUE PASA
3/8”	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	05 a 30
N° 100	0 a 10

Fuente: NTP 4000.037 Especificaciones normalizadas para el agregado en concreto

#### 3.9.1.4 Agregado grueso

El agregado grueso fue un material triturado obtenido de la “Cantera Santa Rosa” en la provincia de Jaén departamento de Cajamarca. El tamaño máximo nominal (TMN) elegido por motivo de las dimensiones de los moldes fue de 1/2". Se realizó el ensayo para determinar si cumple con el huso granulométrico N° 7 de la Tabla 3. Después de realizada la evaluación y observando que cumple se procede a hacer los ensayos necesarios para realizar el diseño de mezcla.

**Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso**

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm N° 4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N° 16	300 µm N° 50
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1/2 pulg)	100	90 a 100	-----	26 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	63 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3	50 mm a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	-----	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 15	-----	-----	-----	-----	-----
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a N° 4)	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	-----	0 a 5	-----	-----	-----
4	37.5 mm a 19.0 mm (1 1/2 pulg a 1/4 pulg)	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 pulg a N° 4)	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	0 a 5	-----	-----	-----
5	25.0 mm a 9.5 mm (1 pulg 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 (1 pulg a 3/8 pulg)	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-----	-----	-----
57	25.0 mm a 4.75 mm (1 pulg a N° 4)	-----	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 10	0 a 5	-----	-----
6	19.0 mm a 9.5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-----	-----	-----
67	19.0 mm a 4.75 mm (3/4 a N° 4)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	-----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----	-----
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 pulg a N° 4)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-----	-----
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 pulg a N° 8)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-----
8.9	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 pulg a N° 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5	-----

Fuente: NTP 4000.037 Especificaciones normalizadas para el agregado en concreto

### 3.9.1.5 Vidrio

El vidrio es una sustancia sólida compuesto por sílice que mejora sus propiedades segmentantes del concreto. La elección de la granulometría (pasante el tamiz N° 100) y del porcentaje de adición (4%, 6% y 8% en relación al cemento) se realizó de acuerdo a lo especificado en la NTP 334.087 para adiciones de sílice en concretos.

El vidrio pulverizado para este trabajo se obtuvo del reciclado de vidrios laminares (73% de sílice) y envases de productos (74% de sílice) en relación al peso del vidrio, para lo cual se realizó el chancado del vidrio con un equipo mecánico artesanal el cual consta de una tubería metálica hueca de 18" de altura, 5.5" de diámetro, 1/4" de pulgada de espesor y su base está formada por una placa metálica soldada de 1/4" de espesor y un radio de 8"; el apisonador cuenta con un mango hueco de tubería metálica en forma de T y una pequeña placa en la base de 4" de radio y con un espesor de 1/2" este equipo se utilizó para reducir el tamaño de las partículas de vidrio. Luego de ser reducido el vidrio entro al proceso de molienda, en el cual se utilizó un molino de mano que funciona de manera mecánica y el cual desintegra las partículas a un tamaño inferior a los 30mm.



*Foto 1. Equipo artesanal para reducir el tamaño de las partículas de vidrio*



*Foto 2. Molino mecánico para el pulverizado de vidrio*

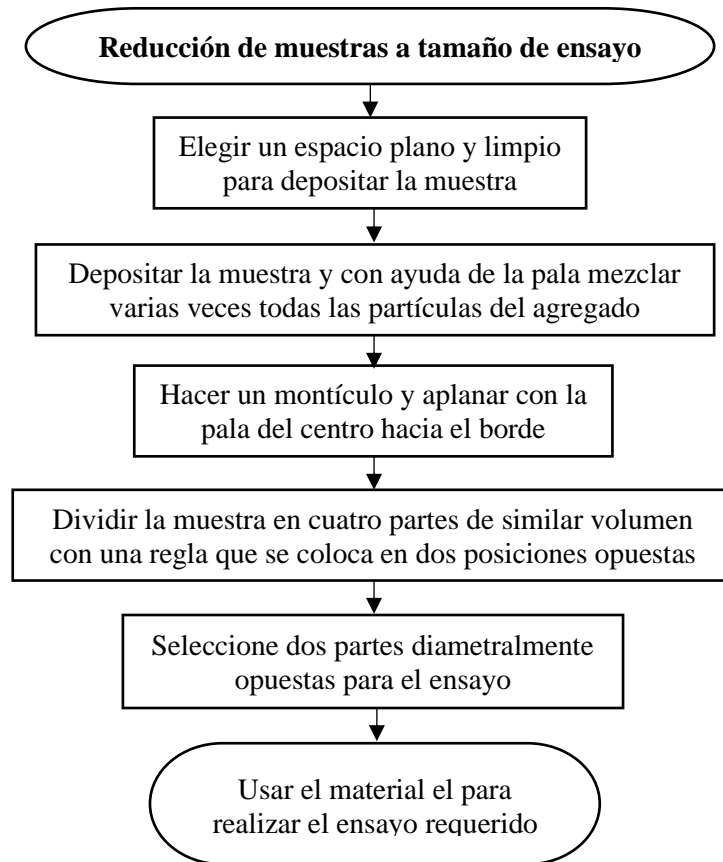
## 3.9.2. Estudios de los materiales

### 3.9.2.1 Extracción y preparación de muestras

La extracción y preparación de muestras para los ensayos se realizó de acuerdo a la NTP 400.010, la cual establece los procedimientos del muestreo de los agregados fino y fino, para los propósitos de aceptación o rechazo de los materiales utilizados en este trabajo de investigación.

### 3.9.2.2 Reducción de muestras a tamaño de ensayo

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 400.043



*Esquema 2. Flujograma del procedimiento de cuarteo para reducir muestras de agregados a tamaños de ensayos*



*Foto 3. Aplanado de material para cuarteo*

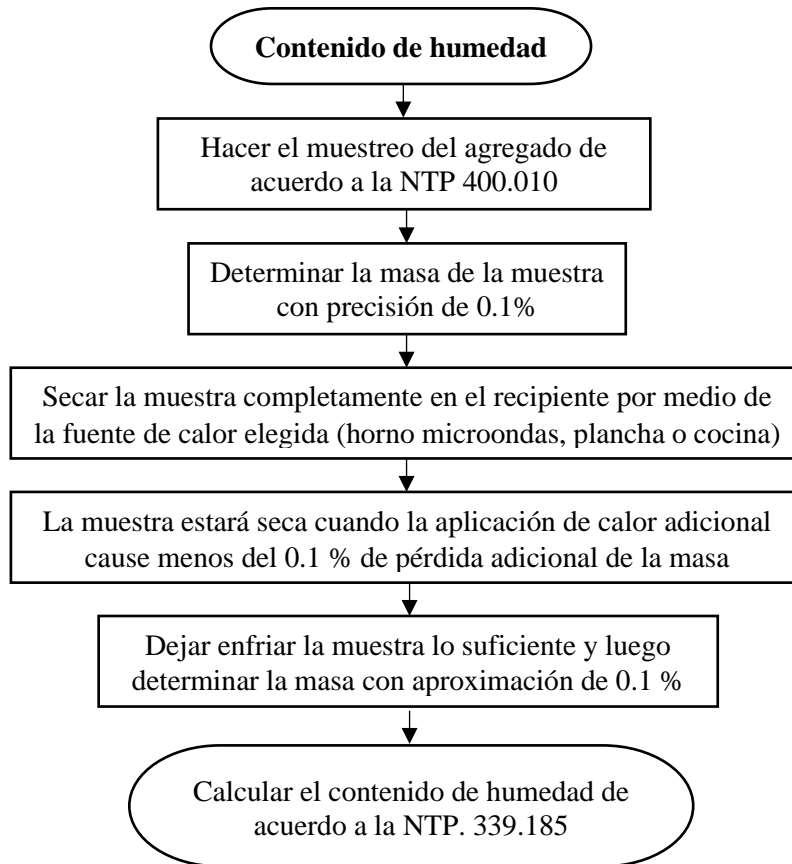


*Foto 4. Cuarteo de muestras de agregados*



### 3.9.2.3 Contenido de humedad de los agregados

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.185



*Esquema 3. Flujograma del procedimiento para determinar el contenido de humedad de los agregados*



*Foto 5. Determinación de la masa de los agregados antes de secar*



*Foto 6. Secado de la muestra de agregados en cocina*

### Cálculos para determina el contenido de humedad

Según la NTP 339.185 el contenido de humedad total evaporable se calcula de la siguiente manera:

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

Dónde:

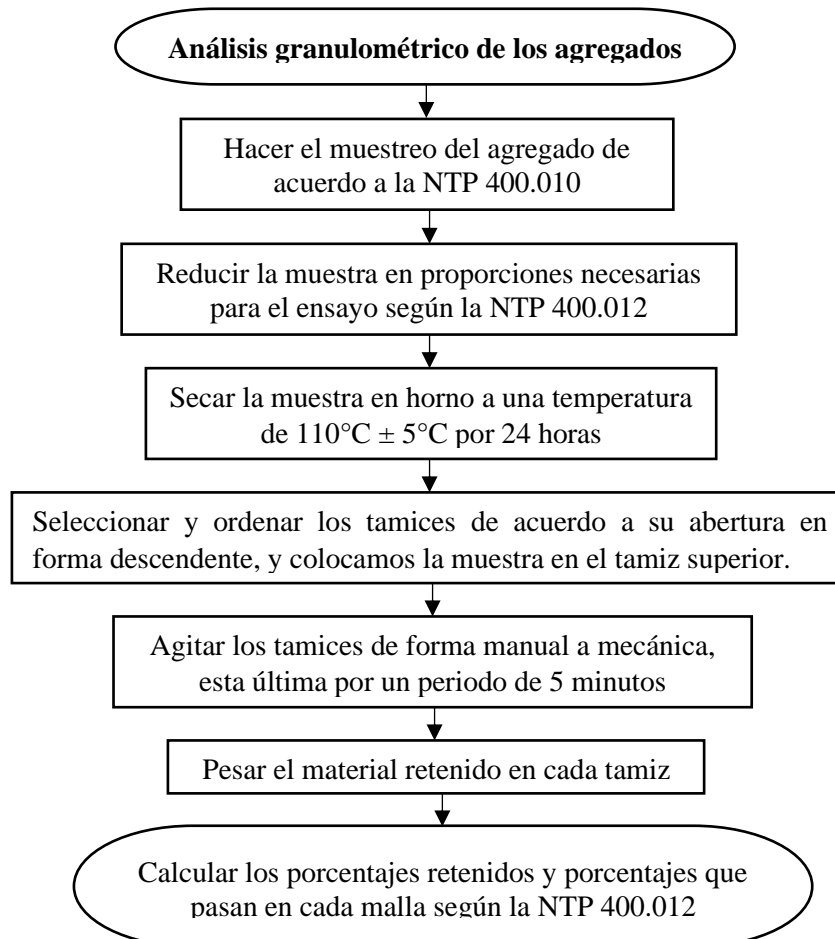
P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra (%)

W = Masa de la muestra húmeda original (gr)

D = Masa de la muestra seca (gr)

#### 3.9.2.4 Análisis granulométrico de los agregados

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 400.012



*Esquema 4. Flujograma para realizar el análisis granulométrico de los agregados*



**Foto 7. Lavado de las muestras en la malla N° 200**



**Foto 8. Peso seco de las muestras para análisis granulométrico**



**Foto 9. Tamizado mecánico de los agregados**



**Foto 10. Agregados después de ser tamizados y pesados**

### **Cálculos para el análisis granulométrico en agregados**

Según la NTP 400.012 el análisis granulométrico se calcula de la siguiente manera:

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = (\text{Peso retenido en el tamiz} / \text{Peso total}) \times 100$$

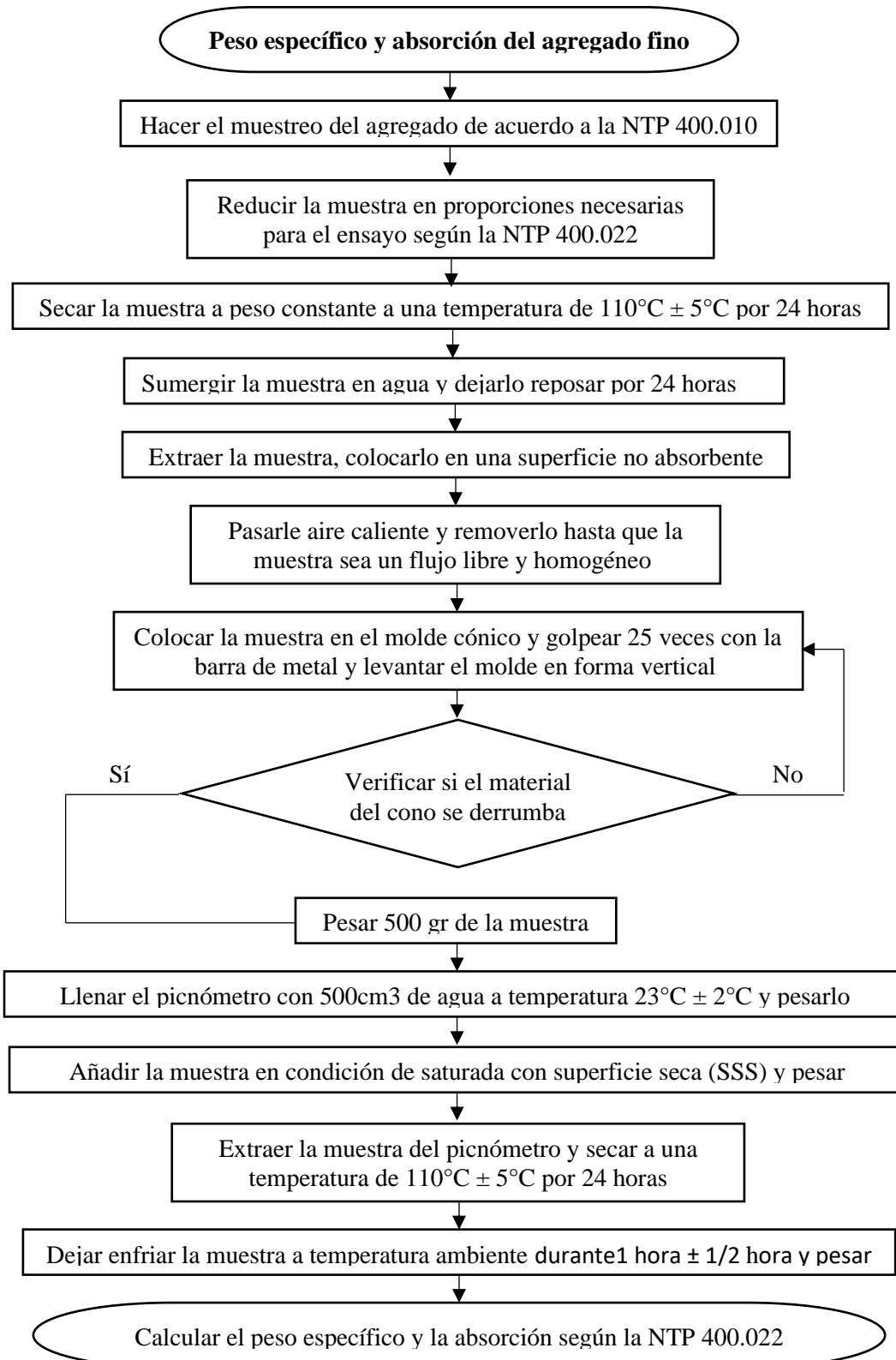
Se calcula el porcentaje de material más fino en porcentaje que pasa, restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

El módulo de fineza se calcula dividiendo entre 100 la suma de los porcentajes acumulados retenidos de material de cada uno de los siguientes tamices estándar: N° 100; N° 50; N° 30; N° 16; N° 8; N° 4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2" y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

### 3.9.2.5 Peso específico y absorción del agregado fino

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 400.022



*Esquema 5. Flujograma del peso específico y absorción del agregado fino*



*Foto 11. Agregado fino sumergido en el agua*



*Foto 12. Secado del agregado fino por medio de secadora*



*Foto 13. Prueba para determinar la humedad superficial*



*Foto 14. Pesado de la muestra saturada con superficie seca (SSS)*



*Foto 15. Peso del picnómetro con 500 ml de agua*



*Foto 16. Peso del picnómetro más muestra saturada con superficie seca*





**Foto 17. Secado de la muestra en el horno**



**Foto 18. Peso en el aire de la muestra desecada**

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

Según la NTP 400.022 el peso específico y la absorción del agregado fino se calcula de la siguiente manera:

Peso específico aparente

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

Peso específico aparente (S.S.S)

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

Peso específico nominal

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

Absorción %

$$Ab \% = \frac{100 \times (S - A)}{A}$$

Dónde:

