UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES :

Bach. Marisol Díaz Vargas

Bach. Josmar Harold Fernández Pérez

ASESOR : Mg. Ing. Wilmer Rojas Pintado

COASESOR : Ing. MS.c. Wagner Colmenares Mayanga

JAEN – PERÚ, AGOSTO, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

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

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 02 de AGOSTO del año 2019, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO

Secretario: MSC. MARCO ANTONIO MARTÍNEZ SERRANO

Vocal: MG. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA, para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación

(X) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO",

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller MARISOL DÍAZ VARGAS Y JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PEREZ

de la Carrera Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

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

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

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 2
2.1. General. 2
2.2. Específicos. 2
III. MATERIAL Y MÉTODOS 3
3.1. Diseño de investigación. 4
3.2. Instrumentos de recolección de datos. 4
3.3. Desarrollo de la investigación. 5
3.3.1. Canteras de adquisición de agregados. 6
3.3.1.1. Agregado fino. 6
3.3.1.2. Agregado grueso. 6
3.3.2. Ceniza de cascarilla de café (CCC). 7
3.3.2.1. Extracción. 7
3.3.2.2. Características. 8
3.3.2.3. Proceso de purificación. 8
3.3.2.4. Ensayo de peso específico y absorción de la ceniza de cascarilla de café. 9
3.3.3. Ensayo químico en ceniza de cáscara de café OIKOSLAB N°1604-2019. 10
3.3.3.1. Medición del potencial de iones hidrógeno (ph). 10
3.3.3.2. Determinación del porcentaje de óxido de silicio y silicio. 10
3.3.3.3. Determinación del porcentaje de óxido de calcio. 11
3.3.3.4. Determinación de carbonato de sodio por neutralización ácida. 12
3.3.4. Determinación de las características físicas de los agregados (ensayos estandarizados). 14
3.3.4.1. Agregado fino. 14
3.3.4.2. Agregado grueso. 24
3.3.5. Selección del cemento y agua. 32
3.3.5.1. Cemento portland tipo I. 32
3.3.5.2. Agua para elaboración de concreto y curado de testigos 33
3.3.6. Diseño de mezclas. 33
3.3.6.1. Diseño de mezcla patrón. 33
3.3.6.2. Corrección del diseño de mezcla adicionando el 1 % de ceniza de cascarilla de café. 43

3.3.6.3. Corrección del diseño de mezcla adicionando el 2%, 4% y 8% de ceniza de cascarilla de café. 46
3.3.7. Elaboración de concreto (NTP 339.183). 46
3.3.7.1. Materiales. 46
3.3.7.2. Equipos. 47
3.3.7.3. Metodología. 47
3.3.8. Ensayos en concreto fresco. 47
3.3.8.1. Asentamiento del concreto -slump (NTP 339.035). 48
3.3.8.2. Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046). 49
3.3.8.3. Contenido de aire en el concreto fresco método de presión (NTP 339.083). 50
3.3.8.4. Temperatura del concreto (NTP 339.184). 51
3.3.9. Fabricación de especímenes-testigos (NTP339.033). 52
3.3.9.1. Equipos. 52
3.3.9.2. Metodología. 52
3.3.10. Curado de especímenes-testigos (NTP339.033). 54
3.3.11. Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto (NTP339.034). 54
3.3.12. Peso unitario de testigos de concreto. 56
IV. RESULTADOS. 57
4.1. Resultados de los ensayos físicos en la ceniza de cáscara de café. 57
4.2. Resultados de los ensayos químicos en la ceniza de cáscara de café. 57
4.3. Características físicas de los agregados. 60
4.3.1. Granulometría. 60
4.3.2. Contenido de humedad. 63
4.3.3. Peso específico y absorción. 63
4.3.4. Peso unitario. 65
4.4. Resultados del diseño de mezcla. 67
4.5. Resultados de ensayos en concreto fresco. 68
4.6. Resultados de ensayos en concreto endurecido. 72
4.6.1. Resistencia a la compresión. 72
4.6.2. Peso unitario del concreto endurecido 77
V. DISCUSIÓN 79
5.1. Análisis estadístico. 84
5.1.1. Resultados analizados en concreto fresco 84

5.1.2. Resultados analizados en concreto endurecido 87
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 93
6.1. Conclusiones 93
6.2. Recomendaciones. 94
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Límites de granulometría. 15
Tabla 2.Requisitos granulométricos del agregado grueso. 26
Tabla 3.Características químicas del cemento portland tipo I 32
Tabla 4.Propiedades físicas del cemento portland tipo I 32
Tabla 5.Requisitos para el agua de mezcla y curado. 33
Tabla 6. Descripción de los materiales para el diseño de muestra patrón. 34
Tabla 7.Tipos de asentamientos. 35
Tabla 8. Volumen unitario de agua. 35
Tabla 9. Contenido de aire atrapado. 36
Tabla 10. Relación Agua/Cemento por Resistencia. 37
Tabla 11. Rangos granulométricos recomendados. 39
Tabla 12. Módulo de finura de combinación de agregados. 40
Tabla 13. Resumen de cantidad de materiales secos. 41
Tabla 14. Resumen de cantidad de materiales corregidos por humedad. 42
Tabla 15. Descripción de los materiales para diseño de mezcla adicionando el 1% de CCC. 43
Tabla 16. Resumen de cantidad de materiales secos con 1% de CCC. 45
Tabla 17. Resumen de cantidad de materiales corregidos por humedad con 1% de CCC. 46
Tabla 18. Contenido de humedad de los agregados para mezclas al 2, 4 y 8 % de adición. 46
Tabla 19. Características físicas de la CCC. 57
Tabla 20. Ph de la CCC. 57
Tabla 21. Porcentaje de SiO_2 y Si en la CCC. 58
Tabla 22. Porcentaje de óxido de calcio (CaO). 58

Tabla 23. Porcentaje de carbonato de calcio. 58
Tabla 24.Resumen de los ensayos químicos realizados a la CCC..... 59
Tabla 25. Análisis granulométrico del agregado fino..... 60
Tabla 26. Análisis granulométrico del agregado grueso. 61
Tabla 27. Contenido de humedad del agregado fino 63
Tabla 28. Contenido de humedad del agregado grueso..... 63
Tabla 29. Peso específico y absorción del agregado fino..... 64
Tabla 30. Peso específico y absorción del agregado grueso..... 64
Tabla 31. Peso unitario seco y compactado del agregado fino..... 65
Tabla 32.Peso unitario seco y compactado del agregado grueso. 65
Tabla 33. Peso unitario suelto del agregado fino. 66
Tabla 34. Resultados de peso unitario suelto del agregado grueso. 66
Tabla 35. Materiales de diseño secos adicionando diferentes porcentajes de CCC. 67
Tabla 36. Materiales de diseño corregidos por humedad adicionando diferentes porcentajes de CCC. 67
Tabla 37. Resultados obtenidos de la mezcla patrón..... 68
Tabla 38. Resultados obtenidos de la mezcla con 1% de CCC. 68
Tabla 39. Resultados obtenidos de la mezcla con 2% de CCC. 69
Tabla 40. Resultados obtenidos de la mezcla con 4% de CCC. 69
Tabla 41. Resultados obtenidos de la mezcla con 8% de CCC. 69
Tabla 42. Resumen de los ensayos realizados en concreto fresco..... 70
Tabla 43. Resistencia a compresión de los especímenes a los 7 días..... 73
Tabla 44. Resistencia a compresión de los especímenes a los 14 días..... 74
Tabla 45. Resistencia a compresión de los especímenes a los 28 días..... 75
Tabla 46. Resistencia a compresión promedio (Kg/cm^2) del concreto endurecido..... 76
Tabla 47. Peso unitario de concreto endurecido..... 77
Tabla 48. Variación del asentamiento slump respecto a los porcentajes de CCC..... 80
Tabla 49. Comparación de investigaciones. 83
Tabla 57. Resistencia a compresión promedio. 92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de la investigación. 5
Figura 2. Ubicación de la cantera Josecito. 6
Figura 3. Ubicación de la cantera arenera Jaén. 7
Figura 4. Visita a ladrillera GREQ. 7
Figura 5. Recolección y auto – combustión de la CCC. 8
Figura 6. Tamizado de ceniza y selección de partículas pasantes de la malla N° 100 9
Figura 7. Cuarteo del agregado fino 14
Figura 8. Tamizado mecánico de arena gruesa y peso de cada retenido parcial. 16
Figura 9. Lavado del material por la malla N° 200. 17
Figura 10. Muestra de agregado fino para encontrar el contenido de humedad. 19
Figura 11. Peso específico y absorción del agregado fino. 21
Figura 12. Peso unitario compactado del agregado fino. 22
Figura 13. Peso unitario suelto del agregado fino. 23
Figura 14. Cuarteo del agregado grueso. 24
Figura 15. Tamizado mecánico del agregado grueso y peso de cada retenido parcial. 27
Figura 16. Muestra de agregado grueso para encontrar el contenido de humedad 28
Figura 17. Peso específico y absorción del agregado grueso. 29
Figura 18. Ensayo de peso unitario compactado agregado grueso. 30
Figura 19. Ensayo de peso unitario suelto agregado grueso. 31
Figura 20. Combinación de los agregados. 41
Figura 21. Elaboración de concreto patrón y concretos con adición de (CCC). 47
Figura 22. Asentamiento usando el cono de Abrams. 48
Figura 23. Peso unitario del concreto fresco. 49
Figura 24. Determinación del aire atrapado en el concreto. 51
Figura 25. Temperatura del concreto. 51
Figura 26. Fabricación de especímenes de concreto. 53
Figura 27. Curado de probetas 54
Figura28. Ensayo de esfuerzo a compresión. 55
Figura 29. Curva granulométrica del agregado fino 62
Figura 30. Curva granulométrica del agregado grueso 62
Figura 31. Variación de slump 70
Figura 32. Variación de temperatura. 71

Figura 33. Variación del contenido de aire. 71
Figura 34. Variación del peso unitario. 72
Figura 35. Resistencia a compresión de los especímenes a los 7 días. 73
Figura 36. Resistencia a compresión de los especímenes a los 14 días. 74
Figura 37. Resistencia a compresión de los especímenes a los 28 días. 75
Figura 38. Resistencia a compresión promedio de los especímenes de concreto..... 76
Figura 39. Peso unitario de concreto endurecido. 78
Figura 47. Resistencia a compresión media de las edades del concreto..... 92

RESUMEN

Se utilizó ceniza de cascarilla de café (CCC) como adición en la elaboración del concreto, teniendo como objetivo determinar su influencia en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto. Se obtuvo la caracterización físico-química de la CCC y las características físicas de los agregados (arena y piedra chancada) a través de ensayos normalizados, permitiendo obtener un diseño de mezcla patrón f´c = 280 Kg/cm^2, a partir del cual se realizó la corrección por incorporación de CCC en 1%, 2%, 4% y 8% en relación al peso del cemento. Se elaboró concreto y se hicieron ensayos en concreto fresco y endurecido, teniendo como resultados que el slump y peso unitario disminuyen a medida que aumenta la adición de CCC; la temperatura y contenido de aire se incrementan a mayor porcentaje de CCC. La resistencia a compresión del concreto se incrementa respecto a la muestra patrón al adicionar 1% y 2% de CCC.

Palabras clave: concreto, slump, resistencia a compresión, ceniza de cascarilla de café.

ABSTRACT

Coffee husk ash (CCC) was used as an additive in the preparation of concrete, with the objective of determining its influence on the workability and resistance to compression. The physical-chemical characterization of the CCC and the physical characteristics of the aggregates (sand and shard) were obtained through standardized tests, allowing to obtain a standard mix pattern f´c = 280 Kg / cm2 and from which, corrections were made through incorporation of CCC in 1%, 2%, 4% and 8% in relation to the weight of the cement. Concrete was developed and tested in fresh and hardened, resulting in slump and unit-weight decrease to as the CCC addition increases. The temperature and air content increases to a higher percentage of CCC as the resistance to compression increases with respect to the standard sample by adding 1% and 2% of CCC.

Keywords: concrete, slump, compressive strength, coffee husk ash (CCC).

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de cemento ha incrementado (FICEM, 2018), debido a que es utilizado como material para la elaboración de concreto en diversas obras de ingeniería; para poder usar el concreto como material de construcción, debe tener trabajabilidad en estado fresco y resistencia a compresión en estado endurecido lo que genera un interés de proponer nuevas alternativas que permitan mejorar dichas propiedades.

Se ha realizado investigaciones como la de (Camacho Hoyos & Guerrero González, 2017) en Bogotá Colombia sobre "obtención de sílice a partir de bagazo de cebada para la aplicación en concreto convencional" y la investigación realizada por (Huaroc Palacios, 2017) que evaluó cuál es el óptimo porcentaje de adición de micro sílice obtenida a partir de la ceniza de cascarilla de arroz aplicado en el concreto en estado fresco y endurecido. Obteniendo mejora de las propiedades de trabajabilidad y resistencia a compresión.

Es por ello que surge la posibilidad de utilizar la ceniza de cascarilla de café como adición en la dosificación del concreto, pues se estima que ésta contiene calcio y silicato, sustancias capaces de mejorar las propiedades de trabajabilidad y resistencia a compresión (Rodriguez Soberón, 2017).

Esta ceniza lo podemos encontrar en gran cantidad y como material de desecho en la ladrillera GREQ en la provincia de Jaén; ya que ésta utiliza la cascarilla de café como combustible para la calcinación de ladrillos.

El desarrollo experimental comprendió un diseño y elaboración de mezclas para un concreto f´c = 280 Kg/cm2, y a partir de este se varió los porcentajes de adición de CCC en 1%, 2%, 4% y 8% en relación al peso del cemento, los mismos que fueron ensayados y analizados tanto en estado fresco y endurecido; verificando, a través del procesamiento de los datos obtenidos, si se producen diferencias significativas.

II. OBJETIVOS

2.1. General.

Determinar la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café (CCC) en el concreto f´c = 280 Kg/cm^2 para mejorar las propiedades de trabajabilidad y resistencia a compresión.

2.2. Específicos.

Realizar el estudio de los agregados (arena y piedra chancada) para determinar sus características físicas: contenido de humedad, granulometría, peso específico, absorción, peso unitario y módulo de fineza.

Diseñar una mezcla patrón para f´c = 280 Kg/cm^2 y a partir de ésta variar el porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de café (CCC) en 1%, 2%, 4% y 8% en relación al peso del cemento.

Elaborar concreto en base a la dosificación determinada y realizar ensayos en estado fresco como slump, contenido de aire, peso unitario y temperatura.

Realizar ensayos en concreto endurecido de resistencia a compresión y peso unitario.

Analizar cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de café (CCC) adicionada al concreto que presenta mejor trabajabilidad y resistencia a compresión.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

Materiales:

Agregados (arena gruesa y piedra chancada), ceniza de la cascarilla de café (CCC), cemento y agua potable.

Métodos:

Estudio químico de la ceniza de cascarilla de café, determinación de las características físicas de los agregados (ensayos estandarizados); luego proceder al diseño de la mezcla patrón, hacer la corrección de la mezcla patrón por adición de CCC en cantidades de 1%, 2%, 4% y 8% del peso de cemento, elaborar concreto fresco realizando ensayos de slump, peso unitario, contenido de aire, temperatura y fabricación de los especímenes de concreto (testigos), curado de los especímenes elaborados y prueba de los especímenes a compresión a los 7, 14 y 28 días; en cada ítem se describen tanto los materiales, equipo y metodología (método de experimentación y procedimiento); obtener los datos necesarios para el procesamiento de resultados.

Variables

Variable Dependiente X

X1: Resistencia a la compresión

X2: Trabajabilidad

Variable Independiente Y

Y1: ceniza de cascarilla de café (CCC)

3.1. Diseño de investigación.

Es una investigación cuantitativa, experimental, comparativa y aplicada.

3.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para hacer la recolección de datos se utilizaron formatos de acuerdo al tipo de ensayo a realizar y siguiendo los procedimientos de norma correspondiente.

Extracción de muestras: (NTP 400.010 AGREGADOS). Extracción y preparación de las muestras.

Análisis Granulométrico: (NTP 400.012 AGREGADOS). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Peso Específico y Porcentaje de Absorción: (NTP 400.022 AGREGADOS). Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Peso Unitario Suelto y Varillado: (NTP 400.017 AGREGADOS). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

Contenido de humedad: (NTP 339.185 AGREGADOS). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Peso Específico y Porcentaje de Absorción: (NTP 400.021 AGREGADOS). Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Asentamiento del concreto (Slump): (NTP 339.035). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

Contenido de aire en el concreto fresco método de presión :(NTP 339.083)

Peso unitario y rendimiento: (NTP 339.046)

Temperatura del concreto: (NTP 339.184)

Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto: (NTP 339.034). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

3.3. Desarrollo de la investigación.

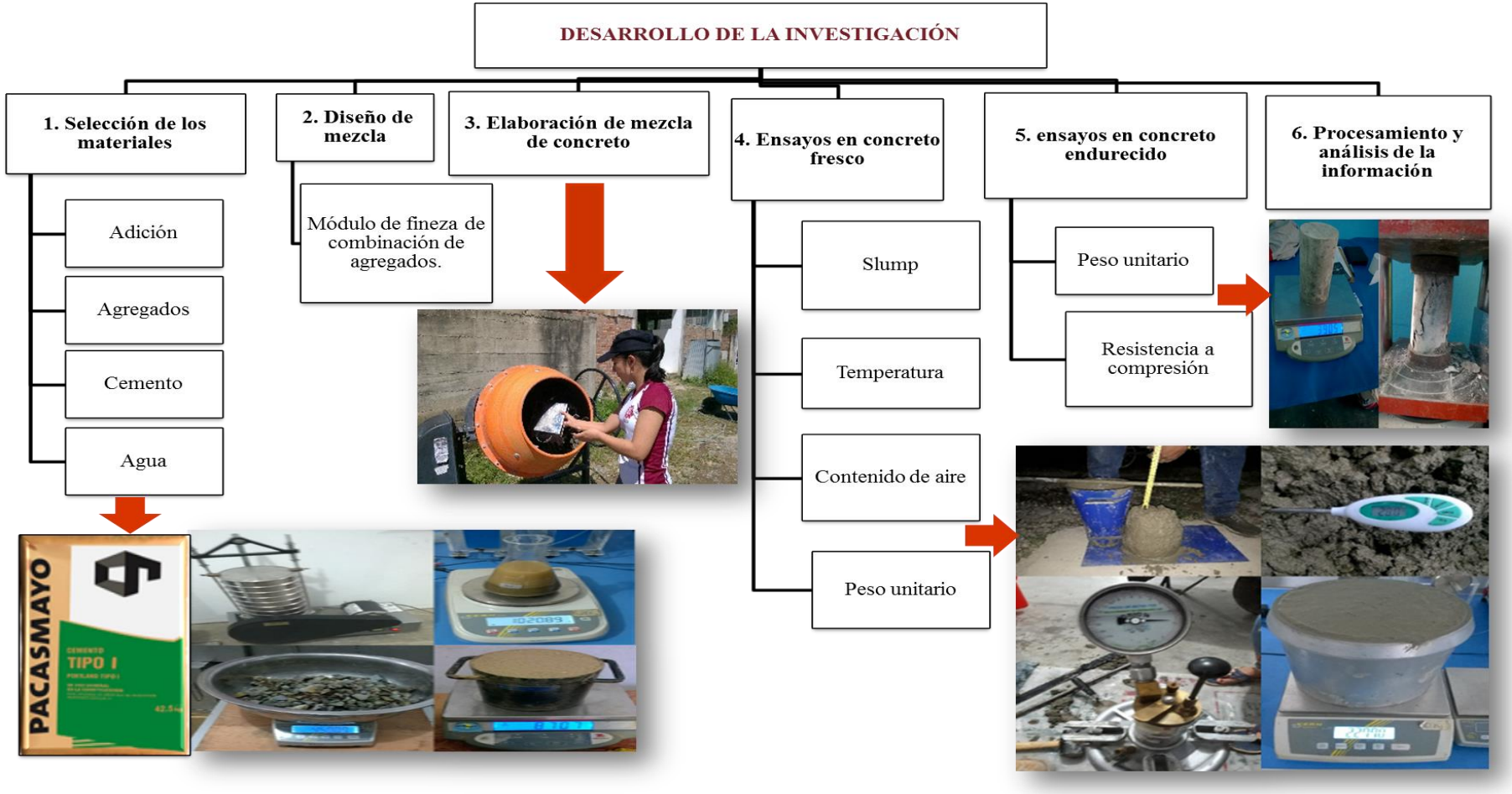


Figura 1. Desarrollo de la investigación.

3.3.1. Canteras de adquisición de agregados.

3.3.1.1. Agregado fino.

A. Elección de la cantera.

Teniendo consideración de las normas técnicas peruanas; los materiales a usar para la elaboración de concreto en este caso de especímenes (testigos); los agregados que se utilizarán en este trabajo serán de origen fluvial, tanto el agregado fino (arena gruesa) como el agregado grueso (piedra chancada).

B. Ubicación.

Está ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia Jaén, Distrito de Jaén; con coordenadas UTM este: 752157, norte: 9359427, una altitud promedio de 435 m.s.n.m y una distancia aproximada de 34 km desde la ciudad de Jaén.

Figura 2. Ubicación de la cantera Josecito.

3.3.1.2. Agregado grueso.

A. Ubicación.

Está ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia Jaén, Distrito de Jaén; con coordenadas UTM este: 749584, norte: 9374627, una altitud promedio de 540 m.s.n.m y una distancia aproximada de 10 km desde la ciudad de Jaén.

Figura 3. Ubicación de la cantera arenera Jaén.