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

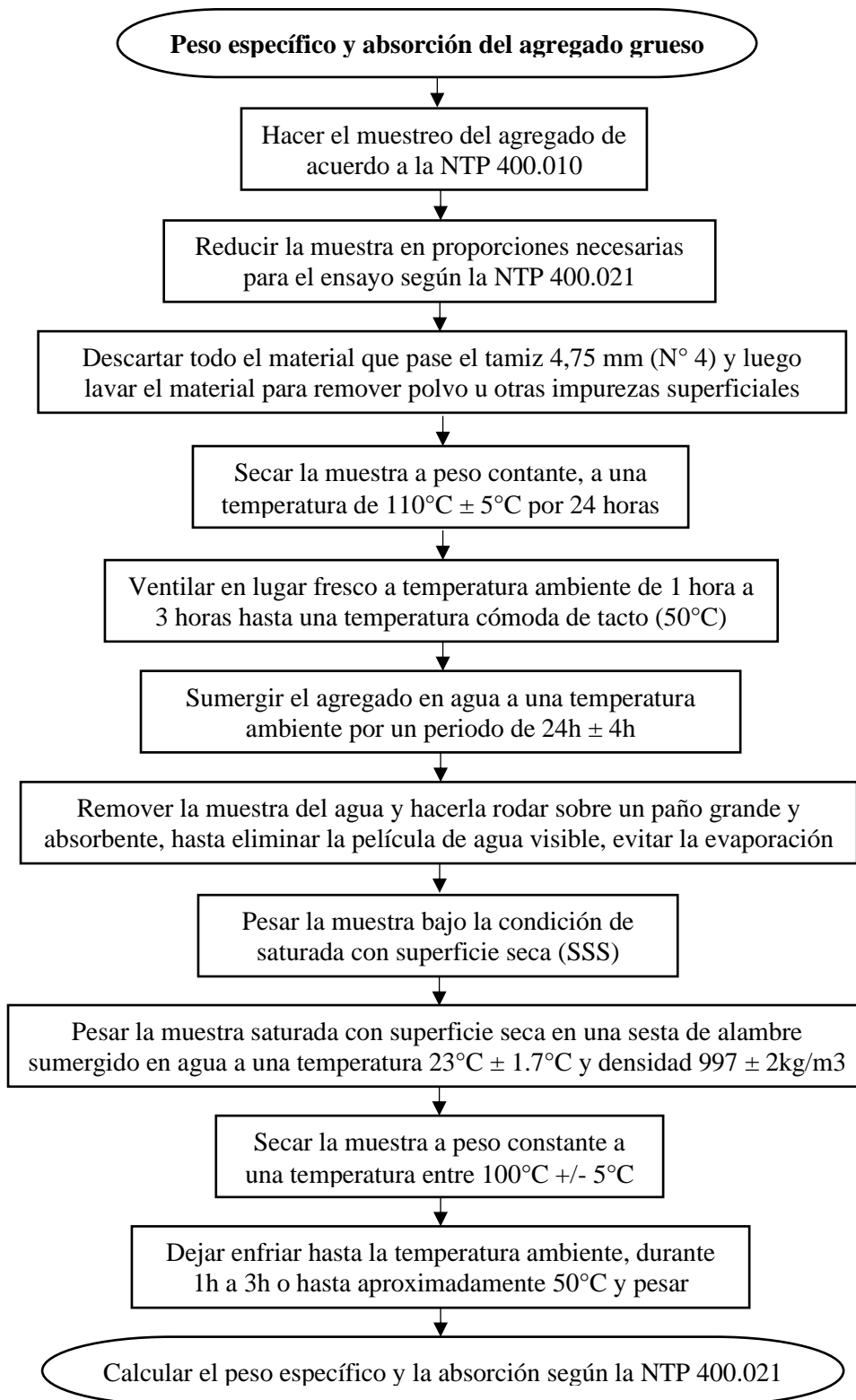
B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)

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

### 3.9.2.6 Peso específico y absorción del agregado grueso

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 400.021



*Esquema 6. Flujograma del peso específico y absorción del agregado grueso*



*Foto 19. Agregado grueso sumergido en agua*



*Foto 20. Eliminación de agua superficial*



*Foto 21. Pesado de la muestra saturada con superficie seca (SSS)*



*Foto 22. Determinación del peso de la muestra sumergido en agua*



*Foto 23. Secado de la muestra en el horno*



*Foto 24. Calculo del peso seco*



### **Cálculos para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso**

Según la NTP 400.021 el peso específico y la absorción del agregado grueso se calcula de la siguiente manera:

Peso específico aparente

$$\frac{A}{(B - C)}$$

Peso específico aparente (S.S.S)

$$\frac{A}{(B - C)}$$

Peso específico nominal

$$\frac{A}{(A - C)}$$

Absorción %

$$Ab \% = \frac{100 \times (B - A)}{A}$$

Dónde:

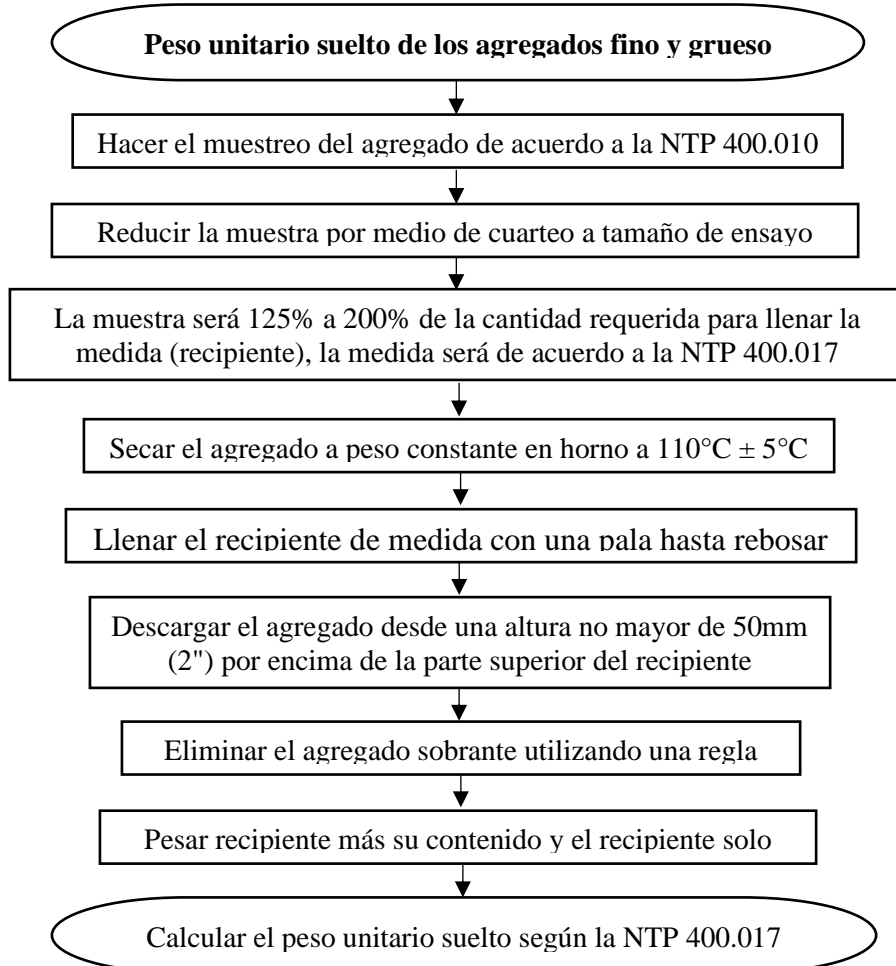
A = Peso en el aire de la muestra seca (gr)

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)

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

### 3.9.2.7 Peso unitario suelto y compactado de los agregados fino y grueso

El procedimiento para determinar el peso unitario suelto de los agregados se realizó de acuerdo a la NTP 400.017



*Esquema 7. Flujograma para determinar el peso unitario suelto de los agregados*



*Foto 25. Llenado del recipiente con agregado*



*Foto 26. Peso del recipiente más agregado suelto*

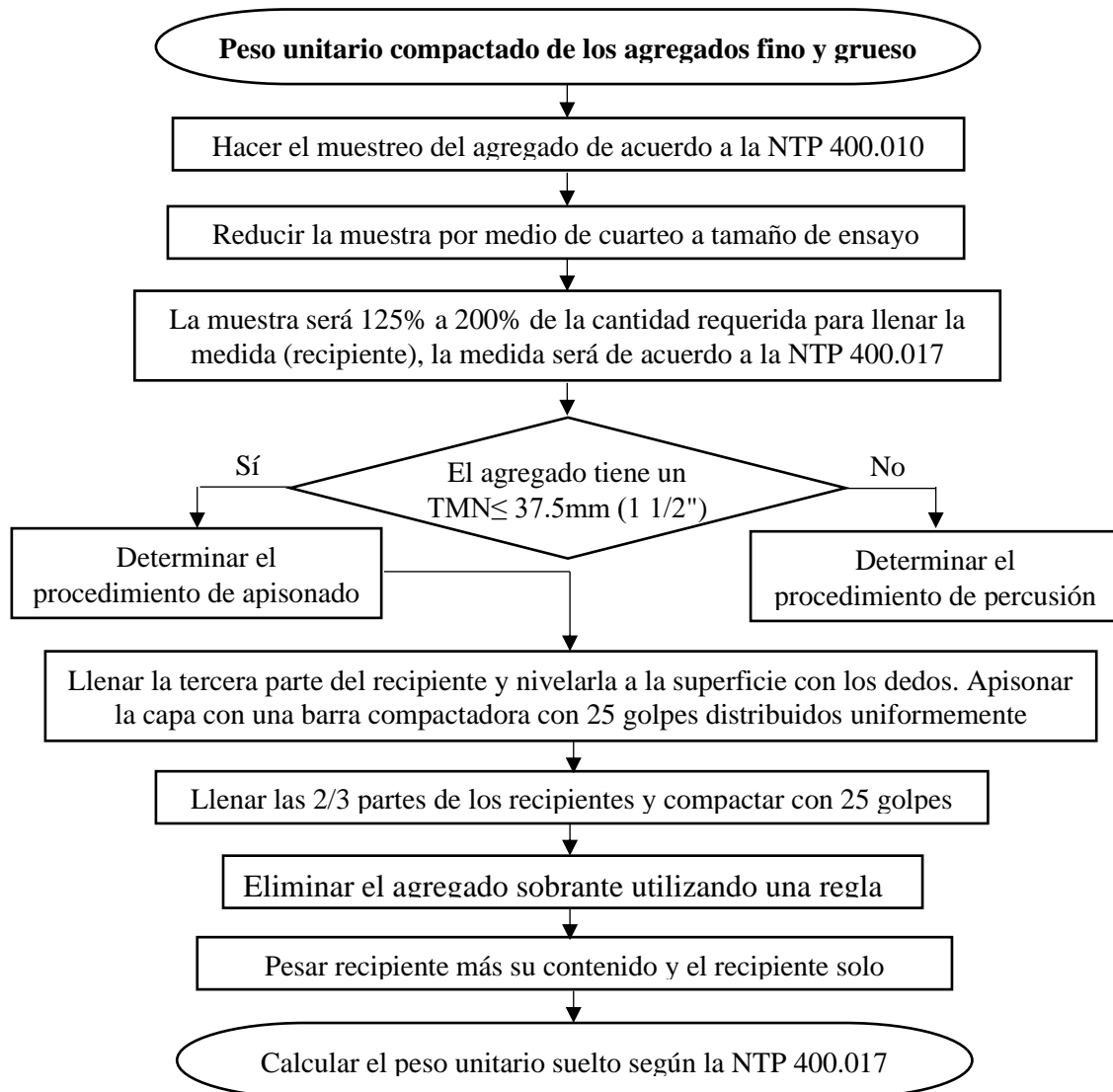


Foto 27. Peso del recipiente



Foto 28. Dimensiones del recipiente

El procedimiento para determinar el peso unitario compactado de los agregados se realizó de acuerdo a la NTP 400.017



Esquema 8. Flujograma para determinar el peso unitario compactado de los agregados



**Foto 29. Compactado del agregado por capas**



**Foto 30. Peso del recipiente más agregado compactado**



**Foto 31. Peso del recipiente**



**Foto 32. Dimensiones del recipiente**

### **Cálculos para determinar el peso unitario suelto y compactado de agregados**

Según la NTP 400.017 el peso unitario suelto y compactado de los agregados fino y grueso calcula de la siguiente manera:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \quad (1)$$

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

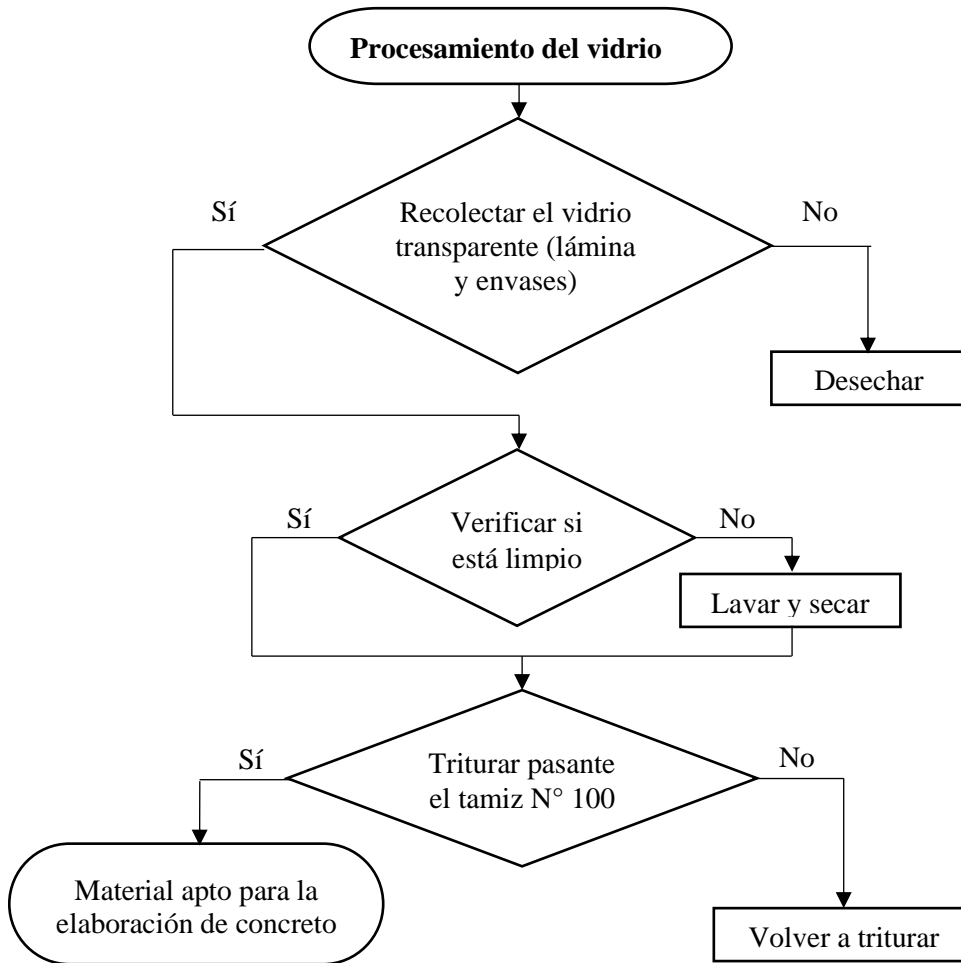
T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

F = Factor de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

### 3.9.2.8 Pulverizado del vidrio para la elaboración de concreto

Procedimiento:



*Esquema 9. Flujograma del procesamiento del vidrio pasante la malla N° 100*



*Foto 33. Recolección de vidrio laminar*



*Foto 34. Recolección del vidrio de envases*



**Foto 35. Trituración manual del vidrio**



**Foto 36. Tamizado de vidrio**

### 3.9.3. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas está basado en tablas presentadas anteriormente, las cuales permitieron obtener los valores de diseño por cada metro cúbico de concreto o por cada tanda de acuerdo al volumen requerido. La resistencia de diseño a la compresión fue  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y se realizó con el Método del comité 211 del ACI. A continuación se muestra la tabla 4, que es el resumen de las características físicas de los materiales usadas para el diseño de mezclas.

**Tabla 4. Características físicas de los materiales**

Características físicas de los materiales		
DESCRIPCIÓN	AGREGADOS	
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Humedad (%)	1.52	0.80
Peso específico de masa	2.63	2.64
Absorción (%)	1.46	1.33
Módulo de fineza	2.87	-----
Peso seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1886	1563
Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1723	1381
Tamaño máximo nominal (pulg.)	-----	1/2"
	CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2940.00	
	AGUA	
Peso específico (lt/m <sup>3</sup> o kg/m <sup>3</sup> )	1000.00	

Fuente: elaboración propia



Pasos para el diseño de mezcla de concreto con el Método del Comité 211 del ACI

1. Elección de la resistencia para diseño

La resistencia de diseño elegida no incluye un factor de desviación estándar debido a que no se cuenta con dicho valor y el tema es netamente de investigación.

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

2. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Debido a las dimensiones de los moldes para la elaboración de testigos el tamaño máximo nominal elegido es el que aparece a continuación.

$$T. \text{ max.} = 1/2 \text{ pulg}$$

3. Asentamiento de la mezcla

Por criterio colocación requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiente al siguiente asentamiento.

$$As = 3 \text{ a } 4 \text{ pulg}$$

4. Volumen unitario de agua para diseño

**Tabla 5. Volumen unitario de agua para diseño**

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	62
Concretos sin aire incorporado								
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	.....
Concretos con aire incorporado								
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	.....

Fuente: Concreto - Diseño de Mezclas - ICG

Por lo tanto:

$$\text{Volumen H}_2\text{O} = 216 \text{ lt/m}^3$$

5. Contenido de aire

El porcentaje de aire atrapado se determinó de acuerdo a la norma NTP 339.081.

**Tabla 6. Contenido de aire atrapado**

<b>Tamaño Máximo Nominal</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 %

Fuente: Concreto - Diseño de Mezclas - ICG

Por lo tanto:

$$\text{Contenido de aire} = 2.5 \%$$

6. Relación agua / cemento

**Tabla 7. Relación agua / cemento por resistencia**

<b>f'cr (28 días)</b>	<b>Relación A/C de diseño en peso</b>	
	<b>Concretos sin aire incorporado</b>	<b>Concretos con 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	0.35
450	0.38	0.30

Fuente: Concreto - Diseño de Mezclas - ICG

La resistencia elegida es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, debido a que este valor no se encuentra en la tabla anterior procedemos a realizar la interpolación.

**Tabla 8. Interpolación para la relación A/C**

<b>Interpolación relación A/C</b>	
<b>Relación A/C</b>	<b>f'cr</b>
0.70	200
X	210
0.62	250



$$\frac{0.62 - 0.70}{X - 0.70} = \frac{250 - 200}{210 - 200}$$

$$\frac{-0.08}{X - 0.70} = \frac{50}{10}$$

$$-0.08 = (X - 0.70) * 5$$

$$-0.016 = X - 0.70$$

$$X = 0.684$$

### 7. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen del agua entre la relación agua cemento, con ello determinamos la cantidad de cemento a utilizar en la mezcla.

$$Fcm = \frac{Vol\ h_2O}{A/C}$$

$$Fcm = \frac{216\ kg/M^3}{0.684}$$

$$Fcm = 315.78947\ kg/M^3 \cong 316\ kg/M^3$$

$$Fcm = 316\ kg/M^3 * \frac{1\ Bol}{42.5\ kg}$$

$$Fcm = 7.43\ Bol/M^3 \cong 7.5\ Bol/M^3$$

### 8. Determinación del contenido del agregado grueso

**Tabla 9. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto**

TAMAÑO MAX. AG. GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino			
	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

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

El agregado grueso de TMN = 1/2" y módulo de fineza del agregado fino 2.87, se intersecta y se interpola con valores de la tabla siguiente.