3.3.2. Ceniza de cascarilla de café (CCC).

3.3.2.1. Extracción.

Se extrajo de la ladrillera GREQ que está ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia Jaén, Distrito de Jaén; con coordenadas UTM este: 749802, norte: 9375314, una altitud promedio de 573 m.s.n.m y una distancia aproximada de 10.7 km desde la ciudad de Jaén.

Figura 4. Visita a ladrillera GREQ.

3.3.2.2. Características.

Es un desecho agroindustrial de la ladrillera GREQ que utiliza la cascarilla de café como combustible para la incineración de ladrillos a temperaturas controladas.

El residuo de la combustión de la cascarilla de café fue obtenido de la ladrillera GREQ, en esta industria ladrillera se calcina la cascarilla de café a una temperatura aproximada de 900 °C, luego se recolectó en un cilindro metálico para continuar con la auto-combustión en un lugar ventilado y bajo techo.

Figura 5. Recolección y auto – combustión de la CCC.

3.3.2.3. Proceso de purificación.

Una vez obtenido el residuo de la combustión de la cascarilla de café del horno de calcinación de ladrillos de la ladrillera GREQ, se deposita en un recipiente metálico para continuar su auto-combustión hasta llegar a la condición de ceniza; luego del enfriado se realiza el tamizado utilizando las mallas N° 50, N° 80, N° 100 y N° 200 con la finalidad de separar partículas gruesas y carbón.

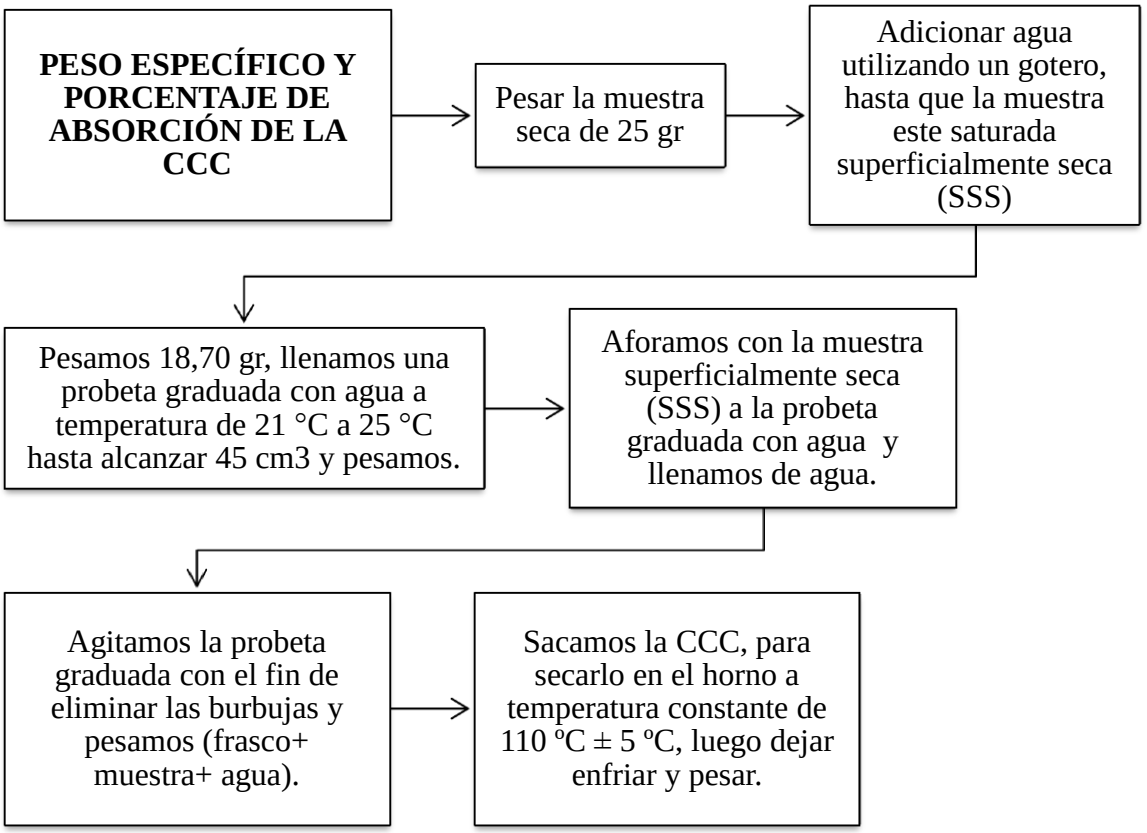
Posteriormente para esta investigación se seleccionó la ceniza pasante de la malla N° 100 por tener un color crema y no presentar partículas de color negro.

De esta ceniza se realizaron ensayos químicos en el laboratorio “OIKOSLAB SAC.” propiedad del Ingeniero Químico Ing. Jorge A. Delgado Soto, ubicado en pasaje San Pedro 113- Morro Solar - Jaén.

Figura 6. Tamizado de ceniza y selección de partículas pasantes de la malla N° 100

3.3.2.4. Ensayo de peso específico y absorción de la ceniza de cascarilla de café.

Procedimiento:



Las ecuaciones para el cálculo del peso específico:

Peso específico seco al horno = $\frac{A}{(B+S-C)}$

La ecuación para el cálculo del porcentaje de absorción:

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

Dónde:

A = masa de la muestra seca al horno (gr).

B = masa de la probeta llenado de agua hasta la marca de calibración (gr).

C = masa de la probeta lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr).

S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr).

3.3.3. Ensayo químico en ceniza de cáscara de café OIKOSLAB N°1604-2019.

3.3.3.1. Medición del potencial de iones hidrógeno (ph).

Referencia: MTCE 718

Se realiza una dilución de 10 gramos de suelo en 25 ml de agua destilada, Los resultados se obtienen a partir de las mediciones mostradas en el equipo pH metro. HANNA HI2550. Se realiza el protocolo de calibración del equipo con los Buffers HI 7004 (4.01), HI 7007 (7.01) y HI7010 (10.01).

3.3.3.2. Determinación del porcentaje de óxido de silicio y silicio.

Adaptación de la norma MTCE 602 (Gravimetría)

Preparación de la muestra

Se pesó en una luna de reloj una muestra aproximada de 0,4 y 0,5 gramos previamente triturada y pulverizada. Luego se pasó la muestra cuantitativamente a un vaso de precipitados de 100 ml, agregar lentamente y con mucho cuidado aproximadamente 20 ml de ácido clorhídrico (HCl) en relación 1:1; medidos con una probeta y evaporar lentamente hasta la sequedad.

Filtración

Al residuo seco se le adicionó entre 1 y 1,5 ml de HCl concentrado y luego 30 ml de agua destilada, se agitó y desprender todo el sólido del vaso, si es necesario adicionar más agua destilada, dejar en reposo 5 minutos y filtrar por gravedad con papel de filtro, con agua caliente hasta que en el filtrado no se obtenga presencia de cloruros, probar con nitrato de plata.

Calcinación

Se lavó y secó un crisol de porcelana, marcarlo y se colocó en la mufla a 900 °C durante media hora, luego se enfrió y se pesó.

Una vez finalizada la filtración se colocó el papel de filtro en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado), se calentó el crisol hasta carbonizar el papel.

Después de carbonizar el papel, se colocó el crisol y su contenido en la mufla y se calcinó a 900 °C durante una hora, esperar hasta que la temperatura baje hasta 200 °C, se sacó el crisol y se colocó en un desecador, se dejó enfriar y finalmente se pesó.

3.3.3.3. Determinación del porcentaje de óxido de calcio.

Adaptación de la norma MTCE 602 (Gravimetría)

Preparación de la muestra

Se tritura y pulveriza la muestra en un mortero. Se pesa en un vidrio de reloj una muestra comprendida entre 0,4 – 0,5 g y pasarla cuantitativamente a un vaso de precipitados de 50 ml.

Agregar lentamente y con mucho cuidado 20 ml de solución de HCl (1:3), con ayuda de una probeta. Calentar y agregar agua destilada y eliminar el hierro y el aluminio (que se precipitaría si no se elimina antes) agregando primero rojo de metilo (pH 6,2 - 6,9) y luego solución de amoníaco hasta cambio del indicador y filtrar por gravedad con papel de filtro, recogiendo el filtrado en un matraz aforado de 250 ml donde se ha colocado previamente 5 ml de ácido clorhídrico 1:3, lavar con agua caliente y completar a volumen con agua destilada.

Precipitación

Tomar una alícuota de 50 ml (medidos con un matraz aforado de 50 ml) del filtrado anterior y colocarla en un vaso de precipitados de 250 ml, calentar y agregar lentamente con la bureta 20 ml de oxalato de amonio al 5% p/v, si la solución tiene color rojo se agrega agitando continuamente amoníaco concentrado, gota a gota hasta que el color rojo cambie a amarillo (evitar el exceso para evitar la precipitación del magnesio). Dejar en reposo 30 minutos. Después comprobar que la precipitación ha sido completada agregando una gota de solución al 5% p/v de oxalato de amonio por las paredes del vaso, si se forma más precipitado se debe agregar más oxalato de amonio al 5% p/v.

Filtración

Filtrar por gravedad el precipitado formado en papel de filtro, lavar primero con agua destilada y luego con aprox. 30 ml con una solución de oxalato de amonio al 0,1% p/v para evitar la peptización, y despreciar el filtrado.

Calcinación

Mientras se va filtrando, lavar y secar un crisol de porcelana, luego marcarlo, colocarlo en la mufla a 1 000 °C durante media hora, dejarlo enfriar en un desecador y pesarlo. Una vez finalizada la filtración, sacar el papel de filtro del embudo, doblar los extremos para cubrir el precipitado y colocarlo en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado), calentar el crisol hasta carbonizar el papel, evitando formación de llama. Tener cerca la tapa del crisol por si fuera necesario su uso.

Después de carbonizar el papel de filtro, colocar el crisol en la mufla y calcinar a 900 °C durante una hora, esperar a que la temperatura baje hasta 200 °C, sacar el crisol y colocarlo en un desecador, dejarlo enfriar e inmediatamente pesarlo.

3.3.3.4. Determinación de carbonato de sodio por neutralización ácida.

Adaptación método de la Universidad Nacional Agraria La Molina Perú.

En el laboratorio se puede encontrar la cantidad de calcáreo total de la ceniza, en base a la cantidad de ácido clorhídrico utilizado (HCl). El CO_2 generado puede ser calculado en base a la cantidad de HCl gastado de acuerdo a la siguiente reacción:

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$

El exceso de HCl adicionado es titulado con NaOH, ajustando a la siguiente reacción:

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

Reactivos.

- Ácido clorhídrico 0,5 N: 42,50mL de ácido clorhídrico Q.P. al 37% y densidad 1,18 g/cm^3. Aforar a 1L.
- Hidróxido de sodio 0,5 N: 20 gramos de NaOH diluidos en agua destilada y aforados a 1L.
- Indicador: Es el resultado de mezclar 100 ml de Fenolftaleína: un gramo en 100 ml de etanol al 95%.
- 60 ml de rojo de metilo: 0,1g de rojo de metilo en 100 ml de alcohol.
- 40 ml de verde bromocresol: 0,04 gramos de verde bromocresol en 80 ml de agua y 5,7 ml de NaOH 0,01N (0,004 gramos de NaOH en 10 ml).