**Tabla 10. Interpolación del contenido del agregado grueso**

CONT. AGREG.	MODUL. FINEZA
0.55	2.80
X	2.87
0.53	3.00

$$\frac{0.53 - 0.55}{X - 0.55} = \frac{3.00 - 2.80}{2.87 - 2.80}$$

$$\frac{-0.02}{X - 0.55} = \frac{0.20}{0.07}$$

$$-0.02 = (X - 0.55) * 2.857$$

$$-0.007 = X - 0.55$$

$$X = 0.543$$

Siendo  $X = 0.543 \cong 0.54$

Luego se determina el peso del agregado grueso mediante la multiplicación del contenido de agregado grueso por su peso seco compactado.

$$0.54 * 1563,71 = 849.22 \text{ Kg}/m^3$$

9. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos conocidos (cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso)

Cemento

$$316 / (2.94 * 1000) = 0.107 \text{ m}^3$$

Agua

$$216 / (1.00 * 1000) = 0.216 \text{ m}^3$$

Aire (2.5%)

$$2.5 / 100 = 0.025 \text{ m}^3$$

Agregado grueso

$$849.22 / (2.64 * 1000) = 0.322 \text{ m}^3$$

Suma de volúmenes conocidos es:  $0.670 \text{ m}^3$

10. Determinación del volumen absoluto del agregado fino

Volumen absoluto del agregado fino:  $1 - 0.670 = 0.330$

11. Determinación del peso seco del agregado fino:

$$0.330 * 2.63 * 1000 = 867.34 \text{ Kg/m}^3$$

12. Determinación de los valores de diseño

Cemento :  $316.00 \text{ Kg/m}^3$

Agua de diseño :  $216.00 \text{ Kg/m}^3$

Agregado fino seco :  $867.34 \text{ Kg/m}^3$

Agregado grueso seco :  $849.22 \text{ Kg/m}^3$

13. Corrección de los valores de diseño por humedad de los agregados

➤ Peso húmedo

Agregado fino  $867.30 * 1.02 = 880.49 \text{ Kg/m}^3$

Agregado grueso  $849.22 * 1.01 = 856.02 \text{ Kg/m}^3$

➤ Humedad superficial

Agregado fino  $1.52 * 1.46 = 0.06 \%$

Agregado grueso  $0.80 * 1.33 = -0.53 \%$

➤ Aportes de humedad

Agregado fino  $867.34 * 0.00057 = 0.49 \text{ Lt/m}^3$

Agregado grueso  $849.22 * -0.005264 = -4.47 \text{ Lt/m}^3$

Aportes de agua por humedad de agregados =  $-3.98 \text{ Lt/m}^3$

➤ Agua efectiva:  $216 - (-3.98) = 219.98$

➤ Peso de los materiales corregidos por humedad

Cemento :  $316.00 \text{ Kg/m}^3$

Agua de diseño :  $219.98 \text{ Kg/m}^3$

Agregado fino seco :  $880.49 \text{ Kg/m}^3$

Agregado grueso seco :  $856.02 \text{ Kg/m}^3$

14. Determinación de la proporción en peso

Las proporciones de los materiales sin corregir, y corregidos por humedad del agregado son:

**Tabla 11. Materiales sin corrección por humedad**

<b>Cemento</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua</b>
316/316	867.30/316	849.22/316	216/7.4
1.00	2.70	2.69	29.05

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12. Materiales con corrección por humedad**

<b>Cemento</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua</b>
316/316	880.49/316	856.02/316	219.98/7.4
1.00	2.79	2.71	29.59

Fuente: elaboración propia

➤ Relación agua / cemento de diseño =  $\frac{216.00}{316.00} = 0.68$

➤ Relación agua / cemento efectiva =  $\frac{219.98}{316.00} = 0.70$

15. Determinación de los pesos por tanda de una bolsa, esta se determina multiplicando la proporción en peso corregida por humedad de los agregados, por el peso de una bolsa de cemento.

**Tabla 13. Determinación de los pesos por tanda de bolsa**

<b>Determinación de los pesos por tanda de bolsa</b>			
Cemento	:	$1 * 42.5$	= $42.5 \text{ Kg/pie}^3$
Agua efectiva	:	-----	= $29.59 \text{ Lt/pie}^3$
Agregado fino húmedo	:	$2.79 * 42.5$	= $118.42 \text{ Kg/pie}^3$
Agregado grueso húmedo	:	$2.71 * 42.5$	= $115.13 \text{ Kg/pie}^3$

Fuente: elaboración propia

#### 16. Dosificación de vidrio pulverizado

Para determinar la cantidad de vidrio pulverizado, se hizo por medio de la relación vidrio/cemento con respecto al peso del cemento, para ello se realizó una regla de tres simple con los porcentajes de 4%, 6% y 8% de vidrio pulverizado obteniendo los resultados de la tabla 14 que aparece a continuación.

**Tabla 14. Cantidad de vidrio pulverizado pasante la malla N° 100**

<b>Cantidad de vidrio pulverizado pasante la malla N° 100</b>			
Relación vidrio / cemento (%)	4.00	6.00	8.00
Cantidad de vidrio por metro cúbico de cemento (Kg)	12.64	18.96	25.28
Cantidad de vidrio por bolsa de cemento (Kg)	1.700	2.55	3.40

Fuente: elaboración propia

#### 3.9.4. Elaboración del concreto

Después de determinar las proporciones de cada material se procedió a la elaboración del concreto con el procedimiento que indica la NTP 339.183. Además se agregó los porcentajes de 4%, 6% y 8% con respecto al cemento de vidrio pulverizado.



**Foto 37. Proporción de materiales**



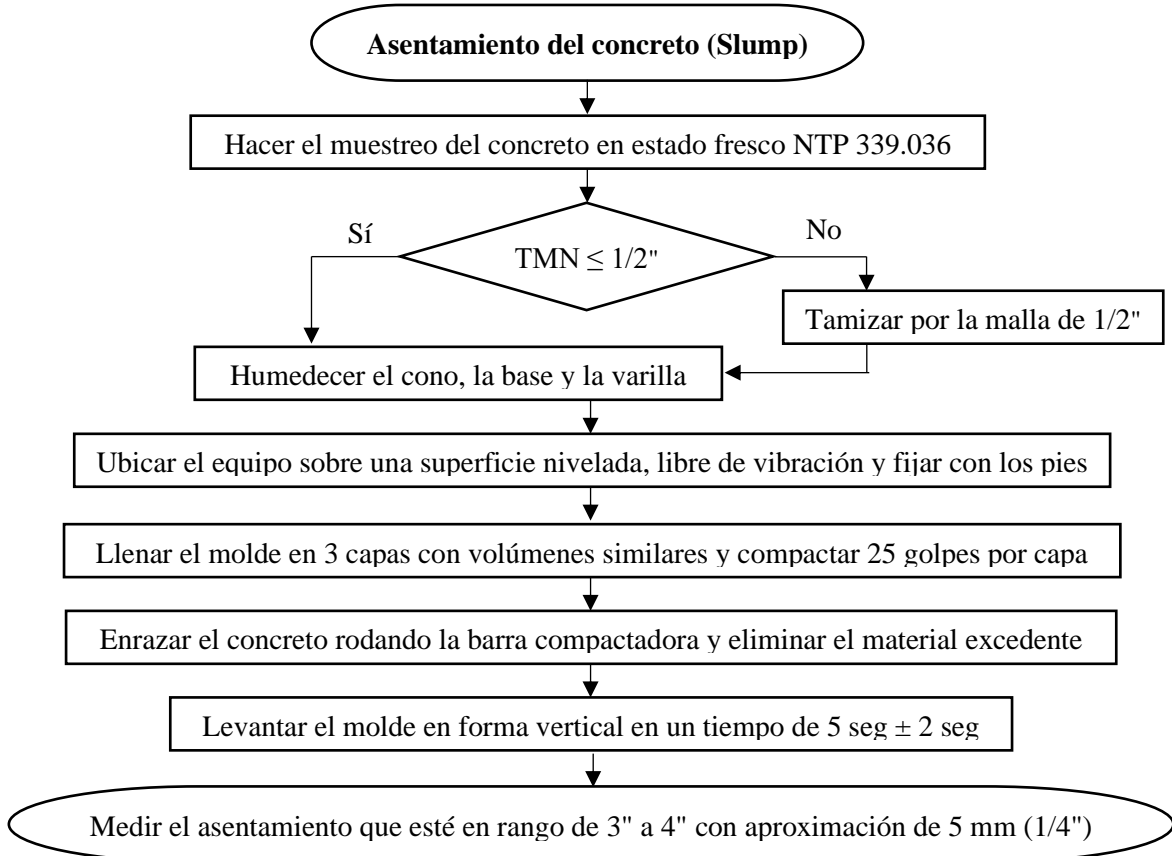
**Foto 38. Preparación de concreto**

### 3.9.5. Ensayos del concreto en estado fresco

Los ensayos del concreto en estado fresco se hacen por cada tanda de vaciado.

#### 3.9.5.1. Asentamiento del concreto en estado fresco (Slump)

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.035.



*Esquema 10. Flujograma para medir el asentamiento del concreto en estado fresco con el cono de Abrams*



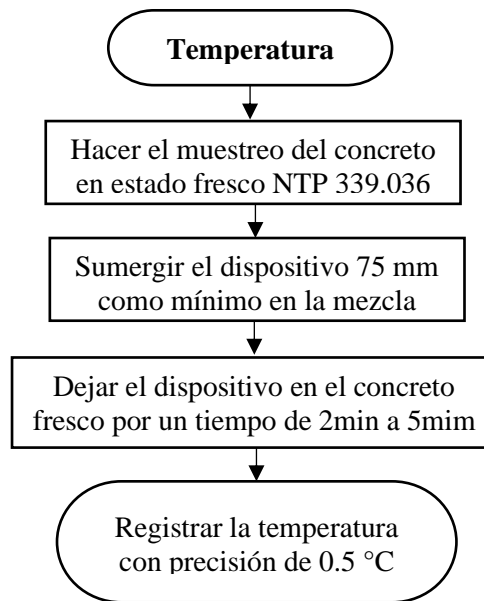
*Foto 39. Llenado del cono de Abrams*



*Foto 40. Medida del asentamiento*

### 3.9.5.2. Temperatura del concreto en estado fresco

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.184.



*Esquema 11. Flujograma de la determinación de temperatura del concreto en estado fresco*



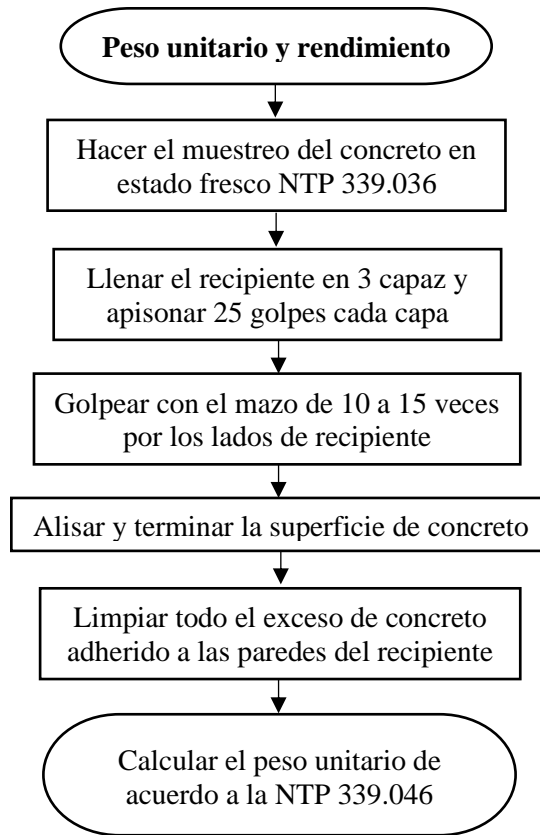
*Foto 41. Colocación del termómetro*



*Foto 42. Medida de la temperatura*

### 3.9.5.3. Peso unitario y rendimiento del concreto en estado fresco

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.046.



*Esquema 12. Flujograma para calcular el peso unitario y rendimiento del concreto en estado fresco*



*Foto 43. Llenado y enrazado del molde*



*Foto 44. Peso del recipiente con concreto*

El cálculo del peso unitario del concreto ( $w$ ) se hace dividiendo la masa neta del concreto entre el volumen del molde.

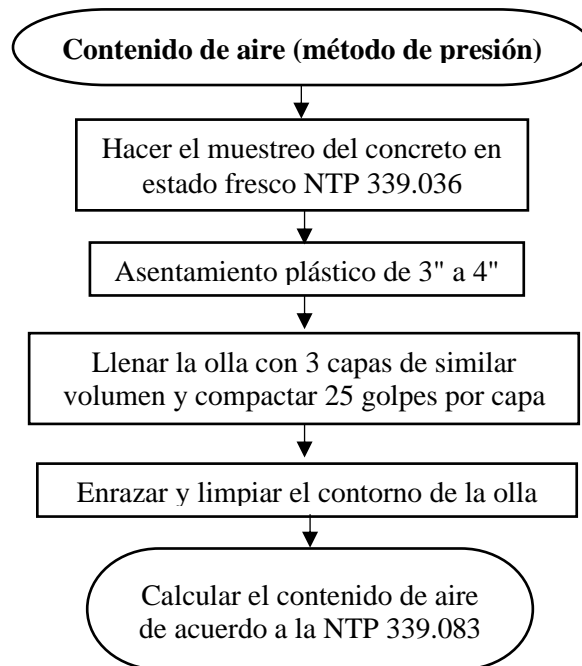


$$\text{Peso unitario del concreto} = \frac{\text{Masa del molde con concreto} - \text{Masa del molde}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$W = \frac{MC - Mm}{Vm}$$

### 3.9.5.4. Medición del contenido de aire mediante la olla Washington

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.083



*Esquema 13. Flujograma de la determinación del contenido de aire por presión en la olla de Washington*



*Foto 45. Llenado y enraizado de la olla*



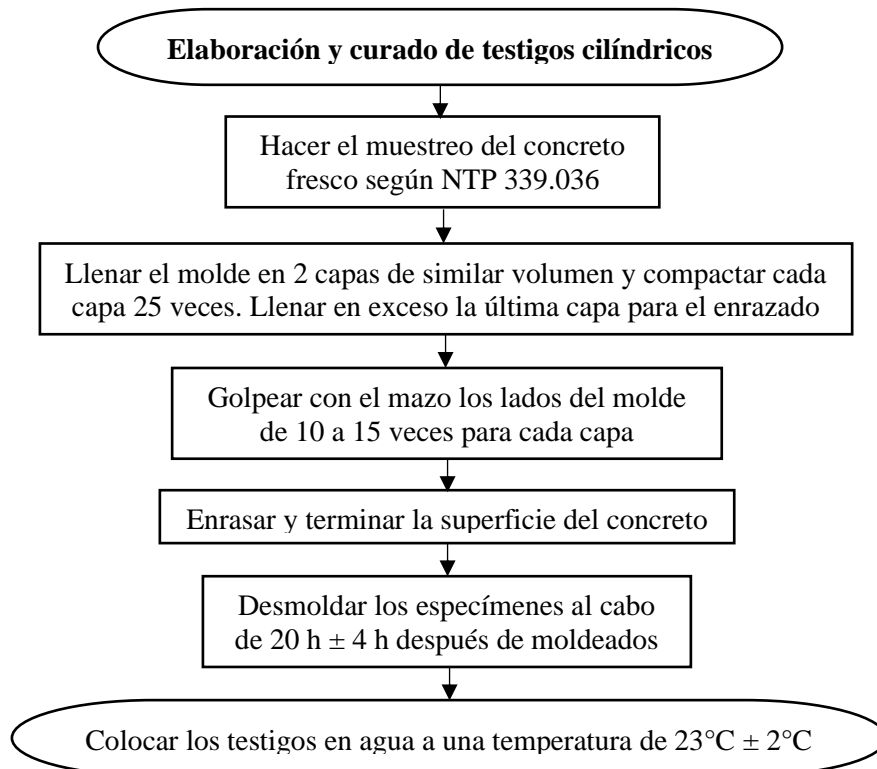
*Foto 46. Medida del contenido de aire*

### 3.9.6. Ensayos del concreto en estado endurecido

#### 3.9.6.1. Elaboración y curado en el laboratorio de muestras cilíndricas

Los testigos cilíndricos de 10cmx20cm de concreto compactado por apisonado fueron elaborados y curados en el laboratorio bajo estricto control de calidad de los materiales y condiciones de ensayo, de acuerdo a la NTP 339.033.

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.033



*Esquema 14. Flujograma del procedimiento para elaboración y curado de testigos de concreto*



*Foto 47. Llenado y varillado de testigos*



*Foto 48. Testigos en proceso de llenado*



*Foto 49. Golpeado de testigos*



*Foto 50. Enrazado de testigos*



*Foto 51. Testigos terminados*



*Foto 52. Testigos listos para desmoldar*



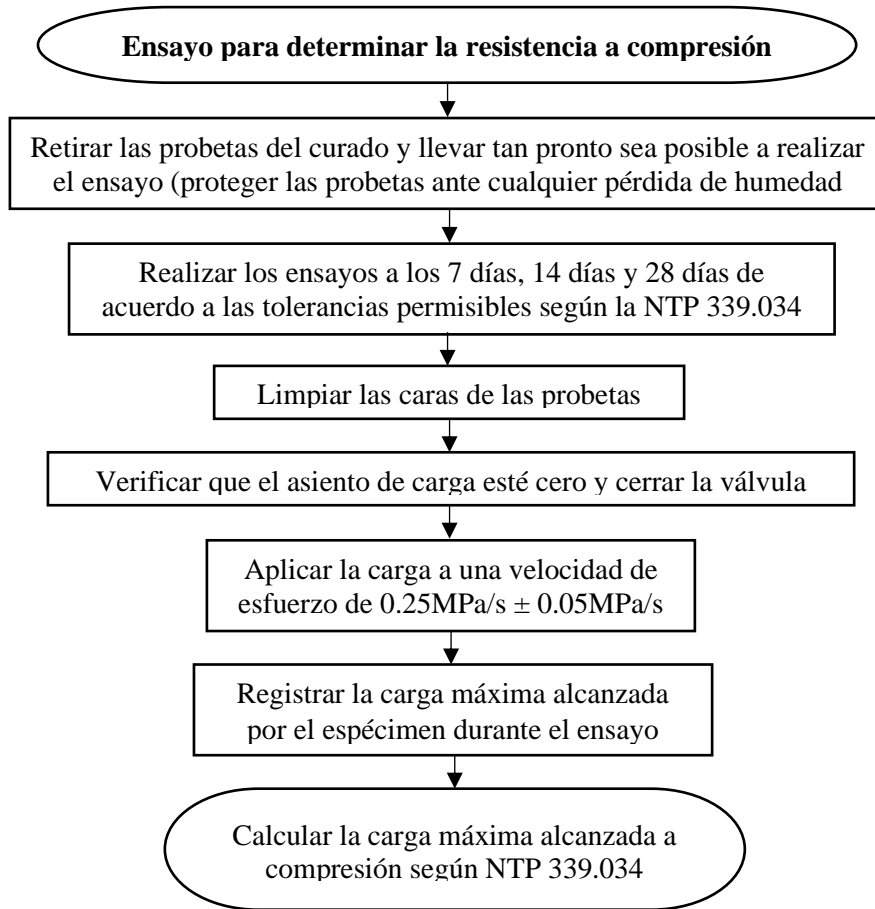
*Foto 53. Colocado de código a los testigos*



*Foto 54. Curado de testigo*

### 3.9.6.2. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto

El procedimiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.034.



*Esquema 15. Flujograma del procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos*



*Foto 55. Medida de los radios de las probetas*



*Foto 56. Peso del concreto en estado endurecido*





**Foto 57. Rotura de testigos cilíndricos**



**Foto 58. Resultados de rotura de testigos**



**Foto 59. Testigo cilíndrico ensayado**



**Foto 60. Testigos cilíndricos después de ser ensayados**

El procedimiento del método consistió en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito en la NTP 339.034 mientras ocurre la falla.

La resistencia a la compresión de la probeta ( $f'_c$ ) es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga máxima alcanzada durante el ensayo}}{\text{Área de la sección de la probeta}}$$

$$f'_c = \frac{Q}{A}$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de los ensayos de agregados

Los parámetros y resultados de los ensayos realizados a los agregados se muestran a detalle en el anexo c además el resumen de resultados aparecen en la tabla N° 15. Todos los estudios se realizaron con la norma técnica peruana vigente.

**Tabla 15. Resultados de los ensayos realizados a los agregados**

TIPO DE ENSAYO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Contenido de humedad promedio (%)	1.52	0.80
Módulo de finura	2.87	6.42
Peso específico aparente (S.S.S.)	2.63	2.64
Peso específico nominal	2.73	2.74
Absorción (%)	1.46	1.33
Peso unitario suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1723	1381
Peso unitario compactado promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1886	1563
Material que pasa el tamiz N° 200 (%)	2.93	0.12

Fuente: elaboración propia

### 4.2. Resultados del concreto en estado fresco

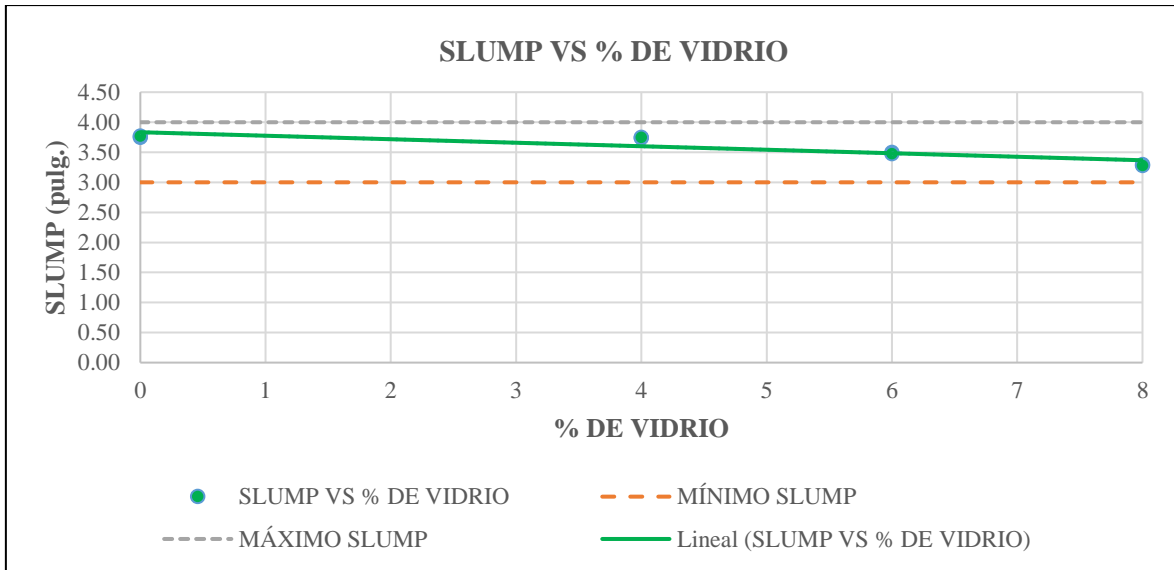
La tabla 16 muestra los resultados obtenidos de los ensayos realizados al concreto en estado fresco, posteriormente aparecen las gráficas que permiten hacer el análisis.

**Tabla 16. Resultados del concreto en estado fresco**

N° DE MUESTRA	% DE VIDRIO	SLUMP (pulg.)	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA °C	PESO UNITARIO (kg/m <sup>3</sup> )
1	0	3.75	2.45	28.5	2349.57
2	0	3.77	2.51	28.7	2349.43
3	4	3.74	2.50	27.5	2350.05
4	4	3.75	2.49	27.6	2350.10
5	6	3.50	2.48	26.7	2350.00
6	6	3.48	2.51	26.5	2350.05
7	8	3.30	2.49	25.6	2351.10
8	8	3.28	2.50	25.4	2350.76

Fuente: elaboración propia

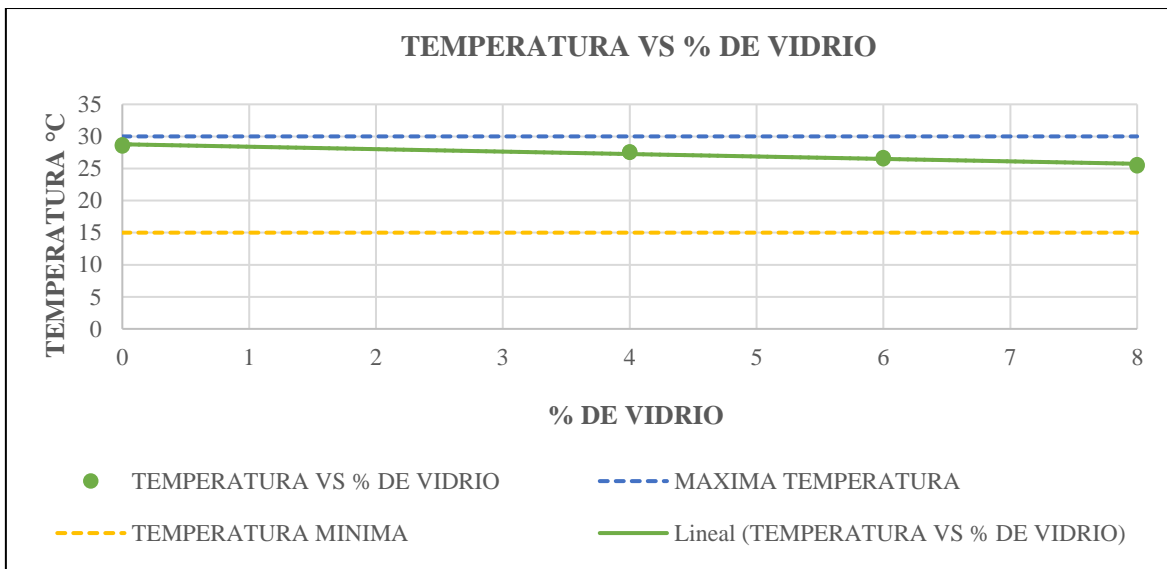
#### 4.2.1. Asentamiento o slump



**Gráfico 1. Slump vs % de vidrio**

En la gráfica se aprecia una tendencia a la disminución del asentamiento del concreto a medida que se adiciona mayores porcentajes de vidrio pulverizado, pero con una adición de 4%, 6% y 8% aún mantiene los parámetros de asentamiento para un estado plástico.

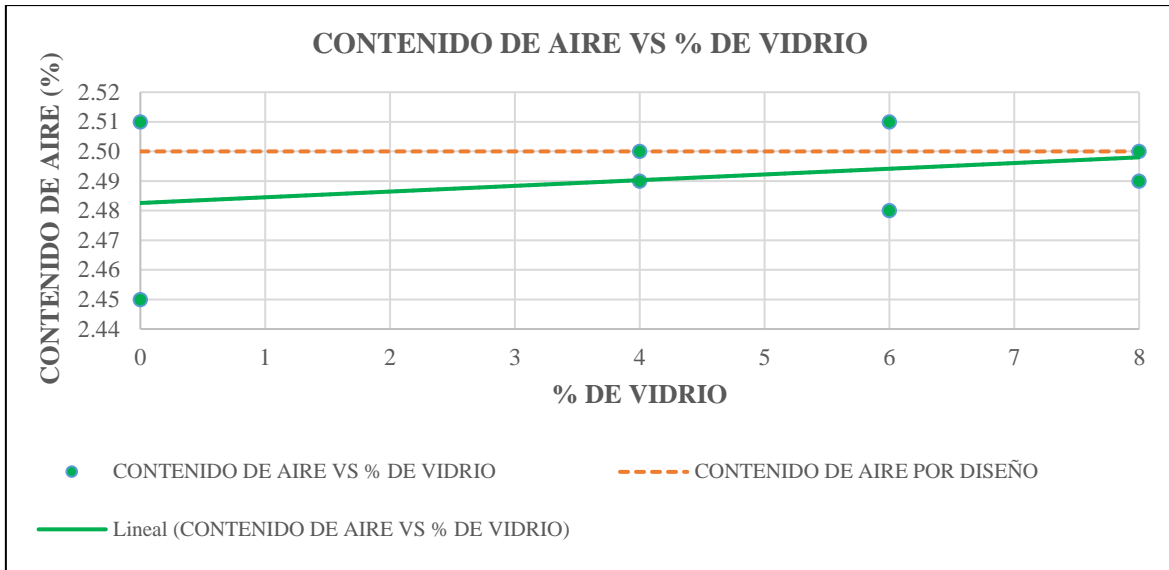
#### 4.2.2. Temperatura



**Gráfico 2. Temperatura vs % de vidrio**

En la gráfica se aprecia que al aumentar la adición de vidrio pulverizado genera una ligera tendencia a la disminución de la temperatura, además se puede inferir que a mayor cantidad de vidrio añadido la temperatura disminuye.

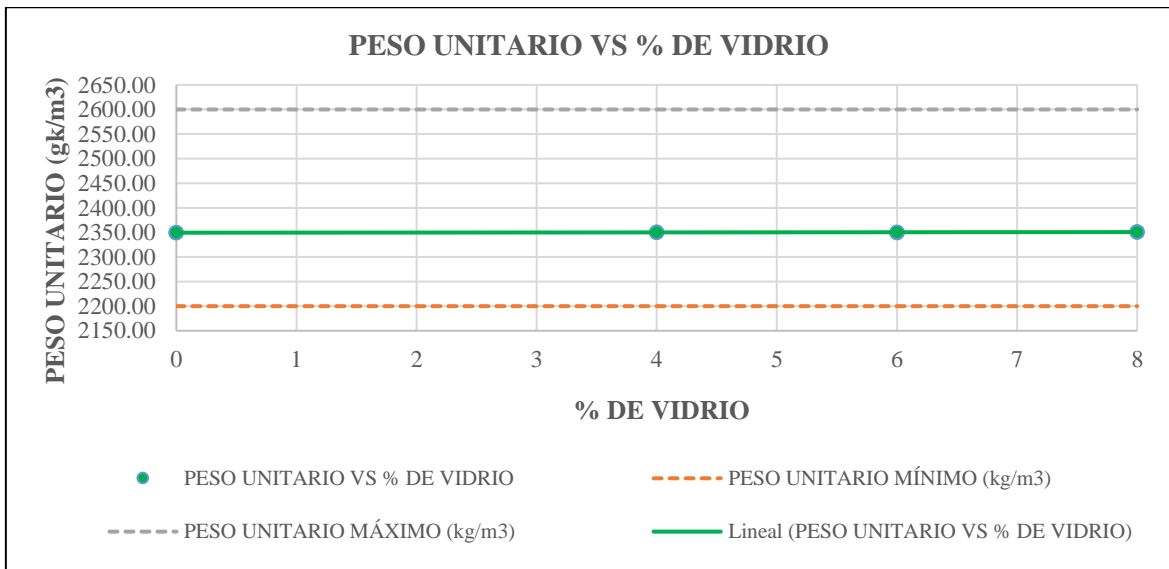
### 4.2.3. Contenido de aire



**Gráfico 3. Contenido de aire vs % de vidrio**

En la gráfica se aprecia que el contenido de aire con relación a la de diseño varía pero en cantidades no considerables, tanto para la muestra patrón como para las muestras con adiciones de vidrio pulverizado. Además se deduce que el vidrio no afecta al contenido de aire en un concreto.

### 4.2.4. Peso unitario



**Gráfico 4. Peso unitario vs % de vidrio**

En la gráfica se aprecia que la adición de vidrio pulverizado no genera variaciones significativas en el peso unitario con respecto al concreto patrón. Además se mantiene en el rango de peso unitario para este tipo de concretos.



### 4.3. Resultados del concreto en estado endurecido

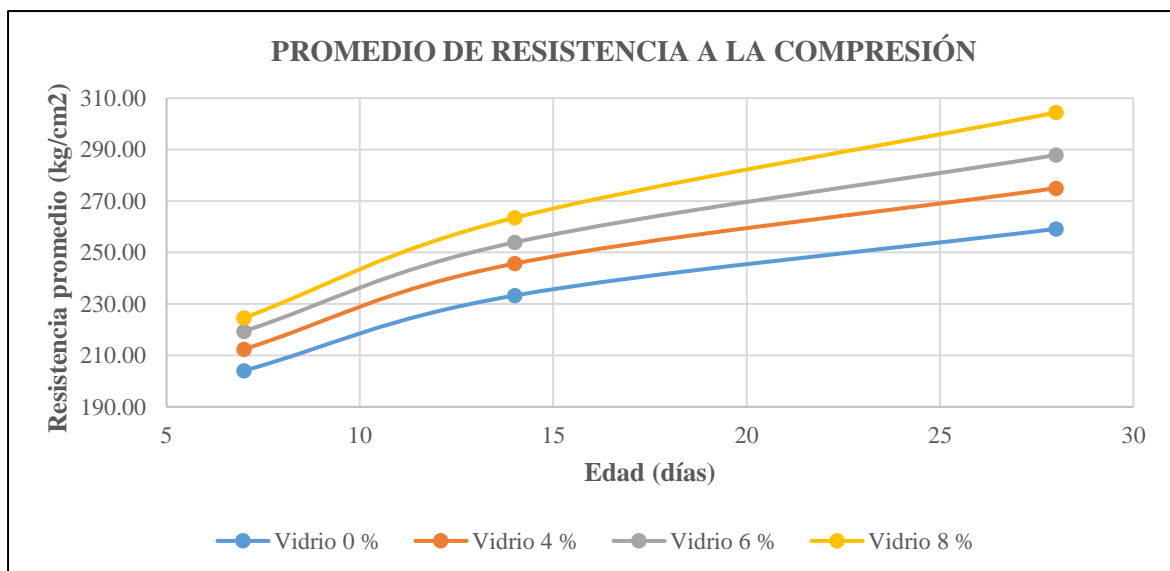
#### 4.3.1. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos

Se ensayaron 120 especímenes cilíndricos de 10cmx20cm tal como lo indica el Anexo F de los cuales 30 fueron para la muestra patrón y 90 para la muestra experimental, 30 por cada dosificación de vidrio pulverizado. Este ensayo permitió realizar el análisis de la resistencia a la compresión y obtener los promedios de los resultados de dichos ensayos, los cuales se muestran en la tabla 17 y gráfico 5 que aparece a continuación. Además se muestran las tablas del ensayo de resistencia a compresión con sus respectivos porcentajes de resistencia que deben alcanzar a los 7 días, 14 días y 28 días; también se muestran las tablas con los parámetros estadísticos y los gráficos con los resultados del ensayo.

**Tabla 17. Resultados de los promedios de resistencia a compresión de testigos**

Edad (días)	Vidrio 0 %	Vidrio 4 %	Vidrio 6 %	Vidrio 8 %
7	204.04	212.39	219.37	224.57
14	233.28	245.68	253.94	263.49
28	259.18	275.01	287.87	304.39

Fuente: elaboración propia



**Gráfico 5. Promedio de resistencia a la compresión de especímenes**

En la gráfica se aprecia que a mayor cantidad de vidrio pulverizado adicionado a la mezcla tradicional aumenta el promedio de la resistencia a compresión.