Procedimiento:

- En un Erlenmeyer de 250 ml colocar 1 g de suelo ó 1 ml de suelo si se va trabajar en volumen.
- Adicionar 25 ml de HCl 0,5 N. Agitar. Adicionar agua destilada (25 - 50 ml).
- Calentar en forma lenta hasta casi ebullición.
- Enfriar. Adicionar 0,5 ml del indicador.
- Titular con NaOH 0,5 N hasta el cambio de color.
- Llevar en forma paralela un blanco o testigo.

Cálculos

N = normalidad de NaOH

Vb = mI. de NaOH adicionado al blanco

Vg = mI. de NaOH adicionado a la muestra de suelo 1 me (miliequivalente) de $CaCO_3$ = 50 mg de $CaCO_3$

(Vb -Vg) N x 50 = mg. de $CaCO_3$ presente en un g de suelo o un ml de suelo

Ecuación:

$$\% \, CaCO_3 = 5 * N \; corregido \; (Vb - Vg)$$

3.3.4. Determinación de las características físicas de los agregados (ensayos estandarizados).

A. Extracción de muestras:(NTP 400.010)

La aplicación de la toma de muestras de los agregados de Cantera para la ejecución de ensayos de laboratorio, constituye una operación fundamental en el proceso de control de calidad para las elecciones de los materiales para la producción del concreto, pues de ello dependerá la representatividad para que los resultados reflejen las propiedades físicas y mecánicas del total del material de la cantera estudiada.

3.3.4.1. Agregado fino.

B. Reducción de muestras a tamaño de ensayo: (NTP 400.043)

Para poder reducir de forma adecuada el tamaño de la muestra en esta investigación se ha optado por el método de cuarteo con el cual obtenemos muestras representativas y homogéneas, seleccionando material de dos partes opuestas para elaborar los ensayos correspondientes.

Figura 7. Cuarteo del agregado fino

C. Análisis Granulométrico: (NTP 400.012).

El agregado fino (arena gruesa) fue una arena de origen pluvial, la cual se obtuvo de la "Cantera Josecito" ubicado en la carretera Jaén – Chamaya, Provincia de Jaén –región Cajamarca. Esta muestra fue ensayada para determinar si cumple con el Huso Granulométrico establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

Tabla 1.Límites de granulometría.

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO)
3/8"	9.5mm	100
N°4	4.75mm	95 a 100
N°8	2.36mm	80 a 100
N°16	1.18mm	50 a 85
N°30	600um	25 a 60
N°50	300um	10 a 30
N°100	150um	2 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

Procedimiento:

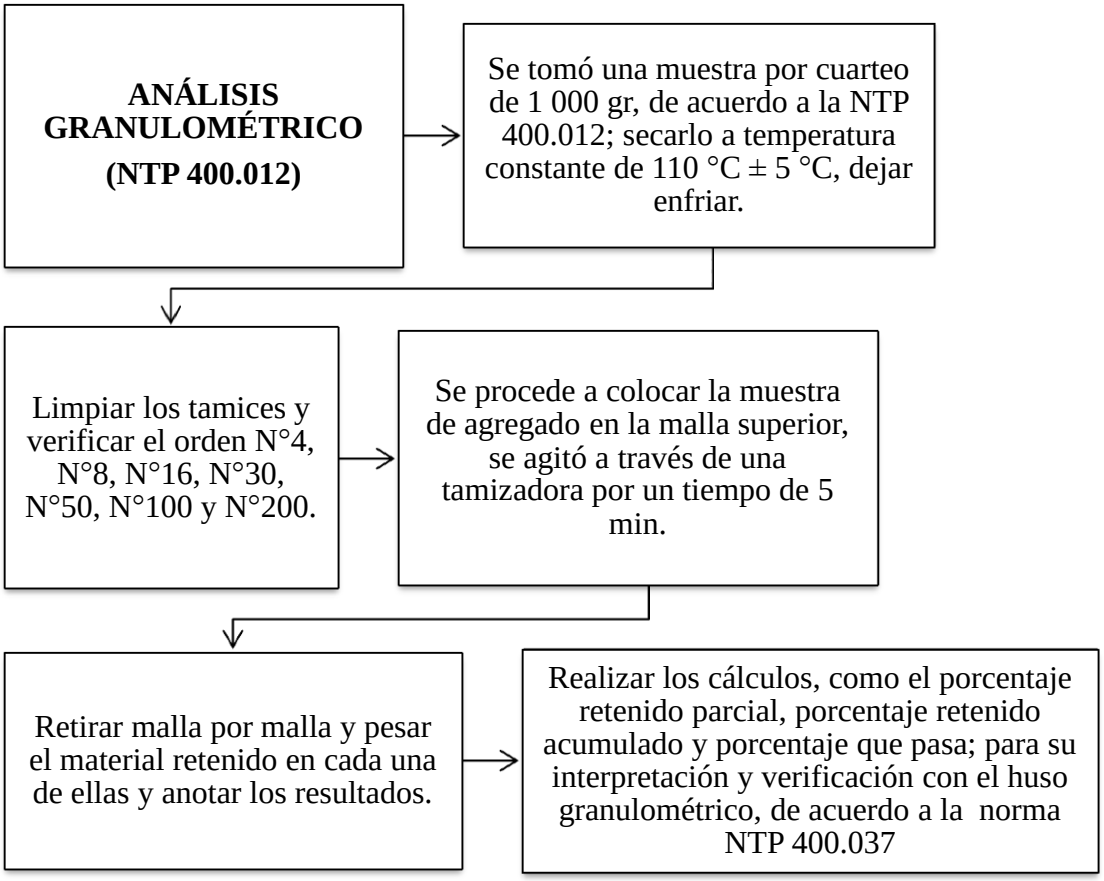


Figura 8. Tamizado mecánico de arena gruesa y peso de cada retenido parcial.

D. Material que pasa el tamiz N° 200 (75um): (NTP 339.132)

Procedimiento:

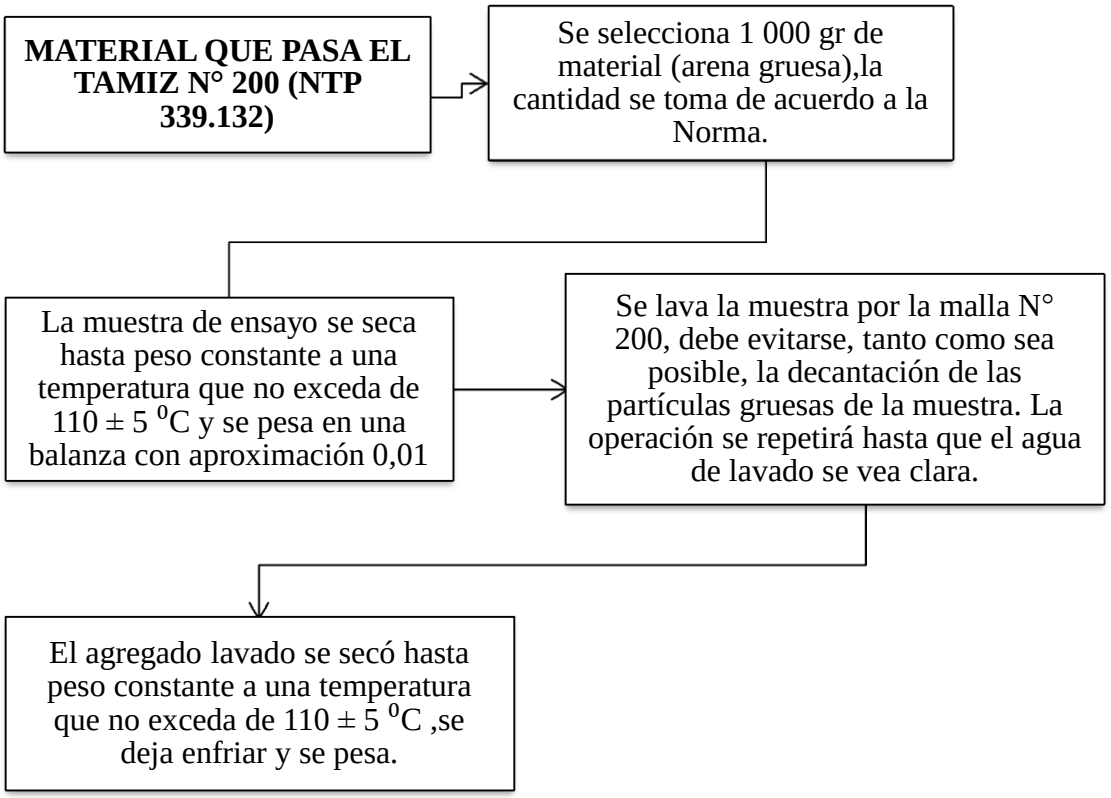


Figura 9. Lavado del material por la malla N° 200.

La fórmula para calcular el material que pasa es la siguiente:

$$P_f = \frac{p_0 - p_1}{p_0} * 100$$

Dónde:

Pf = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200(75um)

P0 = Peso de la muestra original seca al horno

P1 = Peso de la muestra seca después de lavado

E. Módulo de fineza :(NTP 400.011)

El módulo de fineza es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material en este caso la arena y la formula está dada por la siguiente ecuación:

$$MF_{Af} = \frac{\sum \%\ acumulados(N°4, \text{N°8}, \text{N°16}, \text{N°30}, \text{N°50}, \text{N°100 y N°200})}{100}$$

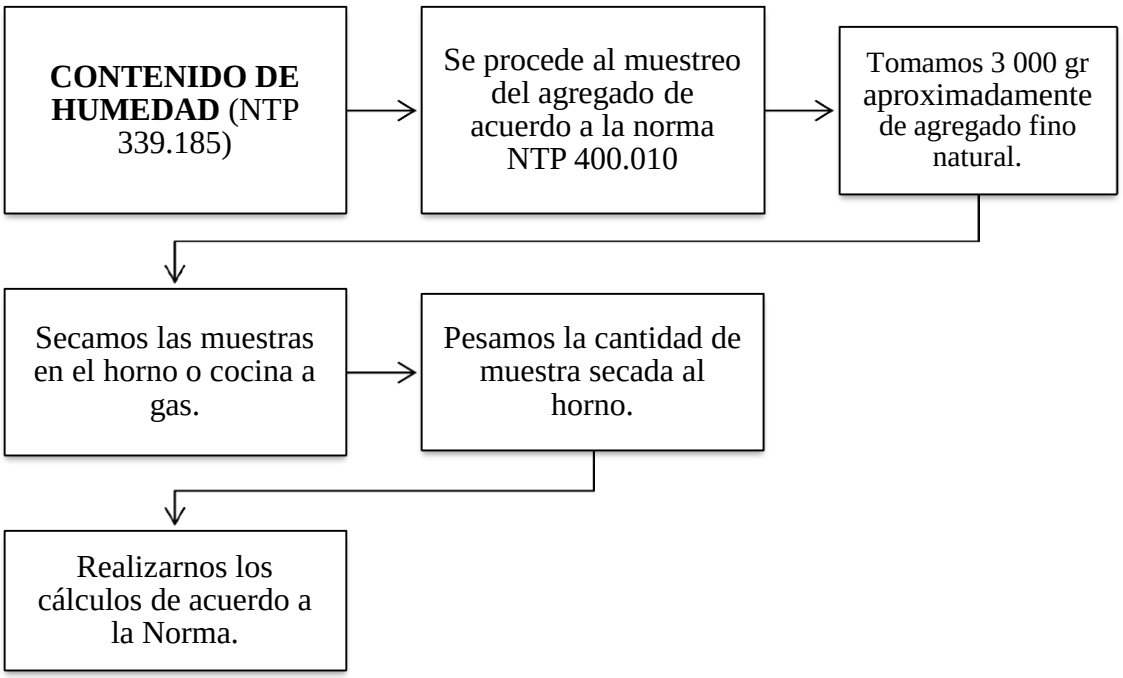
Dónde:

$\mathrm{MF_{Af}} =$ Módulo de fineza del agregado fino (arena gruesa).