**Tabla 18. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 7 días**

Número de testigo	Identificación	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia 65 % f'c (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima f'c (kg/cm2)	Porcentaje de f'c
1	VIDRIO 0 %	16650	136.50	10.43	194.95	142.82
2	VIDRIO 0 %	17120	136.50	10.42	200.61	146.96
3	VIDRIO 0 %	17280	136.50	10.31	207.06	151.70
4	VIDRIO 0 %	17910	136.50	10.47	208.12	152.47
5	VIDRIO 0 %	17530	136.50	10.52	201.67	147.74
6	VIDRIO 0 %	18000	136.50	10.43	210.51	154.22
7	VIDRIO 0 %	17540	136.50	10.30	210.45	154.18
8	VIDRIO 0 %	17240	136.50	10.39	203.48	149.07
9	VIDRIO 0 %	17280	136.50	10.40	203.43	149.03
10	VIDRIO 0 %	17030	136.50	10.41	200.13	146.61
1	VIDRIO 4 %	18120	136.50	10.30	217.38	159.25
2	VIDRIO 4 %	17120	136.50	10.35	203.38	149.00
3	VIDRIO 4 %	18230	136.50	10.38	215.50	157.87
4	VIDRIO 4 %	18390	136.50	10.29	221.02	161.92
5	VIDRIO 4 %	17980	136.50	10.39	212.11	155.39
6	VIDRIO 4 %	18250	136.50	10.38	215.68	158.01
7	VIDRIO 4 %	18200	136.50	10.44	212.81	155.91
8	VIDRIO 4 %	17030	136.50	10.33	203.21	148.87
9	VIDRIO 4 %	17890	136.50	10.37	211.71	155.10
10	VIDRIO 4 %	17990	136.50	10.42	211.12	154.67
1	VIDRIO 6 %	18790	136.50	10.39	221.67	162.40
2	VIDRIO 6 %	18720	136.50	10.32	223.99	164.09
3	VIDRIO 6 %	18640	136.50	10.45	217.35	159.23
4	VIDRIO 6 %	18170	136.50	10.31	217.59	159.40
5	VIDRIO 6 %	19270	136.50	10.36	228.64	167.50
6	VIDRIO 6 %	17660	136.50	10.37	209.30	153.33
7	VIDRIO 6 %	18220	136.50	10.35	216.70	158.75
8	VIDRIO 6 %	18140	136.50	10.34	215.87	158.15
9	VIDRIO 6 %	17810	136.50	10.27	214.96	157.48
10	VIDRIO 6 %	19160	136.50	10.35	227.67	166.79
1	VIDRIO 8 %	18590	136.50	10.41	218.35	159.96
2	VIDRIO 8 %	19230	136.50	10.43	225.26	165.02
3	VIDRIO 8 %	18300	136.50	10.34	217.93	159.66
4	VIDRIO 8 %	18370	136.50	10.32	219.41	160.74
5	VIDRIO 8 %	18830	136.50	10.37	222.95	163.33
6	VIDRIO 8 %	18430	136.50	10.29	221.72	162.43
7	VIDRIO 8 %	18820	136.50	10.32	224.80	164.69
8	VIDRIO 8 %	18920	136.50	10.29	227.55	166.71
9	VIDRIO 8 %	19740	136.50	10.40	232.39	170.25
10	VIDRIO 8 %	19660	136.50	10.31	235.37	172.43

Fuente: elaboración propia

**Tabla 19. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 14 días**

Número de testigo	Identificación	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia 90 % f'c (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima f'c (kg/cm2)	Porcentaje de f'c
1	VIDRIO 0 %	19690	189.00	10.26	237.97	125.91
2	VIDRIO 0 %	19530	189.00	10.35	232.10	122.80
3	VIDRIO 0 %	20150	189.00	10.29	242.24	128.17
4	VIDRIO 0 %	19570	189.00	10.36	232.04	122.77
5	VIDRIO 0 %	19790	189.00	10.39	233.28	123.43
6	VIDRIO 0 %	18720	189.00	10.42	219.52	116.15
7	VIDRIO 0 %	19040	189.00	10.29	228.77	121.04
8	VIDRIO 0 %	19650	189.00	10.29	236.21	124.98
9	VIDRIO 0 %	20440	189.00	10.33	243.73	128.96
10	VIDRIO 0 %	19170	189.00	10.37	226.96	120.08
1	VIDRIO 4 %	20450	189.00	10.36	242.38	128.24
2	VIDRIO 4 %	20810	189.00	10.28	250.66	132.62
3	VIDRIO 4 %	20770	189.00	10.35	246.96	130.67
4	VIDRIO 4 %	20950	189.00	10.36	248.35	131.40
5	VIDRIO 4 %	21090	189.00	10.36	250.14	132.35
6	VIDRIO 4 %	20800	189.00	10.28	250.51	132.54
7	VIDRIO 4 %	20080	189.00	10.46	233.66	123.63
8	VIDRIO 4 %	21090	189.00	10.30	253.36	134.05
9	VIDRIO 4 %	19790	189.00	10.42	231.88	122.69
10	VIDRIO 4 %	21140	189.00	10.40	248.92	131.70
1	VIDRIO 6 %	22140	189.00	10.36	262.83	139.06
2	VIDRIO 6 %	21400	189.00	10.38	252.82	133.77
3	VIDRIO 6 %	22550	189.00	10.37	266.94	141.24
4	VIDRIO 6 %	22640	189.00	10.43	265.10	140.27
5	VIDRIO 6 %	19930	189.00	10.20	243.73	128.96
6	VIDRIO 6 %	20410	189.00	10.33	243.62	128.90
7	VIDRIO 6 %	21670	189.00	10.35	257.53	136.26
8	VIDRIO 6 %	20230	189.00	10.34	240.88	127.45
9	VIDRIO 6 %	20770	189.00	10.28	250.31	132.44
10	VIDRIO 6 %	21420	189.00	10.33	255.63	135.25
1	VIDRIO 8 %	21910	189.00	10.34	261.16	138.18
2	VIDRIO 8 %	22470	189.00	10.35	267.02	141.28
3	VIDRIO 8 %	22060	189.00	10.35	262.35	138.81
4	VIDRIO 8 %	22570	189.00	10.36	267.92	141.76
5	VIDRIO 8 %	22070	189.00	10.37	261.49	138.36
6	VIDRIO 8 %	21790	189.00	10.33	259.96	137.55
7	VIDRIO 8 %	22100	189.00	10.33	263.75	139.55
8	VIDRIO 8 %	21530	189.00	10.33	257.06	136.01
9	VIDRIO 8 %	22910	189.00	10.33	273.62	144.77

10	VIDRIO 8 %	21920	189.00	10.35	260.54	137.85
----	------------	-------	--------	-------	--------	--------

Fuente: elaboración propia

**Tabla 20. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos a los 28 días**

Número de testigo	Identificación	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia 100 % f'c (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima f'c (kg/cm2)	Porcentaje de f'c
1	VIDRIO 0 %	22350	210.00	10.34	266.33	126.83
2	VIDRIO 0 %	21550	210.00	10.38	254.84	121.35
3	VIDRIO 0 %	20650	210.00	10.32	246.70	117.47
4	VIDRIO 0 %	21710	210.00	10.31	259.98	123.80
5	VIDRIO 0 %	20640	210.00	10.27	249.40	118.76
6	VIDRIO 0 %	21790	210.00	10.34	259.48	123.56
7	VIDRIO 0 %	21750	210.00	10.33	259.48	123.56
8	VIDRIO 0 %	21760	210.00	10.35	258.62	123.15
9	VIDRIO 0 %	22560	210.00	10.31	270.25	128.69
10	VIDRIO 0 %	22350	210.00	10.33	266.68	126.99
1	VIDRIO 4 %	22100	210.00	10.19	271.17	129.13
2	VIDRIO 4 %	23570	210.00	10.20	288.58	137.42
3	VIDRIO 4 %	22290	210.00	10.26	269.87	128.51
4	VIDRIO 4 %	22190	210.00	10.32	265.09	126.23
5	VIDRIO 4 %	23570	210.00	10.29	283.46	134.98
6	VIDRIO 4 %	24100	210.00	10.28	290.57	138.37
7	VIDRIO 4 %	22250	210.00	10.27	268.61	127.91
8	VIDRIO 4 %	22290	210.00	10.30	267.50	127.38
9	VIDRIO 4 %	22170	210.00	10.32	264.97	126.18
10	VIDRIO 4 %	23560	210.00	10.35	280.26	133.46
1	VIDRIO 6 %	23850	210.00	10.24	289.79	137.99
2	VIDRIO 6 %	22710	210.00	10.14	281.24	133.92
3	VIDRIO 6 %	23650	210.00	10.26	286.00	136.19
4	VIDRIO 6 %	24390	210.00	10.27	294.24	140.11
5	VIDRIO 6 %	22560	210.00	10.14	279.53	133.11
6	VIDRIO 6 %	22950	210.00	10.15	283.82	135.15
7	VIDRIO 6 %	22730	210.00	10.15	280.77	133.70
8	VIDRIO 6 %	24440	210.00	10.21	298.49	142.14
9	VIDRIO 6 %	24320	210.00	10.24	295.09	140.52
10	VIDRIO 6 %	23500	210.00	10.16	289.73	137.97
1	VIDRIO 8 %	24890	210.00	10.32	297.43	141.63
2	VIDRIO 8 %	25710	210.00	10.29	309.36	147.31
3	VIDRIO 8 %	25760	210.00	10.39	304.06	144.79
4	VIDRIO 8 %	26420	210.00	10.31	316.44	150.69
5	VIDRIO 8 %	25500	210.00	10.34	303.73	144.63
6	VIDRIO 8 %	25250	210.00	10.29	303.53	144.54
7	VIDRIO 8 %	25650	210.00	10.37	303.93	144.73
8	VIDRIO 8 %	25540	210.00	10.32	305.39	145.42

9	VIDRIO 8 %	25150	210.00	10.33	299.83	142.78
10	VIDRIO 8 %	25160	210.00	10.33	300.23	142.96

Fuente: elaboración propia

**Tabla 21. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los 7 días**

Parámetro	Vidrio 0 %	Vidrio 4 %	Vidrio 6 %	Vidrio 8 %
Porcentaje de resistencia (%)	100.00	104.09	107.51	110.06
Máxima resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	210.51	221.02	228.64	235.37
Media (kg/cm <sup>2</sup> )	204.04	212.39	219.37	224.57
Varianza	24.98	31.96	36.57	34.15
Desviación estándar	5.00	5.65	6.05	5.84
Coefficiente de variación (%)	0.02	0.03	0.03	0.03

Fuente: elaboración propia

**Tabla 22. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los 14 días**

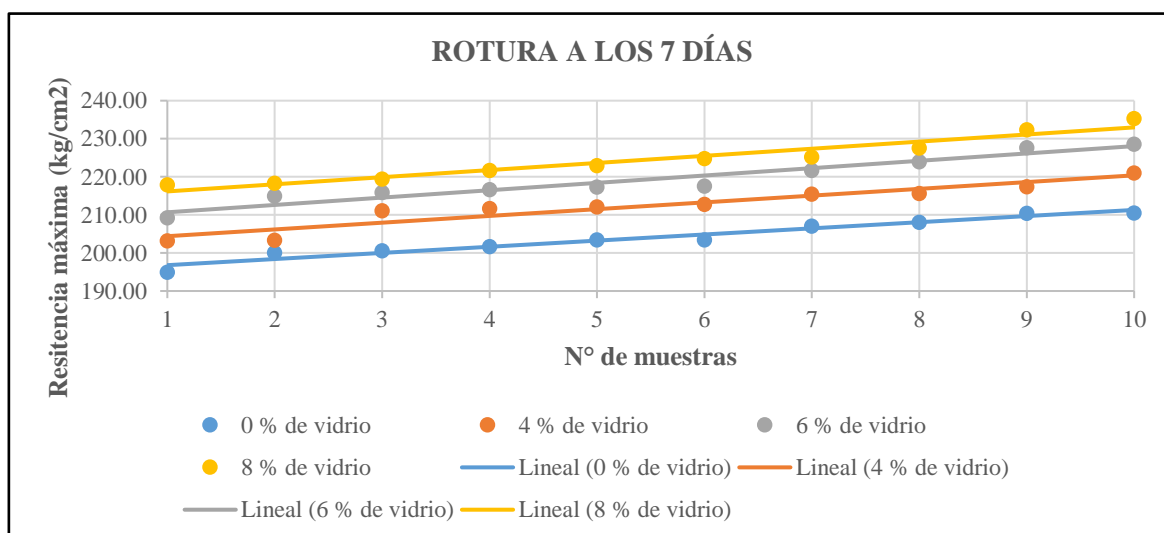
Parámetro	Vidrio 0 %	Vidrio 4 %	Vidrio 6 %	Vidrio 8 %
Porcentaje de resistencia (%)	100.00	105.32	108.86	112.95
Máxima resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	243.73	253.36	266.94	273.62
Media (kg/cm <sup>2</sup> )	233.28	245.68	253.94	263.49
Varianza	52.50	54.68	87.11	23.12
Desviación estándar	7.25	7.39	9.33	4.81
Coefficiente de variación (%)	0.03	0.03	0.04	0.02

Fuente: elaboración propia

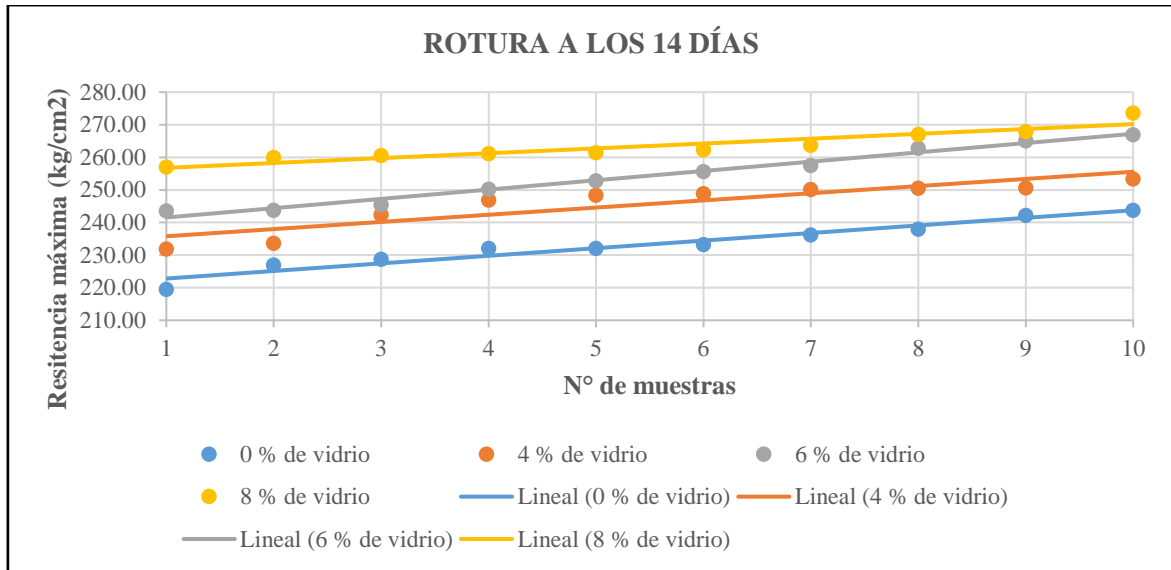
**Tabla 23. Parámetros estadísticos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días**

Parámetro	Vidrio 0 %	Vidrio 4 %	Vidrio 6 %	Vidrio 8 %
Porcentaje de resistencia (%)	100.00	106.11	111.07	117.45
Máxima resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	270.25	290.57	298.49	316.44
Media (kg/cm <sup>2</sup> )	259.18	275.01	287.87	304.39
Varianza	55.70	95.89	44.05	28.79
Desviación estándar	7.46	9.79	6.64	5.37
Coefficiente de variación (%)	0.03	0.04	0.02	0.02

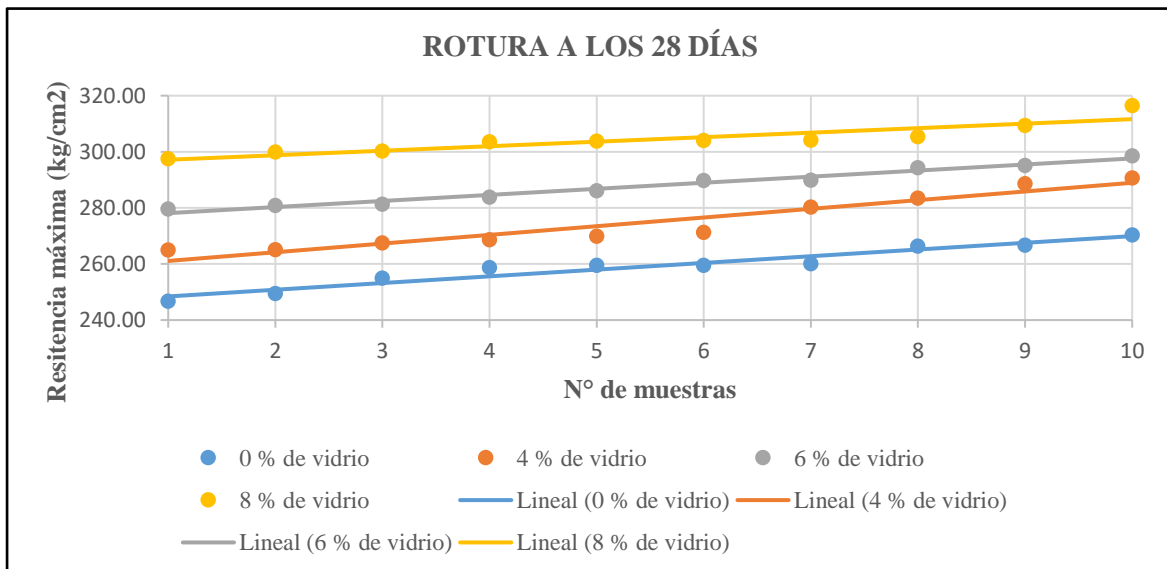
Fuente: elaboración propia



**Gráfico 6. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 7 días**



**Gráfico 7. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 14 días**



**Gráfico 8. Resistencia a compresión del ensayo realizado a los 28 días**

Todos los resultados obtenidos del ensayo de rotura fueron ordenados de forma ascendente para poder obtener gráficas más homogéneas (gráfico 6, 7 y 8) y de esta manera se hizo más práctico el análisis comparativo de resultados. En los tres gráficos anteriores se muestran los resultados del ensayo a compresión axial del concreto, en los cuales se muestra un aumento constante en la resistencia a compresión del concreto a medida que se incrementa el porcentaje de vidrio pulverizado.



## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Discusión del concreto en estado fresco**

#### **5.1.1. Asentamiento o slump**

El asentamiento del concreto en estado fresco fue de 3.77 pulg a 3.28 pulg, el primer valor es para la muestra control mientras que el segundo valor es para la máxima adición de vidrio pulverizado (8%), lo cual indica que a mayor proporción de adición de vidrio pulverizado disminuye la trabajabilidad pero aún se encuentra dentro del rango de diseño que es de 3 pul a 4 pulg; además el asentamiento cumple la norma NTP 339.035.

#### **5.1.2. Temperatura**

La temperatura del concreto en estado fresco fue de un máximo de 28.7 °C para el concreto patrón y un mínimo de 25.4 °C para un concreto con 8% de vidrio pulverizado, con estos valores se determinó que la adición de vidrio pulverizado no afecta a la temperatura del concreto sino más bien el concreto adquiere la temperatura del ambiente. Además el procedimiento de ensayo se realizó de acuerdo a norma técnica NTP 339.184.

#### **5.1.3. Contenido de aire**

El contenido de aire de diseño fue de 2.50 %, además de las 8 tandas preparadas se obtuvo un máximo de 2.51 % y un mínimo de 2.45 % estos resultados tienen el mismo comportamiento en las 8 tandas preparadas tanto para el concreto normal como para el concreto con adición de vidrio pulverizado, además cumple la norma NTP 339.083.