F. Contenido de humedad: (NTP 339.185)

El contenido de humedad de un agregado varía constantemente de acuerdo al medio ambiente por eso para esta investigación se ha encontrado el contenido de humedad cada vez que se hizo la mezcla. Esto es importante para poder definir la cantidad de agua de mezcla y no alterar la relación agua-cemento.

Procedimiento:



$$CH_{Af} = \frac{100(Pw - Ps)}{Ps}$$

Dónde:

CH_{Af} = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra (%)

Pw = Peso Húmedo de la muestra original (gr)

Ps = Peso seco de la muestra (gr)

Figura 10. Muestra de agregado fino para encontrar el contenido de humedad.

G. Peso Específico y Porcentaje de Absorción: (NTP 400.022)

Para este ensayo se hizo tres pruebas para obtener el peso específico y porcentaje de absorción promedios.

Procedimiento:

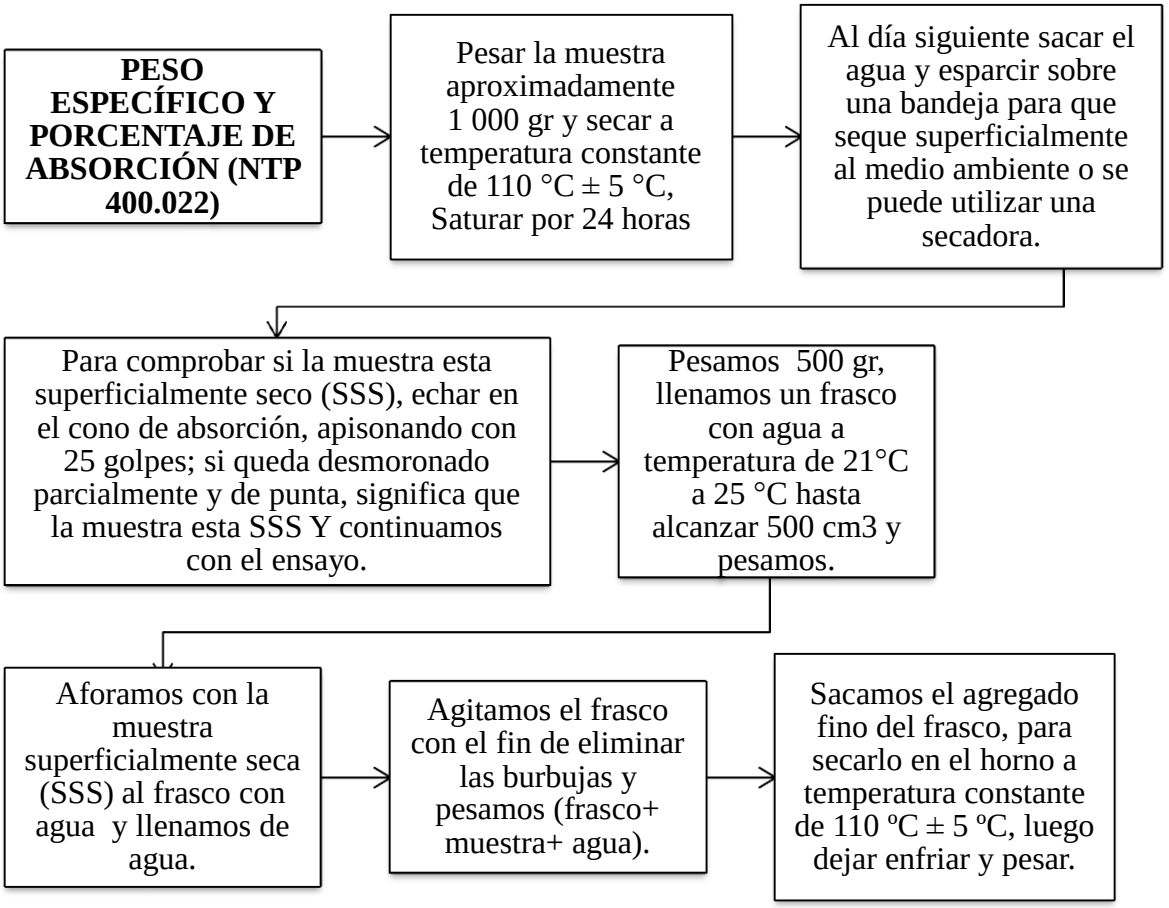


Figura 11. Peso específico y absorción del agregado fino.

Las ecuaciones para el cálculo del peso específico:

Peso específico seco al horno = $\frac{\mathrm{A}}{(\mathrm{B+S-C})}$

Peso específico saturado superficialmente seca (SSD) = $\frac{\mathrm{S}}{(\mathrm{B+S-C})}$

Peso específico aparente = $\frac{A}{(B+A-C)}$

La ecuación para el cálculo del porcentaje de absorción:

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

Dónde:

A = masa de la muestra seca al horno (gr).

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

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr).

S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr).

H. Peso Unitario Suelto y Compactado: (NTP 400.017)

Procedimiento para el ensayo de peso unitario compactado.

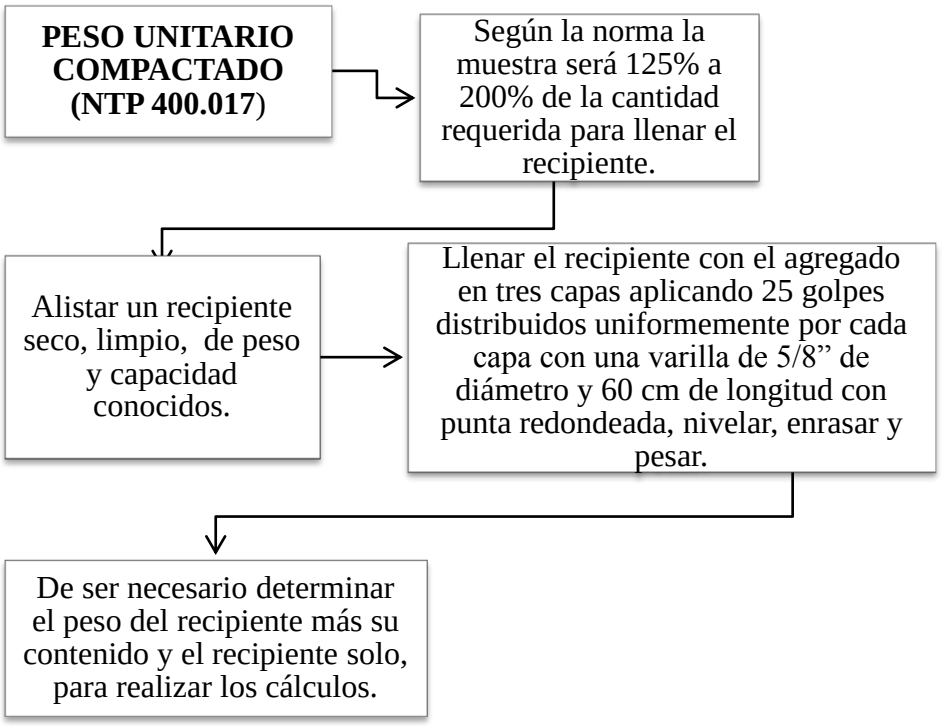


Figura 12. Peso unitario compactado del agregado fino.

En este caso también se ha realizado tres pruebas y se tomará el promedio como resultado final, la ecuación para encontrar el peso unitario compactado es la siguiente:

$$P.U.C = \frac{A-B}{V}$$

Dónde:

(P.U.C.) = Peso Unitario Compactado (Kg/m^3)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m^3)

Procedimiento para el ensayo de peso unitario suelto.

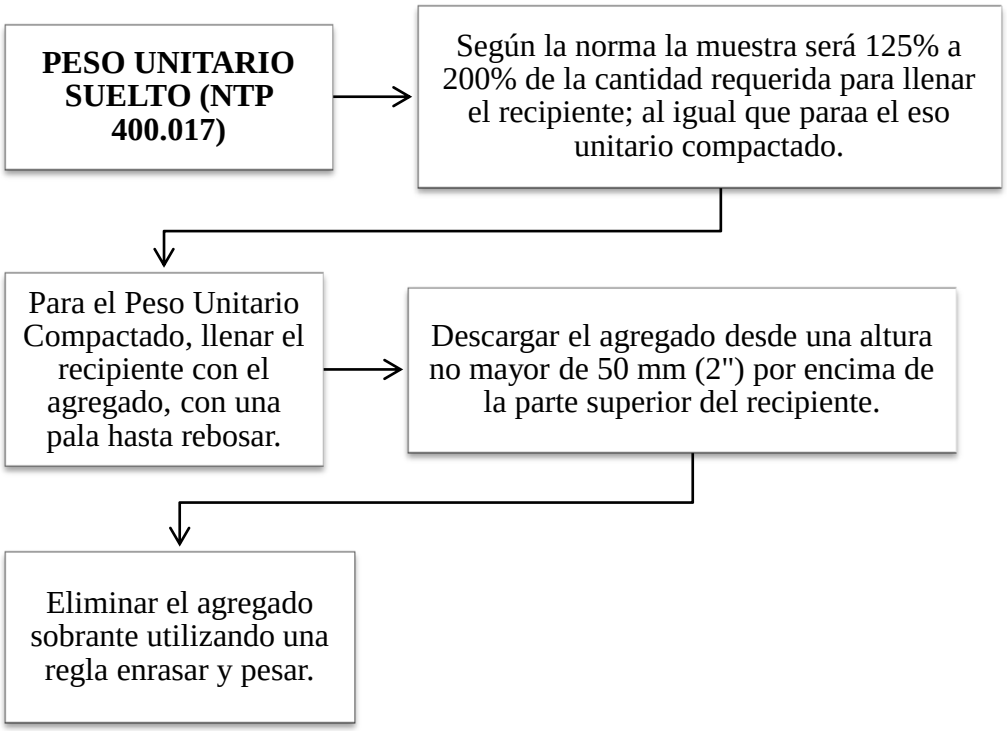


Figura 13. Peso unitario suelto del agregado fino.

También se ha realizado tres pruebas y se tomará el promedio como resultado final, la ecuación para encontrar el peso unitario suelto es la siguiente:

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

Dónde:

(P.U.S.) = Peso Unitario Suelto (Kg/m^3)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m^3)

3.3.4.2. Agregado grueso.

A. Reducción de muestras a tamaño de ensayo: (NTP 400.043)

Reducir las muestras del agregado grueso a cantidades menores viendo que las mismas sean representativas y lo más homogéneas posible; se realiza mediante cuarteo del material y se usa de partes opuestas para los ensayos correspondientes.

Figura 14. Cuarteo del agregado grueso.

B. Análisis Granulométrico:(NTP 400.012)

El agregado Grueso (piedra chancada) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas de la quebrada Amojú, la cual se obtuvo de la "Cantera Arenera Jaén" ubicado en la carretera Jaén – San Ignacio, Provincia de Jaén –región Cajamarca. El análisis granulométrico se realiza con el fin de saber si esta gradado dentro de los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037; los cuales están indicados en la siguiente tabla 2.

Procedimiento:

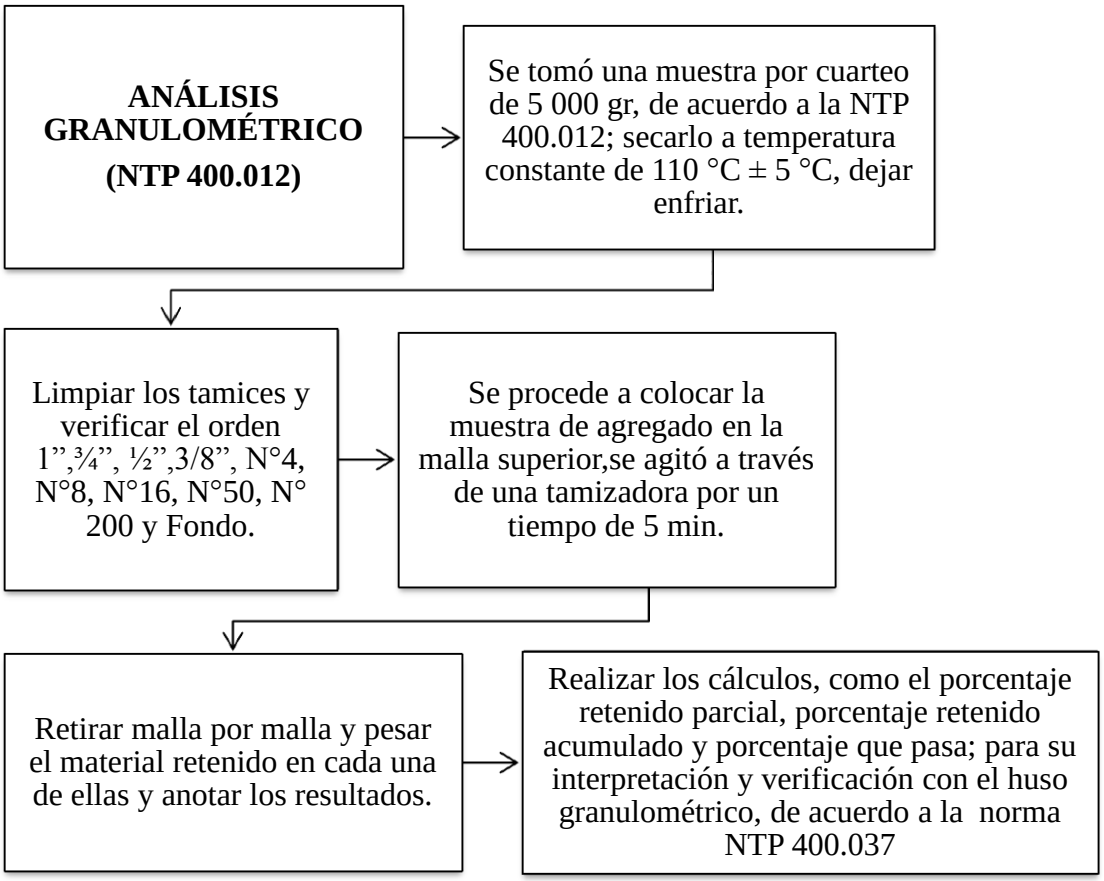


Tabla 2.Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo Nominal	Porcentaje que pasa los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2pulg)	37.5 mm (1 1/2pulg)	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 um (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	…	25 a 60	…	0 a 15	…	0 a 5	…	…	…	…	…	…
2	63 mm a 37.5 mm (2 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 5	…	…	…	…	…
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 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	…	…	…	…	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	…	0 a 5	…	…	…	…
467	37.5 mm a 4,75 mm (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 12,5 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 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 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 mm a 4,75 mm (3/4 pulg 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	…
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	…	…	…	…	…	…	…	…	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	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: Norma Técnica Peruana NTP 400.037: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

Figura 15. Tamizado mecánico del agregado grueso y peso de cada retenido parcial.

Así mismo para el agregado grueso también se realizó el ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200 (75um), de acuerdo a la norma NTP 339.132, el procedimiento es el mismo que para el agregado fino; haciendo el cálculo con la fórmula siguiente:

$$P_f = \frac{p_{0-}p_1}{p_0} * 100$$

Dónde:

Pf = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200(75um)

P0 = Peso de la muestra original seca al horno

P1 = Peso de la muestra seca después de lavado

C. Tamaño máximo nominal y Módulo de fineza (NTP 400.011)

El tamaño máximo nominal de las partículas es el mayor tamaño del tamiz, listado en la norma. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente al agregado grueso únicamente.

Tamaño máximo está definido como la menor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado. De manera práctica representa el tamaño de la partícula más grande que tiene el material.

El módulo de fineza es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material en este caso la piedra chancada y la formula está dada por la siguiente ecuación:

$$MG_{AG} = \frac{\sum \%\, acumulados(1", ¾", ½", 3/8", \text{N°}4, \text{N°}8, \text{N°}16, \text{N°}50, \text{N° } 200\ )}{100}$$

Dónde:

$\mathrm{MG_{AG}} =$ Módulo de fineza del agregado grueso (piedra chancada).

D. Contenido de humedad: (NTP 339.185)

Para realizar este ensayo en el agregado grueso son los mismos pasos que para el agregado fino, se le encuentra el contenido de humedad cada vez que se va a elaborar el concreto, por la variación de la temperatura ambiente.

$$CH_{Af} = \frac{100(Pw - Ps)}{Ps}$$

Dónde:

$\mathrm{CH_{Af}} =$ Contenido total de humedad total evaporable de la muestra (%)

Pw = Peso Húmedo de la muestra original (gr)

Ps = Peso seco de la muestra (gr)

Figura 16. Muestra de agregado grueso para encontrar el contenido de humedad

E. Peso Específico y Porcentaje de Absorción: (NTP 400.021)

Para este ensayo se hizo 3 pruebas para obtener el peso específico y porcentaje de absorción promedios del agregado grueso.

Procedimiento:

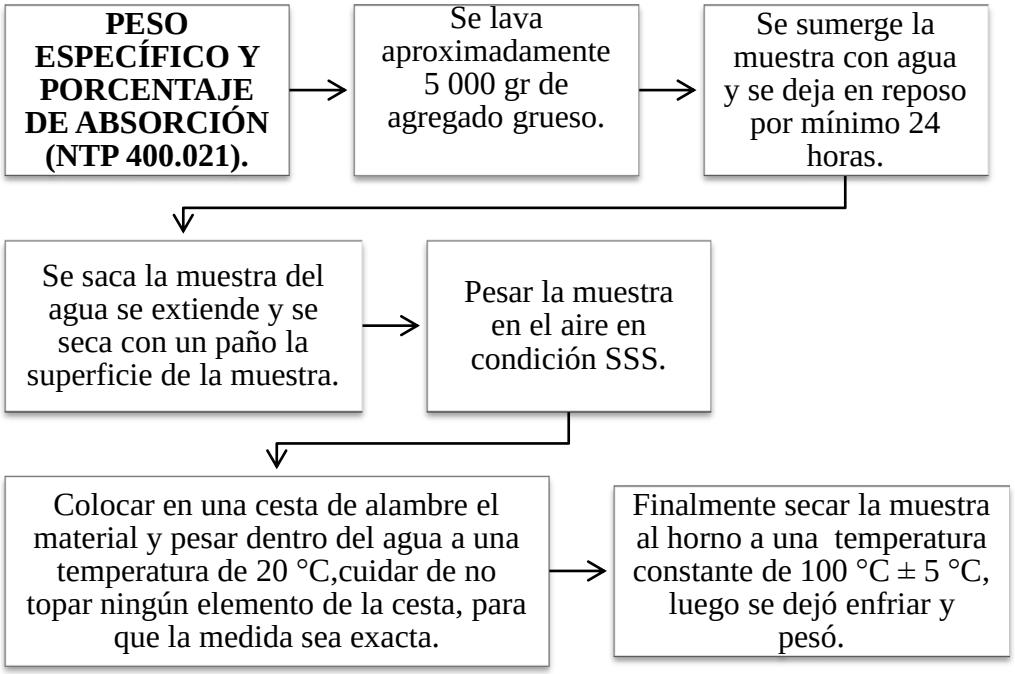


Figura 17. Peso específico y absorción del agregado grueso.

La ecuación para el cálculo del peso específico del agregado grueso es:

$$Pe_{AG} = \frac{A}{B - C}$$

Dónde:

Pe_{AG} = Peso específico del agregado grueso

A = Peso en el aire de muestra secada al horno (gr)

B = Peso en el aire de la muestra (gr)

C = Peso en el agua de la mezcla (gr)

La ecuación para el cálculo del porcentaje de absorción:

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

Dónde:

Ab% = Porcentaje de Absorción (%)

A = Peso en el aire de muestra secada al horno (gr)

B = Peso en el aire de la muestra SSS (gr)

F. Peso Unitario Suelto y Varillado: (NTP 400.017)

El procedimiento para realizar el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso se sigue los mismos pasos que para el agregado fino.

Figura 18. Ensayo de peso unitario compactado agregado grueso.

Para este caso también se realizaron tres pruebas de las cuales se tomará el promedio como resultado.

$$P.U.C = \frac{A-B}{V}$$

Dónde:

(P.U.C.) = Peso Unitario Compactado (Kg/m^3)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m^3)

Figura 19. Ensayo de peso unitario suelto agregado grueso.