#### **5.1.4. Peso unitario**

El peso unitario obtenido del concreto en estado fresco fue de 2349.43 kg/m<sup>3</sup> a 2351.10 kg/m<sup>3</sup>, esto indica que el vidrio no genera cambios significativos, también se puede indicar que estos valores se encuentran dentro del rango de un concreto normal, tanto para el concreto patrón como para el concreto experimental cumplen con lo especificado en la norma técnica NTP 339.046.



## 5.2. Discusión con los antecedentes

Vargas (2015), en su trabajo mencionó que la utilización del vidrio molido como parte del agregado fino para la realización de morteros es muy factible. Las muestras que elaboro con vidrio plano en su composición presentaron resistencias a la compresión mayores a las obtenidas con la mezcla patrón. Otros autores como Silvestre (2017) y Catalán (2013) también demuestran que al agregar vidrio a un concreto, mejora en su resistencia a la compresión,

En nuestra provincia de Jaén debido a que no genera grandes cantidades de desperdicio de vidrio, se optó por utilizarlo como adición, para lo cual se requiere cantidades y granulometrías más pequeñas siendo esta una mejor forma de aprovechar este material.

Rojas (2015), concluye que al añadir 2% de vidrio molido a una mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el porcentaje de vidrio molido añadido fue insuficiente, con lo cual recomienda que se amplíe la investigación realizando comparaciones de resistencia a la compresión de concretos con porcentajes de vidrio, mayores a 2%.

En la presente investigación se incorporó vidrio al 4%, 6% y 8% con los cuales se obtuvo resultados favorables para todos ellos, pero no se determinó que alguno de ellos sea la adición idónea, sino que hay una tendencia al aumento de la resistencia, a medida que se agrega el vidrio con lo cual queda abierta la investigación para que se amplíe la con adiciones mayores al 8%.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Se elaboraron los testigos cilíndricos de un concreto patrón sin adición de vidrio pulverizado los cuales dieron resistencias promedio de 204.04 kg/cm<sup>2</sup>, 233.28 kg/cm<sup>2</sup> y 259.18 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Se elaboraron los testigos cilíndricos de concreto con adiciones de 4%, 6% y 8% (en relación al cemento) de vidrio pulverizado pasante el tamiz N° 100 (0.15mm) de acuerdo a lo establecido en la norma técnica peruana (NTP 334.087 para adiciones de micro sílice o sílice).

Se ensayaron a compresión axial todos los testigos cilíndricos a los 7, 14 y 28 días de acuerdo a lo especificado en la norma técnica peruana (NTP 339.034).

La incorporación de vidrio pulverizado genera un incremento constante de la resistencia en todas las edades evaluadas (7, 14 y 28 días) y comparadas con la resistencia promedio del concreto patrón. Además las resistencias promedio a la compresión obtenidas a los 28 días dieron los siguientes resultados: para una dosificación de 4 %, un  $f'c = 275.01$  kg/cm<sup>2</sup>; para una de 6 %,  $f'c = 287.87$  kg/cm<sup>2</sup>; y para una de 8 %,  $f'c = 304.39$  kg/cm<sup>2</sup>. La muestra control sin adición de vidrio pulverizado, tiene un  $f'c = 259.18$  kg/cm<sup>2</sup>.

## **6.2. Recomendaciones**

Para realizar los ensayos a los agregados y al concreto se deben utilizar los procesos y criterios estandarizados dados por la Norma Técnica Peruana (NTP).

Considerar los criterios establecidos en la NTP 334.087 para las adiciones con micro sílice o sílice, para de esta manera cumplir con las proporciones estandarizadas.

Utilizar el vidrio pulverizado como adición, a las proporciones de un concreto tradicional, genera mayores resultados que utilizarlo como sustituto del agregado.

Se recomienda que en adiciones mayores a 8%, la relación agua cemento sea corregida o se use aditivos plastificantes para que el asentamiento cumpla con los criterios de diseño y la trabajabilidad.

En este trabajo la adición de vidrio se utilizó el pasante la malla 100 (0.15 mm), para futuras investigaciones se recomienda analizar la influencia de adiciones de vidrio con granulometrías distintas a la usada en esta investigación.

Al ver que nuestros porcentajes tienen una tendencia positiva, se recomienda ampliar la investigación con porcentajes mayores al 8% en base al peso del cemento y se analicen sus características utilizándolo como reemplazo o adición del material segmentante.

Este proyecto se realizó con agregados de la provincia de Jaén, Cajamarca, Perú, con lo que se desconoce si se obtendrá los mismos resultados al emplear agregados de otros lugares, por ello para futuras investigaciones se debe realizar los estudios de los agregados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán Laura, A. R. (2017). *Resistencia a Compresión Axial del Mortero Cemento - Arena 1:4 con Reemplazo de Vidrio Molido*. Cajamarca, Perú.
- Catalan Arteaga, C. J. (2013). *Estudio de la Influencia de Vidrio Molido en Hormigones Grado H15, H20 y H30*. Valdivia, Chile.
- Cortez Peñalosa, E. L. (2017). *Estudio de la Resistencia a la Compresión de un Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  Sustituyendo el Agregado Grueso con Vidrio Triturado Tipo Sodo Cálculo*. Huancayo, Perú.
- Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento. (2006). *El Concreto en Obra. Problemas Causas Y Soluciones*, 06.
- Mantilla Arias, Y. N. (2017). *Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$* . Nuevo Chimbote, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicacions. (2000). *Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos* (Vols. MTC E 704-2000). Lima, Perú: ICG.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Lima, Perú: Megabyte s.a.c.
- Ochoa Tapia, L. M. (2018). *Evaluación de la Influencia del Vidrio Reciclado Molido como Reductor de Agregado Fino para el Diseño de Mezclas de Concreto en Pavimentos Urbanos*. Chiclayo, Perú.
- Rivva López, E. (2010). *Diseño de Mezclas* (1era edición ed.). Lima, Perú: ICG.
- Rojas Luján, J. f. (2015). *Estudio Experimental para Incrementar la Resistencia de un Concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Adicionando un Porcentaje de Vidrio Sodo Cálculo*. Trujillo, Perú.
- Silvestre Gutiérrez, A. (2017). *Análisis de Mezclas de Concreto con Proporciones de Vidrio Molido, Tamizado y Granular como Aditivo a Fin de Aumentar la Resistencia a la Compresión del Hormigón*. Pereira, Colombia.
- Universidad Tecnológica Metropolitana. (2005). *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Físico-Mecánicas*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 20(3), 12.
- Vargas Castro, D. A. (2015). *Reutilización de Vidrio Plano como Agregado Fino en la Elaboración de Morteros de Cemento y Concretos*. Cartago, Costa Rica.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Armandina y Genaro quienes me han apoyado en todo momento; con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir este sueño tan anhelado, gracias por inculcar en mí la responsabilidad, valentía y esfuerzo para culminar mi carrera profesional con éxito.

### **YBILDER FIDEL**

Dedico este trabajo principalmente a mis padres Marcela y Eduardo que son los seres que iluminan mi camino desde el cielo, de igual forma dedico este trabajo a mi segunda madre Roxana, quien es mi pilar, porque sin ti no hubiese podido llegar tan lejos; a mis hermanos Luz, Merlín y Eduardo, quienes son parte esencial de mi vida; a mis tíos Marlene y Edwin, por ser parte esencial de toda mi formación universitaria, ya que con su apoyo, cariño y consejos he podido llegar a esta etapa de mi formación académica y por ultimo quiero dedicar este trabajo a mi compañera, amiga, confidente y futura esposa Vanya, este trabajo también va dedicado para ti.

### **YHOONPIER CLODOALDO**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar damos las gracias infinitas a dios, por habernos dado la vida, salud y fuerza para poder culminar esta etapa profesional.

A la Universidad Nacional de Jaén por haber contribuido en nuestra formación académica y por brindarnos las instalaciones del laboratorio para poder desarrollar esta investigación.

A nuestros asesores, los ingenieros Wilmer Rojas Pintado y Juan Alberto Contreras Moreto por brindarnos su constante apoyo en el desarrollo de esta investigación, por su amabilidad, conocimiento y disponibilidad.

A nuestras familias y amigos que de una u otra manera contribuyeron para hacer posible este trabajo.

# **ANEXOS**

**ANEXO A.**  
**ESPECIFICACIONES**  
**TÉCNICAS DEL**  
**CEMENTO**





# CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Libertad 1701, El Valle de Moravia, Callejón de Huaylas  
Cantón de Pacasmayo, Provincia de Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono: 17 - 0000



G-CC-F-04  
Versión 04

Planta: Pacasmayo

17 de Julio de 2019

## CEMENTO EXTRAFORTE Cemento Portland Compuesto Tipo ICO Periodo de despacho 01 de Junio de 2019 - 30 de Junio de 2019

### REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.090 Tablas 1 y 2

#### QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.3
SO <sub>3</sub> (%)	4.0 máx.	2.4

#### FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	*	6123
Retenido M325 (%)	*	2.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	*	2.94
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	*	11.0
3 días	13.0	22.3
7 días	20.0	29.7
28 días	25.0	38.2
Tiempo de fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	150
Final, no mayor que:	420	268

\* No específica

La resistencia 28 días corresponde al mes de Mayo del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

El contenido de esta prueba de control a partir de este momento es la responsabilidad de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**ANEXO B.**

**ESPECIFICACIONES**

**TÉCNICAS DE LOS**

**MOLDES CILÍNDRICOS**



**RCP LABORATORIOS E.I.R.L.**  
Equipos de Laboratorio Suelo, Concreto y Asfalto



<b>REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> MOLDE PARA BRIQUETAS DE CONCRETO 4" DE PLASTICO	INF: 021-19 MPCP4
---	-------------------

Solicitante : GIRON DAVIDA YHOONPIER CLODDALDO

Equipo : Molde Plástico para briquetas de Concreto 4" x 8" Fecha : 25/07/2019

Marca : ORION Fecha Prox. Verificación : Enero-2020

Cantidad : 35 und

Equipo de Verificación usado : \* Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan  
Mod. CD-12" CP,N/S 1002520 (Calibrado) F-0845-2019 -INACAL

Norma de Ensayo : AASHTO M-205-94

Diam. Interior Medido 

101.5	101.5	101.5	101.5
-------	-------	-------	-------

 Diam. Promedio 

101.5
-------

 mm

Diametro Especificado 101.6 +/- 1.5875 mm (4" +/- 1/16 in)

Altura Medido 

203.1	203.1	203.1	203.1
-------	-------	-------	-------

 Altura Promedio 

203.1
-------

 mm

Altura Especificado 203.2 +/- 1.5875 mm (8" +/- 1/16" in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja NO

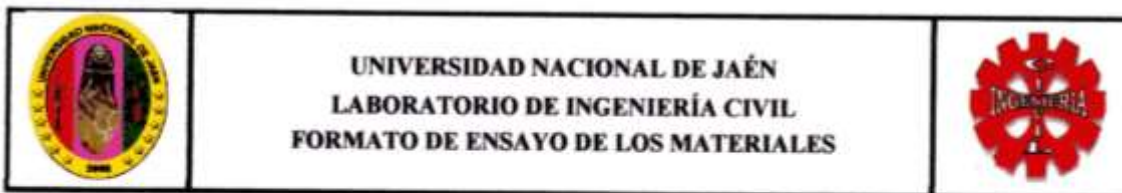
Equipo Operativo SI

Comentarios:

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

**RCP LABORATORIOS E.I.R.L.**  
*Luis Taboada Palacios*  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 58551

# **ANEXO C. ENSAYOS DE LOS AGREGADOS**



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO  
NTP 339.185 (MTC E 108 )**

**PROYECTO:** *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*  
**UBICACIÓN:** *Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca*  
**CANTERA:** *Distribuidora Josesito*  
**RESPONSABLE** *Grupo de trabajo*  
**FECHA:** *Julio 2019*

<b>ENSAYO</b>				
<i>Número de ensayo</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>Promedio</i>
<b>DATOS</b>				
<i>Mcws = Masa del contenedor más arena húmeda (gr)</i>	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
<i>Mcs = Masa del contenedor más arena seca (gr)</i>	985.10	985.90	984.20	985.07
<i>Mw = Masa de contenedor (gr)</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CALCULOS</b>				
<i>Mw = Masa del agua (gr)</i>	14.90	14.10	15.80	14.93
<i>Ms = Masa de partículas sólidas (gr)</i>	985.10	985.90	984.20	985.07
<i>W = Contenido de humedad %</i>	1.51	1.43	1.61	1.52



  
 WILMER ROSAS PINTADO  
 INGENIERO CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO  
NTP 339.185 (MTC E 108)**

**PROYECTO:** *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*  
**UBICACIÓN:** *Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca*  
**CANTERA:** *Distribuidora Santa Rosa*  
**RESPONSABLE** *Grupo de trabajo*  
**FECHA:** *Julio 2019*

<b>ENSAYO</b>				
<i>Número de ensayo</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>Promedio</i>
<b>DATOS</b>				
<i>Mcws = Masa del contenedor más piedra húmeda (gr)</i>	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
<i>Mcs = Masa del contenedor más piedra seca (gr)</i>	2977.40	2975.50	2975.60	2976.17
<i>Mw = Masa de contenedor (gr)</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CALCULOS</b>				
<i>Mw = Masa del agua (gr)</i>	22.60	24.50	24.40	23.83
<i>Ms = Masa de partículas sólidas (gr)</i>	2977.40	2975.50	2975.60	2976.17
<i>W = Contenido de humedad %</i>	0.76	0.82	0.82	0.80



*Jul*  
**WILMER ROJAS PINTADO**  
 INGENIERO CIVIL

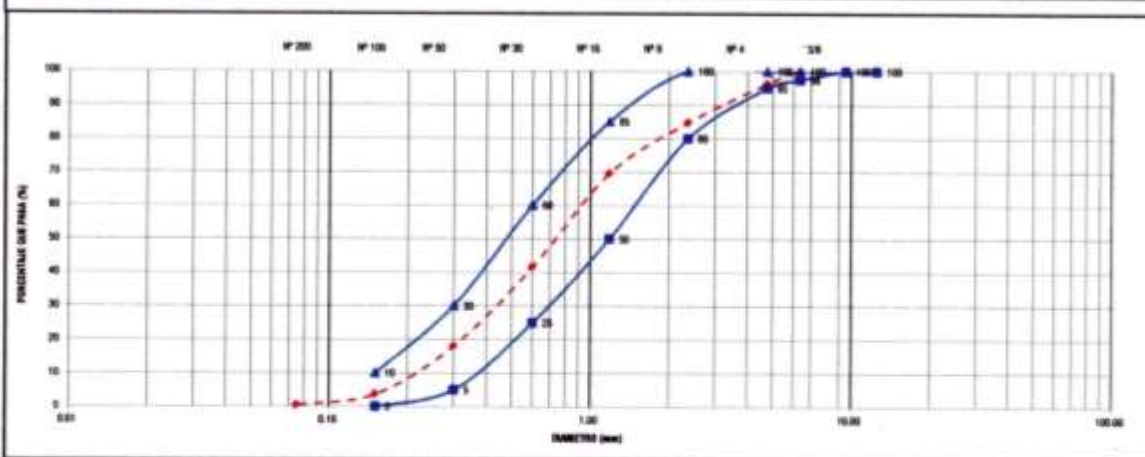




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS  
NTP 406.01 (MTC E 204)

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Aditivo de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Industrias Jaenite  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2015  
**PESO INICIAL (gr):** 976.18 gr

FRACCIÓN	TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	POB.	ESPECIFICACION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 200.00 (MTC E 100)		
	Nº	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	A.S.T.M. C 33	TEMPERATURA (DE SECADO)	AMBIENTE	130° C
FRACCIÓN GRUESA	9"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		
	2.5"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		
	2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
	1.5"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 NTP 406.01 (MTC E 202)		
	1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-			
	3/4"	18.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO INICIAL SECO (gr)		
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)		
	1/4"	6.25	0.00	0.00	0.00	100.00	-	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO		
	Nº 4	4.75	36.76	3.78	3.78	96.22	65.000			
FRACCIÓN FINA	Nº 8	2.50	112.20	11.55	15.32	84.68	80-100	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm³)		
	Nº 16	1.18	347.50	35.38	36.56	63.44	50-80	PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m³)		
	Nº 30	0.60	272.90	28.07	38.58	61.42	25-40	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)		
	Nº 50	0.30	228.50	23.32	62.09	37.91	5-30	ADHESIÓN (%)		
	Nº 100	0.15	179.00	14.30	96.49	3.50	0-10	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
	Nº 200	0.08	31.40	3.23	99.65	0.35	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		
	CAJERETA	--	3.00	0.31	100.00	0.00	-	EQUIVALENTE DE ARENA		
	TOTAL		976.76					MÓDULO DE FINURA (M)		
PORCENTAJE DE PÉRDIDA		0.25	OK							



**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL LÍMITE GRANULOMÉTRICO DE LA NORMA NTP 406.01 Y TIENE UN MÓDULO DE FINURA DE 2.87



*Jul*  
WILMOT RÍO LAS PINTADO  
INGENIERÍA CIVIL



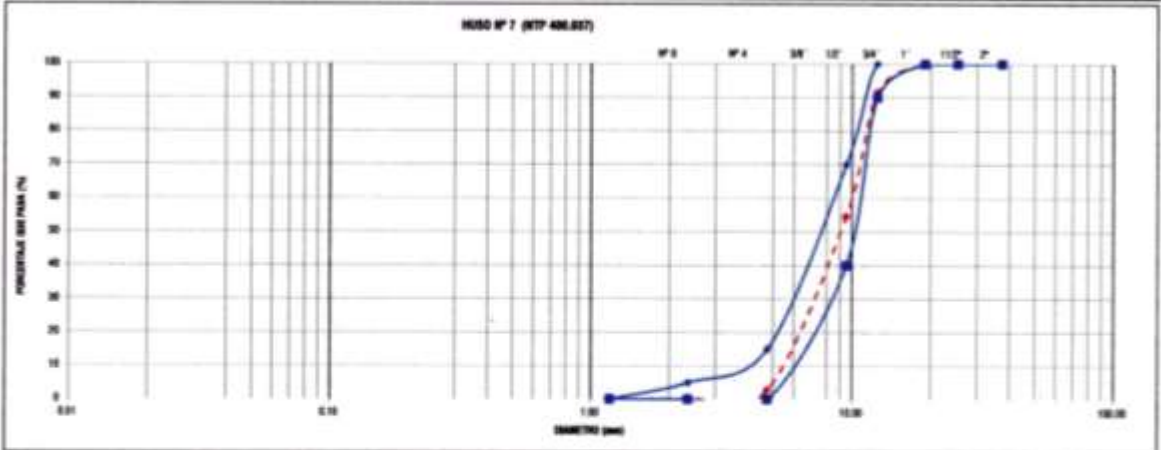
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO Y FINO**  
**NºP 406 827 (MTC 8.204)**

**PROYECTO:** Análisis de la Durabilidad del Concreto con Aditivo de Vidrio Pulverizado  
**CIRCUNSTANCIAS:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Chiriquillas Santa Rosa  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2019  
**PESO POCAL (gr):** 5000,00

FRACCIÓN GRUESA	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASA (%)	ESPECIFICACION SIEDE Nº 7 PORCENTAJE QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)(MTC 8.204)		
	Nº	ABERTURA (mm)						TEMPERATURA (DE SECADO)	AGREGADO	100°C
FRACCIÓN GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	5000	
	1 1/2"	42,50	0,00	0,00	0,00	100,00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	2076,17	
	1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,40	
	3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	-	<b>MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200</b>		
	150µ	0,075	0,00	0,00	0,00	100,00	-	<b>NTP 406/827 (MTC 8.204)</b>		
	75µ	0,075	0,00	0,00	0,00	100,00	-	PESO POCAL SECA (gr)	5000,00	
	425µ	0,425	250,29	8,64	8,64	91,36	90 - 100	PESO FINAL (SECC) (CONEXIÓN DE LAVADO) (gr)	2096,52	
	75µ	0,075	139,82	5,52	5,52	94,48	40 - 70	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	0,12	
	150µ	0,150	154,90	6,03	6,03	93,97	0 - 13	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>		
	300µ	0,300	36,58	1,49	1,49	98,51	0 - 5	PESO (UNIDAD) SECA (SECC) (gr/m³)	2,04	
	600µ	0,600	0,00	0,00	0,00	100,00	0 - 1	PESO (UNIDAD) COMPACTADO (SECC) (gr/m³)	1,90	
FRACCIÓN FINA	Nº 20	0,850	0,00	0,00	0,00	100,00	-	UNIFORMIDAD (%)	1,01	
	Nº 40	0,425	0,00	0,00	0,00	100,00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,40	
	Nº 60	0,250	0,00	0,00	0,00	100,00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	0,12	
	Nº 100	0,150	0,00	0,00	0,00	100,00	-	RESERVA DE LOS GRANULOS (%)	-	
	Nº 200	0,075	0,00	0,00	0,00	100,00	-	MÁXIMO DE HUMEDAD (Mg)	0,42	
	CAJERETA	-	3,27	0,13	0,13	99,87	-			
TOTAL			5000,00							
<b>PORCENTAJE DE PÉRDIDA:</b>		0,00	OK							

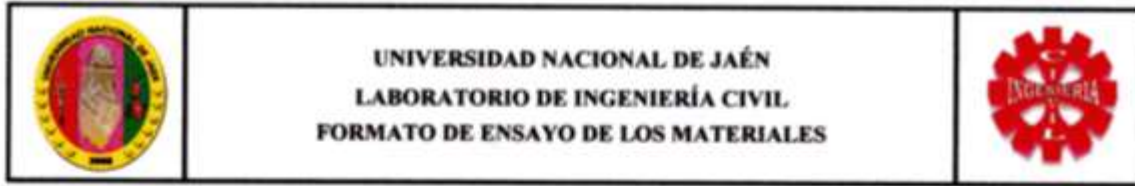


**CONCLUSIÓN:** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO OCEA DENTRO DEL RANGO GRANULOMÉTRICO Nº 7, DE LA LA NORMA N.T. 7. 406/827 Y TAMBIÉN MUESTRAN EN FORMA DE 4.02



**WILMER ACOSTA PINTADO**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.U.P. 1332-3







**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO  
NTP 400.022 (MTC E 205)**

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANtera:** Distribuidora Josesito  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2019

DATOS		
A = Peso en el aire de la muestra deseca (gr)		492.81
B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)		731.46
C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)		1043.98
S = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)		500.00
CALCULOS		
Peso específico aparente	$A/(B+S-C)$	2.63
Peso específico aparente (S.S.S)	$A/(B+S-C)$	2.63
Peso específico nominal	$A/(B+A-C)$	2.73
Absorción %	$100*(S-A)/A$	1.46



  
 WILFREDO PINTADO  
 INGENIERO CIVIL  
 No. 218 93204

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b> <b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES</b>	
---	---	---

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b> <b>NTP 400.021 (MTC E 206)</b>
--

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Distribuidora Santa Rosa  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2019

DATOS		
A=Peso en el aire de la muestra seca (gr)		4973.00
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)		5039.00
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)		3156.00
CALCULOS		
Peso específico aparente	$A/(B-C)$	2.64
Peso específico aparente (S.S.S)	$A/(B-C)$	2.64
Peso específico nominal	$A/(A-C)$	2.74
Absorción %	$100*(B-A)/A$	1.33



  
 WILBER ROJAS PINTADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 171241



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**  
**NTP 400.017 (MTC E 203)**

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Distribuidora Josesito  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2019

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>			
Número de ensayo	I	II	III
Peso del molde (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del molde + material (gr.)	15594.00	15528.00	15597.00
Peso del material (gr.)	7108.00	7042.00	7111.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	0.2431	0.2431	0.2431
Peso unitario seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1728.02	1711.98	1728.75
P. unitario A.F. suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1723		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>			
Número de ensayo	I	II	III
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	16226.00	16250.00	16250.00
Peso del material (gr.)	7740.00	7764.00	7764.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.2431	0.2431	0.2431
Peso unitario seco compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1881.67	1887.50	1887.50
P. unitario A.F. compactado promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1886		



*Jul*  
**WILMER PINTADO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 173248



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**PESOUNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GUESO**  
**NTP 400.017 (MTC E 203)**



**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Distribuidora Santa Rosa  
**RESPONSABLE** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Julio 2019

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
Número de ensayo	I	II	III
Peso del molde (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del molde + material (gr.)	14181.00	14154.00	14169.00
Peso del material (gr.)	5695.00	5668.00	5683.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	0.2431	0.2431	0.2431
Peso unitario seco suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1384.51	1377.95	1381.59
P. unitario A.G. suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1381		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
Número de ensayo	I	II	III
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	14880.00	14949.00	14913.00
Peso del material (gr.)	6394.00	6463.00	6427.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.2431	0.2431	0.2431
Peso unitario seco compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1554.44	1571.22	1562.47
P. unitario A.G. compactado promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1563		



*Jul*  
**WILMER ROSALES PINTADO**  
 INGENIERO CIVIL  
 D.S. Nº 177241



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b> <b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES</b>	
---	---	---

**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 PARA EL AGREGADO FINO  
NTP 400.018 (MTC E 202)**



**PROYECTO:** *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*  
**UBICACIÓN:** *Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca*  
**CANtera:** *Distribuidora Josesito*  
**RESPONSABLE:** *Grupo de trabajo*  
**FECHA:** *Julio 2019*

DATOS		
<i>Tamaño máximo nominal del material (mm)</i>		4.75 mm
<i>A = Peso inicial del material seco sin lavar (gr)</i>		1000.00 gr
<i>B = Peso del material seco después de lavado (gr)</i>		970.70 gr
CALCULOS		
<i>C = Peso del material que pasa la malla # 200 (gr)</i>	<i>(A-B)</i>	29.30 gr
<i>D = Porcentaje de material que pasa la malla # 200 (%)</i>	<i>(C*100/A)</i>	2.93 %



**WILMER ROJAS PINTADO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 173268

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b> <b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES</b>	
---	---	---

<b>MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b> <b>NTP 400.018 (MTC E 202)</b>
---

**PROYECTO:** *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*  
**UBICACIÓN:** *Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca*  
**CANTERA:** *Distribuidora Santa Rosa*  
**RESPONSABLE** *Grupo de trabajo*  
**FECHA:** *Julio 2019*

DATOS		
Tamaño máximo nominal del material (mm)		1/2 pulg
A = Peso inicial del material seco sin lavar (gr)		3000.09 gr
B = Peso del material seco despues de lavado (gr)		2996.52 gr
CALCULOS		
C = Peso del material que pasa la malla # 200 (gr)	(A-B)	3.57 gr
D = Porcentaje de material que pasa la malla # 200 (%)	$(C * 100 / A)$	0.12 %



  
 WILMER ROJAS PINTADO  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 12345

**ANEXO D. DISEÑO DE  
MEZCLA DE CONCRETO  
CON EL MÉTODO ACI**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO  
(Método del Comité 211 del ACI)**

**PROYECTO:** *Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado*  
**UBICACIÓN:** *Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca*  
**CANTERA:** *Distribuidora Santa Rosa*  
**RESPONSABLE:** *Grupo de trabajo*  
**FECHA:** *Julio 2019*

**1.00 DATOS DE LOS AGREGADOS**

TIPO	FUENTE
<i>Agregado fino</i>	<i>Distribuidora Josesito</i>
<i>Agregado grueso</i>	<i>Distribuidora Santa Rosa</i>

**2.00 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

<i>RESISTENCIA ESPECIFICADA</i>	:	<i>210 kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>TAMAÑO MÁX. NOM. A. G.</i>	:	<i>1/2 pulg</i>

**3.00 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**3.01 CEMENTO**

<i>MARCA</i>	:	<i>PACASMAYO</i>
<i>TIPO</i>	:	<i>ICO</i>
<i>PESO ESP.</i>	:	<i>2.94 gr/cm<sup>3</sup></i>

**3.02 AGUA**

*Potable de la EPS Marañon*

**3.03 AGREGADOS**

TIPO	FINO	GRUESO
<i>HUMEDAD (%)</i>	<i>2.02</i>	<b><i>0.80</i></b>
<i>PESO ESPECÍFICO DE MASA</i>	<i>2.63</i>	<i>2.64</i>
<i>ABSORCIÓN (%)</i>	<i>1.46</i>	<i>1.33</i>
<i>MODULO DE FINEZA</i>	<i>2.87</i>	<i>--</i>
<i>PESO SECO COMPACTADO (Kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>1886</i>	<i>1563</i>
<i>PESO SECO SUELTO (Kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>1723</i>	<i>1381</i>
<i>T MÁX. NOM (Pulg.)</i>	<i>--</i>	<i>1/2</i>

**4.00 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

*T<sub>max</sub> = 1/2 pulg*

**5.00 ASENTAMIENTO O SLUMP**

*A<sub>s</sub> = 3 a 4 pulg*

**6.00 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

*Vol<sub>h<sub>2</sub>O</sub> = 216 lt/m<sup>3</sup>*



*Jul*  
 WILBERT TINTADO  
 INGENIERO CIVIL





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES**



**7.00 CONTENIDO DE AIRE**

*Cont. aire = 2.5 %*

**8.00 RELACIÓN AGUA CEMENTO**

*A/C = 0.68*

**9.00 FACTOR CEMENTO**

*F<sub>cm</sub> = Vol h<sub>2</sub>O / A/C*

*F<sub>cm</sub> = 216 / 0.68*

*F<sub>cm</sub> (Kg) = 316 = 7.4 bolsa/m<sup>3</sup>*

**10.0 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

*b · b<sub>g</sub> = 0.54*

*Peso del agregado grueso*

*0.54 · 1563 = 849.22 Kg/m<sup>3</sup>*

**11.0 VOLÚMENES ABSOLUTOS**

**CEMENTO** = *0.107 m<sup>3</sup>*  
*316 / 2.94 gr/cm<sup>3</sup> · 1000*

**AGUA** = *0.216 m<sup>3</sup>*  
*216 / 1 · 1000*

**AIRE** 3 % = *0.025*

**AGR GRUESO** = *0.322 m<sup>3</sup>*  
*849.22 / 2.64 · 1000*

*SUMA DE VOLUMENES CONOCIDOS = 0.670*

**12.0 CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

*VOLUMEN DE AGREGADO FINO = 0.330 m<sup>3</sup>*  
*1 - 0.670*

*PESO DEL AGREGADO FINO SECO = 867.34 Kg/m<sup>3</sup>*  
*0.330 · 1000 · 2.63*

**13.0 VALORES DE DISEÑO**

*CEMENTO = 316.00 Kg*

*AGUA DE DISEÑO = 216.00 Kg*

*AGREGADO FINO SECO = 867.34 Kg*

*AGREGADO GRUESO SECO = 849.22 Kg*



*Jul*  
 WILMO R. PINTADO  
 INGENIERO CIVIL

**14.0 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

*PESO HÚMEDO*

AGR. FINO	867.3 X	1.02 =	884.88 Kg/m <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	849.22 X	1.01 =	856.02 Kg/m <sup>3</sup>

*HUEMEDAD SUPERFICIAL*

AGR. FINO	2.02 -	1.46 =	0.56 %
AGR. GRUESO	0.80 -	1.33 =	-0.53 %

*APORTES DE HUEMDAD*

AGR. FINO	867.34 *	0.005624 =	4.88 Lt/m <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	849.22 *	-0.005264 =	-4.47 Lt/m <sup>3</sup>
<i>APORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS</i>			0.41 Lt/m <sup>3</sup>

AGUA EFECTIVA	216 -	0.41 =	215.59
---------------	-------	--------	--------

<i>PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUEMEDAD</i>	
CEMENTO	316.00 kg/m <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA	215.59 kg/m <sup>3</sup>
AGR. FINO	884.88 kg/m <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	856.02 kg/m <sup>3</sup>

**15.0 PROPORCION EN PESO CORREGIDA POR HUMEDAD**

<i>CEMENTO</i>	<i>AGR. FINO</i>	<i>AGR. GRUESO</i>	<i>AGUA</i>	<i>EN PESO SECO POR BOLSA</i>
316	867.3	849.22	216	
316	316	316	7.4	
1	2.7	2.69	29.05	

316.00	884.88	856.0210335	215.59	<i>EN PESO HUMEDO POR BOLSA</i>
316.00	316	316	7.4	
1.00	2.80	2.71	29.00	

*RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO*       $\frac{216}{316.00} = 0.68$

*RELACION AGUA CEMENTO EFECTIVA*       $\frac{215.59}{316.00} = 0.68$

**16.0 PESOS POR TANDA DE UN SACO**

CEMENTO	1.00 X	42.5 =	42.50 Kg/pie <sup>3</sup>
AGR. FINO	2.80 X	42.5 =	119.01 Kg/pie <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	2.71 X	42.5 =	115.13 Kg/pie <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA			29.00 Kg/pie <sup>3</sup>

1 pie<sup>3</sup> = 0.03 m<sup>3</sup>  
1 m<sup>3</sup> = 35.31 pie<sup>3</sup>



  
 WILMER ROJAS PINTADO  
 INGENIERO CIVIL  
 ROL. CIP 173349

**ANEXO E. ENSAYOS DEL  
CONCRETO EN ESTADO  
FRESCO**



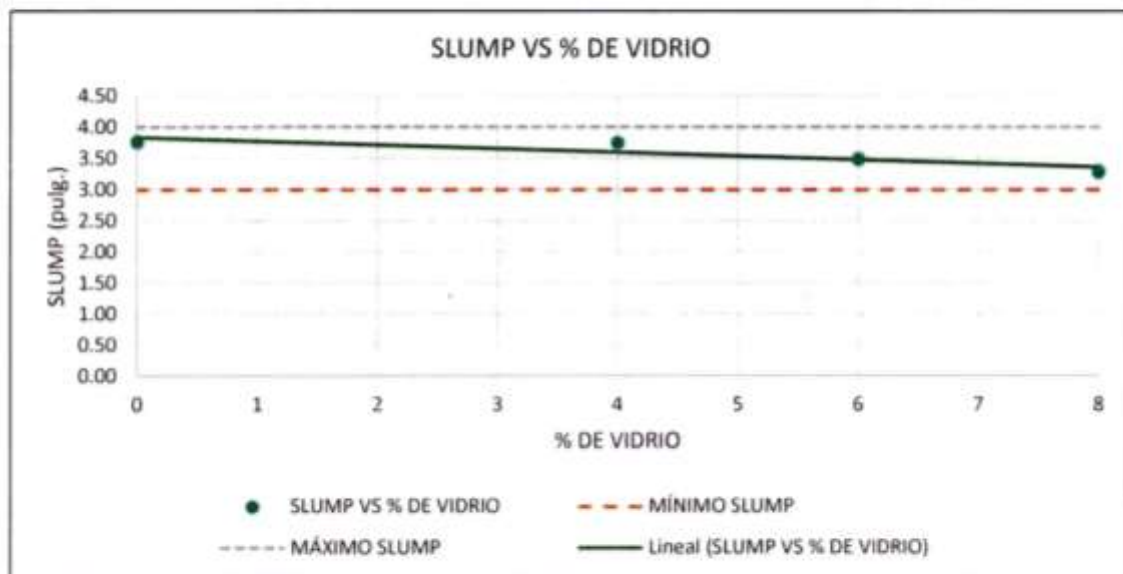
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ACENTAMIENTO DEL CONCRETO  
NTP 339.035 (MTC E 705)

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado.  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANtera:** Distribuidora Josesito y Distribuidora Santa Rosa  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** .Setiembre 2019

Nº DE MUESTRA	% DE VIDRIO	SLUMP (pulg.)	MÍNIMO SLUMP (pulg.)	MÁXIMO SLUMP (pulg.)
1	0	3.75	3.00	4.00
2	0	3.77	3.00	4.00
3	4	3.74	3.00	4.00
4	4	3.75	3.00	4.00
5	6	3.50	3.00	4.00
6	6	3.48	3.00	4.00
7	8	3.30	3.00	4.00
8	8	3.28	3.00	4.00