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

Dónde:

(P.U.S.) = Peso Unitario Suelto (Kg/m^3)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m^3)

3.3.5. Selección del cemento y agua.

3.3.5.1. Cemento portland tipo I.

El cemento que se usó para llevar acabo la ejecución de esta investigación fue el cemento portland tipo I; que tiene las siguientes características químicas y físicas:

Tabla 3.Características químicas del cemento portland tipo I

Composición química		***CPSAA***	**NTP 334.009 / ASTM C150**
Mg O	%	2,3	máximo 1,5
So3	%	2,7	máximo 3,0
Pérdida por Ignición	%	3,0	máximo 3,5
Resido insoluble	%	0,92	máximo 6,0

Fuente :(Según cementos Pacasmayo ,2017)

Tabla 4.Propiedades físicas del cemento portland tipo I

Propiedades físicas		**CPSAA**	**NTP 334.009 / ASTM C150**
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión en autoclave	%	0,09	Máximo 0,80
Superficie específica	cm^2/g	3 750	Mínimo 2 800
Densidad	g/cm^3	3,10	No especifica
Resistencia a compresión			
Resistencia Compresión a	MPa	26,1	Mínimo 12
3días	Kg/cm^2	266	(Mínimo 122)
Resistencia Compresión a	MPa	33,9	Mínimo 19
7días	Kg/cm^2	346	(Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28	MPa	42,3	Mínimo 28
días	Kg/cm^2	431	(Mínimo 286)
Tiempo de fraguado Vicat			
Fraguado inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado final	min	267	Máximo 375

Fuente :(Según cementos Pacasmayo ,2017)

3.3.5.2. Agua para elaboración de concreto y curado de testigos

La calidad del agua es muy importante para la elaboración de concreto, ya que está relacionada directamente con las propiedades de trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto. Además, para el curado de especímenes de concreto también tiene que ser con agua de calidad adecuada.

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088, y ser de preferencia Potable.

Tabla 5.Requisitos para el agua de mezcla y curado.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	150 ppm
PH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1 500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente :(Según La Norma NTP 339.088)

En esta investigación se utilizó agua potable para la elaboración de concreto y curado de especímenes.

3.3.6. Diseño de mezclas.

3.3.6.1. Diseño de mezcla patrón.

Una vez realizado los ensayos correspondientes de la ceniza de cascarilla de café CCC y los agregados y haber obtenido sus características, se procede a hacer el diseño de mezclas considerando las siguientes características de los materiales.

Tabla 6. Descripción de los materiales para el diseño de muestra patrón.

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Cemento	CCC
Tamaño máximo nominal		3/4		
Peso específico de masa	2,610 gr/cm^3	2,670 gr/cm^3	3,100 gr/cm^3	1,140 gr/cm^3
Peso unitario seco suelto	1 596 Kg/m^3	1 398 Kg/m^3		
Peso unitario seco compactado	1 726 Kg/m^3	1 548 Kg/m^3		
Contenido de humedad (%)	2,14	0,40		
Absorción (%)	2,04	1,23		
Módulo de finura	3,12	6,55		

Fuente: Elaboración propia.

En la presente investigación se desarrolló el Diseño de Mezclas por el Método del módulo de finura de la combinación de los agregados, debido a que permite una variación uniforme de los agregados (fino y grueso) ante la presencia de adición; el procedimiento es como se muestra a continuación.

a.) Determinación de la resistencia promedio o resistencia requerida (f´cr).

Teniendo en cuenta que la mezcla a utilizar es aplicada con fines de investigación se optó por considerar el f´c = 280 Kg/cm^2 igual que el f´cr, ya que no es necesario tener un margen de seguridad.

b.) Selección del asentamiento (slump)

El asentamiento es elegido de acuerdo con el uso que se quiere dar a la mezcla en esta investigación se optó por elegir una mezcla con consistencia plástica debido a que se está evaluando la trabajabilidad de la mezcla, el valor puede ser elegido de la siguiente tabla.

Tabla 7.Tipos de asentamientos.

Consistencia	**Asentamiento**
Seca	0” a 2”
Plástica	3” a 4”
Fluida	>= 5”

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)

c.) Selección del tamaño máximo nominal del agregado

De la tabla 6, obtenemos que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾ “

d.) Estimación del agua de mezcla

La estimación de la cantidad de agua de mezclado está en función del asentamiento de la mezcla, el tamaño máximo nominal del agregado grueso y si el concreto será con aire incorporado o sin aire incorporado, para este diseño se consideró un concreto sin aire incorporado por lo tanto la cantidad de agua es de 205 L/m^3 y se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 8. Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua, en L/m^3, para los tamaños máx. nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/2")	(2")	(3")	(6")
	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: (Abanto Castillo, 2009)*}*

e.) Estimación del aire atrapado

El aire atrapado se puede estimar teniendo en cuenta el tamaño máximo nominal y haciendo uso de la siguiente tabla.

Tabla 9. Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo Nominal	Aire atrapado
3/8”	3,0%
½”	2,5%
¾”	2,0%
1”	1,5%
1 ½”	1,0%
2”	0,5%
3”	0,3%
6”	0,2%

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)

Para este caso el aire atrapado es del dos por ciento.

f.) Elección de la relación agua cemento

La relación agua- cemento requerido es determinada teniendo en consideración no solamente la resistencia sino también factores como durabilidad y propiedades de acabado del concreto. (Abanto Castillo, 2009).

Para esta investigación se consideró una resistencia de f´cr = 280 Kg/cm^2 y sin aire incorporado por lo tanto la relación agua cemento se obtiene de la siguiente tabla.

Tabla 10. Relación Agua/Cemento por Resistencia.

F´ Cr (28 días)	**Relación agua-cemento de diseño en peso**	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
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: (Abanto Castillo, 2009)

Como se observa en la tabla el f´cr se encuentra entre los valores de 250 y 300 por lo que procedemos a interpolar.

$$250 - - - - 0{,}62$$

$$280 - - - - - - x$$

$$300 - - - - 0{,}55$$

Al desarrollar la interpolación se obtiene que el valor de $x = 0{,}587$.

g.) Calculo de la cantidad de cemento

Una vez obtenida la relación agua cemento (a/c) y conocida la cantidad de agua se puede obtener la cantidad de cemento en kilogramos (Kg) para un metro cubico (1 m^3) haciendo la siguiente ecuación.

$$\frac{a}{c} = 0{,}587$$

$$\frac{205}{0{,}587} = c$$

$$349{,}23 = c$$

Por lo tanto, la cantidad de cemento es de 349,23 Kg/m^3.

h.) Determinación de volúmenes absolutos

Se obtiene al dividir el peso calculado en el diseño entre el peso específico de masa, tener en consideración las unidades.

Volumen del cemento $\frac{349,23}{3,1*1000} = 0,113$ m3

Volumen del agua $\frac{205}{1\,000} = 0,205$ m^3

Volumen del aire $\frac{2}{100} = 0,02$ m^3

Volumen total $0,113 + 0,205 + 0,02 = 0,338$ m^3

Volumen de los agregados $1 - 0,338 = 0,662$ m^3

i.) Cálculo del volumen de los agregados a partir del módulo de fineza de combinación de los agregados

Según (Rivera López, 2010) recomienda los rangos de los valores que indica la tabla 11.

De acuerdo al tamaño máximo del agregado grueso, corresponde el huso de 1" (25,4mm). Para poder ejecutar éste método se debe usar una hoja de cálculo para poder iterar los diferentes valores de porcentajes de agregados hasta verificar que la línea de agregados combinados este dentro de los límites de huso. Además, se debe considerar las siguientes ecuaciones.

$$\%\,Ret.Agregados = \frac{Peso\ Ret.Parcial * 100}{Peso\ seco\ inicial}$$

$$\%\,Ret.de\ mezcla = \%\,Ret.Af * \%\,de\ comb.Af + \%Ret.Ag * \%\,de\ comb.Ag$$

$$Mod.de\ Comb = \frac{\sum \%\,acumulados(1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°50, N°\ 200\ )}{100}$$

Para esta investigación y de acuerdo a la granulometría de los agregados se obtuvo el mejor ajuste de la línea de agregados combinados al utilizar agregado fino al 44,9% y agregado grueso al 55,1%.

Tabla 11. Rangos granulométricos recomendados.

TAMIZ		Límite de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos								
Pulg.	**mm**	**90,6mm (3 ½")**	**76,1mm (3")**	**64,0mm (2 ½")**	**50,8mm (2")**	**38,1mm (1 ½")**	**25,4mm (1")**	**19,0mm (3/4")**	**12,7mm (½")**	**9,51mm (3/8")**
3 ½	90,6	100								
3	76,1	94 91	100							
2 ½	64,0	89 83	94 91	100						
2	50,8	82 73	87 80	92 88	100					
1 ½	38,1	74 62	78 68	83 75	90 85	100				
1	25,4	64 50	68 55	72 60	78 68	87 80	100			
¾	19,0	58 42	62 47	65 51	71 58	78 68	90 85	100		
½	12,7	50 34	53 37	57 41	62 47	68 55	78 68	87 80	100	
3/8	9,51	45 29	48 32	51 35	56 40	62 47	71 58	78 68	90 85	100
No.4	4,76	36 20	38 22	40 24	44 27	48 32	56 40	62 47	71 58	78 68
No.8	2,36	28 13	30 15	32 16	34 18	38 22	44 27	48 32	55 40	61 46
No.16	1,18	22 9	23 10	25 11	27 13	30 15	34 18	38 22	44 27	48 32
No.30	600µ	17 6	18 7	20 8	21 9	23 10	27 13	30 15	34 19	38 22
No.50	300µ	14 4	14 4	15 5	17 8	18 7	21 9	23 10	27 13	30 15
No.100	150µ	11 3	11 3	12 4	13 4	14 5	17 6	18 7	21 9	23 10

Fuente: (Rivera López, 2010)

Tabla 12. Módulo de finura de combinación de agregados.

Descripción	**Agregado Fino**	**Agregado Grueso**	**Porcentaje De Combinación**		**Módulo De Combinación**
Peso Seco Inicial	954,50 gr	4 928,70 gr	Agregado Fino	44,90%	
Peso Seco Lavado	920,92 gr	4 693,70 gr	Agregado Grueso	55,10%	5,01
Peso Menor Nº 200	33,58 gr	235,00 gr			

Tamiz N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Ret. Parcial	Porcentaje Retenido	Peso Ret. Parcial	Porcentaje Retenido	Porcentaje Ret. de Mezcla	Porcentaje Ret. Acumulado	Porcentaje Que Pasa
1	25,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,00	0,00	0,00	378,00	7,67	4,23	4,23	95,77
1/2	12,50	0,00	0,00	2 351,20	47,70	26,29	30,51	69,49
3/8	9,50	0,00	0,00	1 033,80	20,98	11,56	42,07	57,93
N°4	4,75	41,13	4,31	900,80	18,28	12,01	54,07	45,93
N 8	2,36	155,81	16,32	25,60	0,52	7,62	61,69	38,31
N 16	1,18	174,87	18,32	2,70	0,05	8,26	69,95	30,05
N 30	0,60	238,43	24,98	1,60	0,03	11,23	81,18	18,82
N 50	0,30	230,86	24,19	0,00	0,00	10,86	92,04	7,96
N 100	0,15	79,82	8,36	0,00	0,00	3,75	95,79	4,21
Cazoleta	-.-	33,58	3,52	235,00	4,77	4,21	100,00	0,00
Total		954,50	100,00	4 928,70	100,00	100,00	5,01	

Fuente: Elaboración propia.