*Juul*  
WILMER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 173249



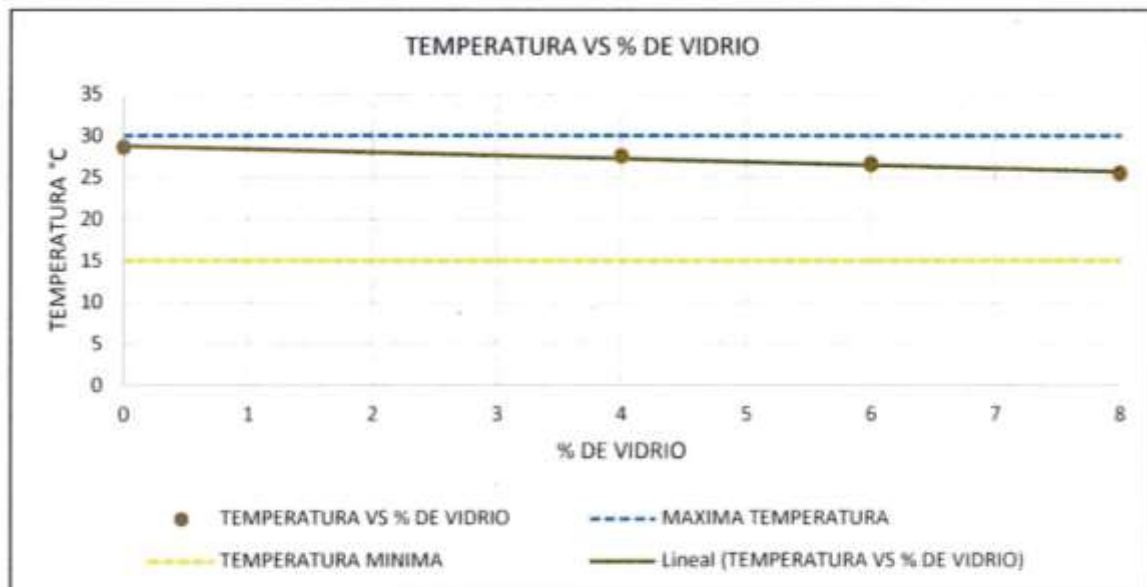
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS  
NTP 339.184

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Distribuidora Josesito y Distribuidora Santa Rosa  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Agosto 2019

Nº DE MUESTRA	% DE VIDRIO	TEMPERATUR A °C	TEMPERATUR A MÍNIMA °C	TEMPERATURA MÁXIMA °C
1	0	28.5	15	30
2	0	28.7	15	30
3	4	27.5	15	30
4	4	27.6	15	30
5	6	26.7	15	30
6	6	26.5	15	30
7	8	25.6	15	30
8	8	25.4	15	30



*Walter Rojas Pintado*  
WALTER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
N.º E. CIP 173245





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO VOLUMÉTRICO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AIRE  
NTP 339.081 (MTC E 706)

**PROYECTO:** Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
**UBICACIÓN:** Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
**CANTERA:** Distribuidora Josecito y Distribuidora Santa Rosa  
**RESPONSABLE:** Grupo de trabajo  
**FECHA:** Agosto 2019

Nº DE MUESTRA	% DE VIDRIO	CONTENIDO DE AIRE (%)	CONTENIDO DE AIRE POR DISEÑO
1	0	2.45	2.50
2	0	2.51	2.50
3	4	2.50	2.50
4	4	2.49	2.50
5	6	2.48	2.50
6	6	2.51	2.50
7	8	2.49	2.50
8	8	2.50	2.50



*Jul*  
WILMER ROSA PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Nº. CIP 123284



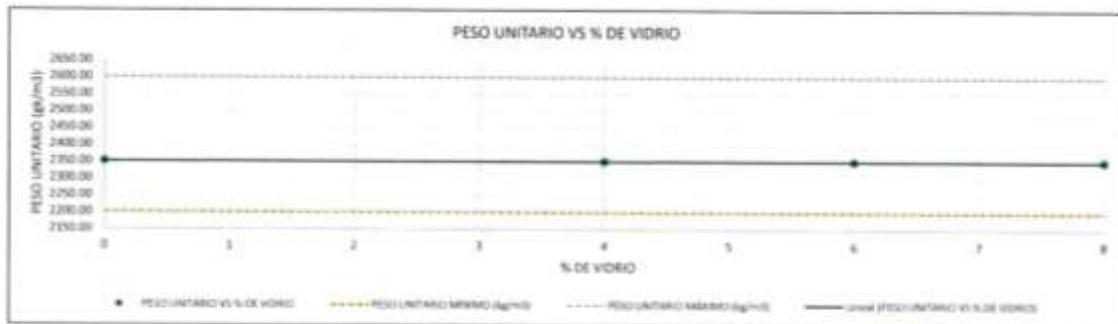
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO  
NTP J39.046 (MTC E 714)

PROYECTO: Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
UBICACIÓN: Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
CANTERA: Distribuidora Josecito y Distribuidora Santa Rosa  
RESPONSABLE: Grupo de trabajo  
FECHA: Agosto 2019

N° DE MUESTRA	% DE VIDRIO	PESO DE LA OLLA (kg)	VOLUMEN DE LA OLLA (m <sup>3</sup> )	PESO 1 DE LA OLLA + MUESTRA (kg)	PESO 2 DE LA OLLA + MUESTRA (kg)	PESO 3 DE LA OLLA + MUESTRA (kg)	PESO PROMEDIO DE LA OLLA + MUESTRA (kg)	PESO UNITARIO (kg/m <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO MÍNIMO (kg/m <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO MÁXIMO (kg/m <sup>3</sup> )
1	0	4.020	0.007	22.467	22.469	22.469	22.467	2349.57	2200	2600
2	0	4.020	0.007	22.466	22.466	22.472	22.466	2349.43	2200	2600
3	4	4.020	0.007	22.468	22.471	22.472	22.470	2350.05	2200	2600
4	4	4.020	0.007	22.470	22.473	22.469	22.471	2350.10	2200	2600
5	6	4.020	0.007	22.467	22.474	22.473	22.471	2350.00	2200	2600
6	6	4.020	0.007	22.471	22.468	22.468	22.470	2350.05	2200	2600
7	8	4.020	0.007	22.470	22.470	22.476	22.476	2351.10	2200	2600
8	8	4.020	0.007	22.473	22.476	22.477	22.473	2350.76	2200	2600



*[Signature]*  
WILSON GONZÁLEZ PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 123347

**ANEXO F. ENSAYO DE  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
NTP 339.034 (MTC E 704)

PROYECTO: Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
UBICACION: Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
CANTERA: Distribuidora Joseito y Distribuidora Santa Rosa  
RESPONSABLE: Grupo de trabajo  
FECHA: Agosto 2019

NÚMERO DE PROBETA	Fecha de Elaboración	Fecha de Ruptura	Edad (días)	Identificación	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia 65 % f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de f <sub>c</sub>
1	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	16650	136.50	10.48	10.37	10.43	10.43	194.95	204.04	152.82
2	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17120	136.50	10.42	10.43	10.42	10.42	200.61		146.96
3	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17280	136.50	10.29	10.41	10.23	10.31	207.06		151.70
4	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17910	136.50	10.44	10.48	10.48	10.47	208.12		152.47
5	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17530	136.50	10.56	10.62	10.38	10.52	201.67		147.74
6	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	18000	136.50	10.46	10.49	10.35	10.43	210.51		154.22
7	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17540	136.50	10.30	10.31	10.29	10.30	210.45		154.18
8	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17240	136.50	10.31	10.53	10.32	10.39	203.48		149.07
9	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17280	136.50	10.49	10.34	10.37	10.40	203.43		149.03
10	09/08/2019	16/08/2019	7	VIDRIO 0 %	17030	136.50	10.38	10.48	10.37	10.41	200.13		146.61
1	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	18120	136.50	10.32	10.30	10.29	10.30	217.38	212.39	159.25
2	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	17120	136.50	10.41	10.30	10.36	10.35	203.38		149.00
3	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	18230	136.50	10.27	10.45	10.42	10.38	215.30		157.87
4	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	18390	136.50	10.29	10.36	10.23	10.29	221.02		161.92
5	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	17980	136.50	10.43	10.36	10.38	10.39	212.11		155.39
6	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	18250	136.50	10.37	10.40	10.37	10.38	215.68		158.01
7	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	18200	136.50	10.49	10.35	10.47	10.44	212.81		155.91
8	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	17030	136.50	10.31	10.35	10.32	10.33	203.21		148.87
9	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	17890	136.50	10.34	10.38	10.40	10.37	211.71		155.10
10	10/08/2019	17/08/2019	7	VIDRIO 4 %	17990	136.50	10.36	10.46	10.43	10.42	211.12		154.67
1	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18790	136.50	10.30	10.53	10.34	10.39	221.67	219.37	162.40
2	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18720	136.50	10.36	10.30	10.29	10.32	223.99		164.09
3	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18640	136.50	10.44	10.44	10.47	10.45	217.35		159.23
4	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18170	136.50	10.30	10.26	10.38	10.31	217.59		159.40
5	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	19270	136.50	10.37	10.38	10.33	10.36	228.64		167.50
6	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	17660	136.50	10.40	10.36	10.34	10.37	209.30		153.33
7	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18220	136.50	10.33	10.35	10.37	10.35	216.70		158.75
8	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	18140	136.50	10.27	10.34	10.42	10.34	215.87		158.15
9	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	17810	136.50	10.34	10.26	10.31	10.27	214.96		157.48
10	11/08/2019	18/08/2019	7	VIDRIO 6 %	19160	136.50	10.35	10.35	10.36	10.35	227.67		166.79
1	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18590	136.50	10.39	10.38	10.47	10.41	218.35	224.57	159.96
2	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	19230	136.50	10.42	10.43	10.42	10.43	225.26		165.02
3	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18300	136.50	10.39	10.41	10.27	10.34	217.93		159.66
4	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18370	136.50	10.39	10.26	10.33	10.32	219.41		160.74
5	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18830	136.50	10.37	10.39	10.36	10.37	222.95		163.33
6	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18430	136.50	10.26	10.36	10.25	10.29	221.72		162.43
7	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18820	136.50	10.41	10.25	10.32	10.32	224.80		164.69
8	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	18920	136.50	10.27	10.30	10.31	10.29	227.55		166.71
9	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	19240	136.50	10.42	10.28	10.50	10.40	232.39		170.25
10	12/08/2019	19/08/2019	7	VIDRIO 8 %	19660	136.50	10.24	10.43	10.26	10.31	235.37		172.43



*Juan*  
JUAN ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 173245



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
NTP 339.034 (MTC E 704)

PROYECTO: Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
UBICACION: Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
CANTERA: Distribuidora Jassito y Distribuidora Santa Rosa  
RESPONSABLE: Grupo de trabajo  
FECHA: Agosto 2019

NÚMERO DE PROBETA	Fecha de Elaboración	Fecha de Ruptura	Edad (días)	Identificación	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia 90 % Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Fc
1	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19690	189.00	10.26	10.29	10.24	10.26	237.97	233.28	125.91
2	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19530	189.00	10.29	10.37	10.39	10.35	232.10		122.80
3	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	20150	189.00	10.27	10.31	10.30	10.29	242.24		128.17
4	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19570	189.00	10.41	10.35	10.33	10.36	232.04		122.77
5	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19790	189.00	10.32	10.42	10.44	10.39	233.28		123.43
6	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	18720	189.00	10.38	10.51	10.37	10.42	219.52		116.15
7	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19040	189.00	10.24	10.34	10.31	10.29	228.77		121.04
8	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19650	189.00	10.28	10.30	10.30	10.29	236.21		124.98
9	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	20440	189.00	10.40	10.31	10.30	10.33	243.73		128.96
10	09/08/2019	23/08/2019	14	VIDRIO 0.5%	19120	189.00	10.25	10.42	10.44	10.37	226.96		120.08
1	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20450	189.00	10.39	10.38	10.33	10.36	242.38	245.68	128.24
2	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20810	189.00	10.32	10.34	10.28	10.28	250.66		132.62
3	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20770	189.00	10.35	10.31	10.38	10.35	246.96		130.67
4	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20950	189.00	10.36	10.41	10.32	10.36	248.35		131.40
5	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	21090	189.00	10.39	10.35	10.35	10.36	250.14		132.35
6	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20800	189.00	10.24	10.35	10.26	10.28	250.51		132.54
7	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	20080	189.00	10.47	10.43	10.48	10.46	233.66		123.63
8	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	21090	189.00	10.33	10.33	10.22	10.30	253.36		134.05
9	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	19790	189.00	10.43	10.41	10.44	10.42	231.88		122.69
10	10/08/2019	24/08/2019	14	VIDRIO 4.5%	21140	189.00	10.36	10.43	10.41	10.40	248.92		131.70
1	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	22140	189.00	10.34	10.37	10.36	10.36	262.83	253.94	139.06
2	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	21400	189.00	10.36	10.38	10.40	10.38	252.82		133.77
3	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	22530	189.00	10.38	10.43	10.31	10.37	266.94		141.24
4	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	22640	189.00	10.47	10.35	10.46	10.43	265.10		140.27
5	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	19930	189.00	10.18	10.26	10.17	10.20	243.73		128.96
6	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	20410	189.00	10.31	10.36	10.31	10.33	243.62		128.90
7	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	21670	189.00	10.32	10.37	10.36	10.35	257.53		136.26
8	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	20230	189.00	10.38	10.31	10.34	10.34	240.88		127.45
9	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	20770	189.00	10.29	10.22	10.32	10.28	250.31		132.44
10	11/08/2019	25/08/2019	14	VIDRIO 6.5%	21420	189.00	10.37	10.28	10.35	10.33	255.63		135.55
1	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	21910	189.00	10.34	10.32	10.35	10.34	261.16	263.49	138.18
2	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22470	189.00	10.37	10.32	10.37	10.35	267.02		141.28
3	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22060	189.00	10.33	10.32	10.39	10.35	262.35		138.81
4	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22570	189.00	10.36	10.37	10.34	10.36	267.92		141.76
5	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22070	189.00	10.38	10.37	10.35	10.37	261.49		138.36
6	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	21790	189.00	10.36	10.30	10.34	10.33	259.96		137.55
7	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22100	189.00	10.27	10.36	10.35	10.33	263.75		139.55
8	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	21530	189.00	10.32	10.34	10.32	10.33	257.06		136.01
9	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	22910	189.00	10.32	10.34	10.32	10.33	273.62		144.77
10	12/08/2019	26/08/2019	14	VIDRIO 8.5%	21920	189.00	10.34	10.33	10.38	10.35	260.54		137.85



*Jaén*  
WILFRIDO ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 173243





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL  
FORMATO DE ENSAYO DE LOS MATERIALES



MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO  
NTP 339.034 (MTC E 794)

PROYECTO: Análisis de la Resistencia del Concreto con Adición de Vidrio Pulverizado  
UBICACIÓN: Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca  
RESPONSABLE: Grupo de trabajo  
FECHA: Setiembre 2019

NÚMERO DE PROBETA	Fecha de Elaboración	Fecha de Raptura	Edad (días)	Identificación	Carga de Raptura (kg)	Resistencia 100 % Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Resistencia Máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Fc
1	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	22350	210.00	10.33	10.34	10.34	10.34	266.33	259.18	126.83
2	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	21550	210.00	10.37	10.39	10.37	10.38	254.84		121.35
3	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	20650	210.00	10.29	10.31	10.37	10.32	246.70		117.47
4	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	21710	210.00	10.33	10.28	10.33	10.31	259.98		123.80
5	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	20640	210.00	10.31	10.28	10.21	10.27	249.40		118.76
6	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	21790	210.00	10.29	10.33	10.40	10.34	259.48		123.56
7	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	21750	210.00	10.38	10.34	10.27	10.33	259.48		123.56
8	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	21760	210.00	10.30	10.42	10.33	10.35	258.62		123.15
9	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	22560	210.00	10.40	10.48	10.35	10.31	270.25		128.69
10	09/08/2019	06/09/2019	28	VIDRIO 0 %	22350	210.00	10.46	10.28	10.25	10.33	266.68		126.99
1	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22100	210.00	10.28	10.28	10.19	10.19	271.17	275.01	129.13
2	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	23570	210.00	10.16	10.26	10.17	10.20	288.58		137.42
3	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22290	210.00	10.26	10.26	10.24	10.26	269.87		128.51
4	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22190	210.00	10.31	10.28	10.38	10.32	265.09		126.23
5	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	23570	210.00	10.38	10.24	10.24	10.29	283.46		134.98
6	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	24100	210.00	10.28	10.28	10.28	10.28	290.57		138.37
7	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22540	210.00	10.32	10.21	10.28	10.27	268.61		127.91
8	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22290	210.00	10.21	10.39	10.30	10.30	267.50		127.38
9	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	22170	210.00	10.25	10.37	10.34	10.32	264.97		126.18
10	10/08/2019	07/09/2019	28	VIDRIO 4 %	23560	210.00	10.39	10.32	10.33	10.35	280.26		133.46
1	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	23850	210.00	10.30	10.27	10.14	10.24	289.79	287.87	137.99
2	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	22710	210.00	10.11	10.14	10.14	10.14	281.24		133.92
3	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	23650	210.00	10.28	10.28	10.22	10.26	286.00		136.19
4	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	24390	210.00	10.24	10.29	10.29	10.27	294.24		140.11
5	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	22560	210.00	10.10	10.11	10.20	10.14	279.53		133.11
6	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	22950	210.00	10.17	10.13	10.14	10.15	283.82		135.15
7	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	22730	210.00	10.21	10.11	10.15	10.15	280.77		133.70
8	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	24440	210.00	10.26	10.23	10.15	10.21	298.49		142.14
9	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	24320	210.00	10.27	10.16	10.29	10.24	295.09		140.52
10	11/08/2019	08/09/2019	28	VIDRIO 6 %	23500	210.00	10.19	10.11	10.19	10.16	289.73		137.97
1	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	24890	210.00	10.28	10.30	10.38	10.32	297.43	304.39	141.63
2	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25710	210.00	10.28	10.32	10.26	10.29	309.36		147.31
3	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25760	210.00	10.36	10.39	10.41	10.39	304.06		144.79
4	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	26420	210.00	10.26	10.35	10.33	10.31	316.44		150.69
5	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25500	210.00	10.32	10.35	10.35	10.34	303.73		144.63
6	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25250	210.00	10.25	10.31	10.32	10.29	303.53		144.54
7	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25650	210.00	10.37	10.35	10.39	10.37	303.93		144.73
8	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25540	210.00	10.34	10.31	10.32	10.32	305.39		145.42
9	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25150	210.00	10.35	10.29	10.36	10.33	299.83		142.78
10	12/08/2019	09/09/2019	28	VIDRIO 8 %	25160	210.00	10.39	10.29	10.31	10.33	300.23		142.96



*Jan*  
WILMER ROJAS PINTADO  
INGENIERO CIVIL  
N.º CIP 173249