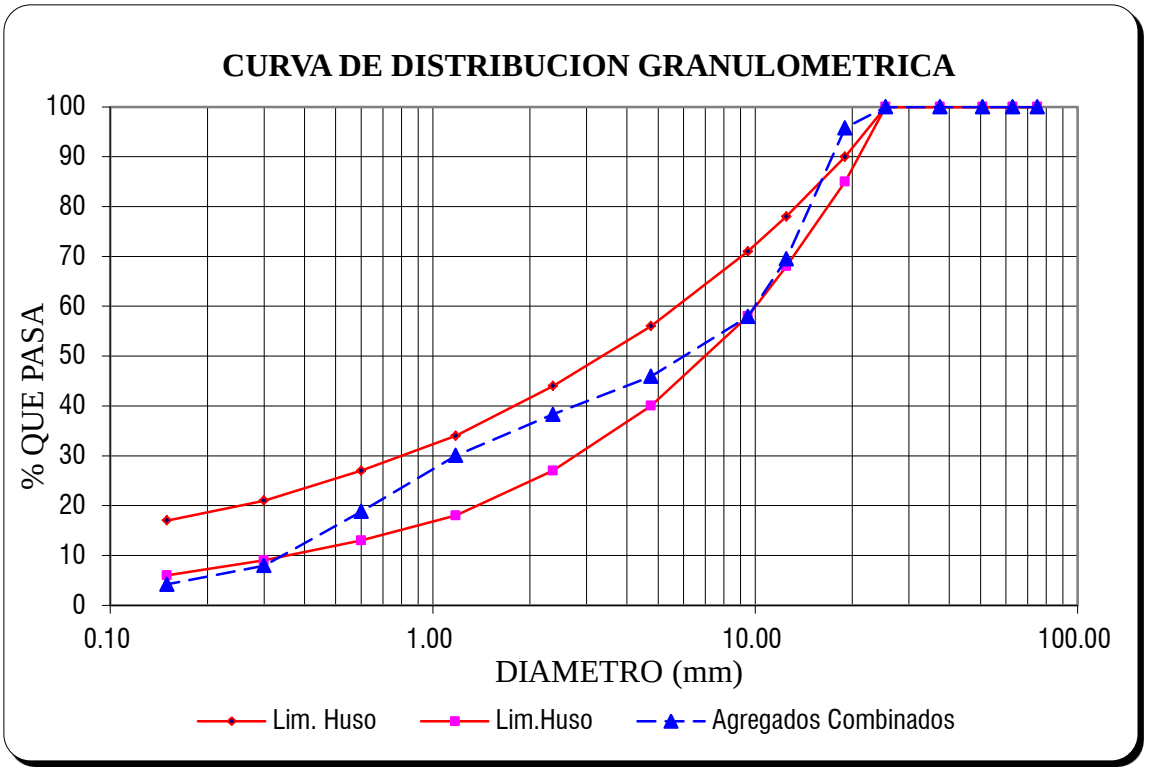


Figura 20. Combinación de los agregados.

Lo que significa que del volumen de los agregados (0,662 m^3) el 44,90% es de agregado fino y el 55,10% es de agregado grueso.

Por lo tanto, la cantidad de agregados para un metro cubico de concreto es de:

Cantidad de agregado fino seco $0{,}4490 * 0{,}662 = 776\ kg/m3$

Cantidad de agregado grueso seco $0{,}551 * 0{,}662 = 974\ kg/m3$

Tabla 13. Resumen de cantidad de materiales secos.

Materiales de diseño secos para 1 m^3	
Cemento	349,23 Kg
Agua de diseño	205,00 L
Agregado fino seco	776,16 Kg
Agregado grueso seco	974,46 Kg

Fuente: Elaboración propia

j.) Corrección de materiales por humedad.

Los materiales se corrigieron por humedad antes de iniciar la elaboración de la mezcla.

$$AGH = AGS * \left(1 + \frac{W\%}{100}\right), AFH = AFS * \left(1 + \frac{W\%}{100}\right)$$

$$Agua\ efectiva = agua\ de\ diseño - (X + Y)$$

$$X = AGS * \left(\frac{W\% - Abs.}{100}\right)$$

$$Y = AFS * \left(\frac{W\% - Abs.}{100}\right)$$

Siendo:

AGH = agregado grueso húmedo

AFH = agregado fino húmedo

AGS = agregado grueso seco

AFS = agregado fino seco

W% = contenido de humedad del agregado (fino o grueso) según el caso

Abs. = absorción del agregado (fino o grueso) según el caso

Al realizar los cálculos correspondientes se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 14. Resumen de cantidad de materiales corregidos por humedad.

Materiales corregidos por humedad para 1 m^3	
Cemento	349,23 Kg
Agua efectiva	212,27 L
Agregado fino húmedo	792,77 Kg
Agregado grueso húmedo	978,39 Kg

Fuente: Elaboración propia

3.3.6.2. Corrección del diseño de mezcla adicionando el 1 % de ceniza de cascarilla de café.

Para realizar este diseño se deben utilizar los valores de la siguiente tabla, la que presenta una variación del contenido de humedad con respecto a los valores utilizados para el diseño de la mezcla patrón; esta variación existe por motivo que se debe calcular el contenido de humedad previo a la elaboración de la mezcla.

Tabla 15. Descripción de los materiales para diseño de mezcla adicionando el 1% de CCC.

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Cemento	CCC
Tamaño máximo nominal		3/4		
Peso específico de masa	2,610 gr/cm^3	2.670 gr/cm^3	3,100 gr/cm^3	1,140 gr/^{cm3}
Peso unitario seco suelto	1 596 Kg/m^3	1 398 Kg/m^3		
Peso unitario seco compactado	1 726 Kg/m^3	1 548 Kg/m^3		
Contenido de humedad (%)	2,99	1,65		
Absorción (%)	2,04	1,23		
Módulo de finura	3,12	6,55		

Fuente: Elaboración propia.

a.) Determinación de la resistencia promedio o resistencia requerida (f´cr).

El criterio es tomado teniendo en cuenta la mezcla patrón.

b.) Selección del asentamiento (slump)

Presenta una consistencia plástica con un asentamiento de 3” a 4”.

c.) Selección del tamaño máximo nominal del agregado

El valor es de ¾” según la tabla 15

d.) Primera Estimación del agua de mezcla

El valor es de 205 L/m^3 teniendo los mismos criterios que para la mezcla patrón.

e.) del aire atrapado

El valor es de 2 % y teniendo los mismos criterios que para la mezcla patrón.

f.) Elección de la relación agua cemento

Siguiendo el procedimiento realizado en la mezcla patrón se tiene un valor de 0,587.

g.) Calculo de la cantidad de cemento

Se mantienen los criterios utilizados en la mezcla patrón, por lo tanto, la cantidad de cemento es de 349,23 Kg/m^3.

h.) Cálculo de la cantidad de ceniza de cascarilla de café (CCC)

Para este diseño se está añadiendo el 1% de CCC que es en relación al peso del cemento, por lo tanto, la cantidad de CCC es de 3,49 Kg/m^3.

i.) Cálculo de la nueva agua de diseño (na)

Considerando la CCC como un material cementante, se debe variar la cantidad de agua manteniendo la relación de agua material cementante(a/Mc). Se consideró como material cementante a la suma de CCC y cemento y se expresa en las siguientes ecuaciones.

$$\frac{na}{Mc} = 0{,}587 = \frac{na}{349{,}23 + 3{,}49} = 0{,}587$$

$$na = 207{,}05$$

Por lo tanto, la nueva agua de diseño es de 207,05 L/m^3.

j.) Determinación de volúmenes absolutos

Definidos los valores de agua, aire y cemento se procede a calcular el volumen que ocupan dichos elementos en el volumen de un metro cubico, esto se puede obtener al dividir el peso calculado en el diseño entre el peso específico de masa, tener en consideración las unidades.

Volumen del cemento $\frac{349{,}23}{3{,}1*1000} = 0{,}113$ m^3

Volumen del agua $\frac{207{,}05}{1\,000} = 0{,}207$ m^3

Volumen del aire $\frac{2}{100} = 0{,}02$ m^3

Volumen de CCC $\frac{3{,}49}{1{,}14 * 1\,000} = 0{,}003$ m^3

Volumen total $0{,}113 + 0{,}207 + 0{,}02 + 0{,}003 = 0{,}343$ m^3

Volumen de los agregados $1 - 0{,}343 = 0{,}657$ m^3

k.) Cálculo del volumen de los agregados a partir del módulo de fineza de combinación de los agregados

El procedimiento es similar al diseño de mezcla patrón, obteniendo como resultados

$$\%\,Comb.Af = 44{,}9\%, \qquad \%Comb.Ag = 55{,}1\% \quad y \quad m_c = 5{,}01$$

Lo que significa que del volumen de los agregados (0,657 m^3) el 44,90% es de agregado fino y el 55,10% es de agregado grueso.

Por lo tanto, la cantidad de agregados para un metro cubico de concreto es de:

Cantidad de agregado fino seco $0{,}4490 * 0{,}657 = 770{,}17\ kg/m3$

Cantidad de agregado grueso seco $0{,}551 * 0{,}657 = 966{,}93\ kg/m3$

Tabla 16. Resumen de cantidad de materiales secos con 1% de CCC.

Materiales de diseño secos para 1 m^3 de concreto con 1% de CCC	
Cemento	349,23 Kg
Agua de diseño	207,05 L
Agregado fino seco	770,17 Kg
Agregado grueso seco	966,93 Kg
CCC	3,49 Kg

Fuente: Elaboración propia.

l.) Corrección de materiales por humedad.

Se debe considerar los mismos criterios que en la muestra patrón y se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 17. Resumen de cantidad de materiales corregidos por humedad con 1% de CCC.

Materiales corregidos por humedad para 1 m^3 de concreto con 1% de CCC	
Cemento	349,23 Kg
Agua efectiva	195,73 L
Agregado fino húmedo	793,17 Kg
Agregado grueso húmedo	982,86 Kg
CCC	3,49 Kg

Fuente: Elaboración propia.

3.3.6.3. Corrección del diseño de mezcla adicionando el 2%, 4% y 8% de ceniza de cascarilla de café.

Para realizar estos diseños se debe utilizar las mismas características de los agregados, los mismos procedimientos y criterios que se ha considerado para el diseño de mezcla adicionando el 1% de CCC; los ajustes de humedad muestran variación de acuerdo al contenido de humedad de los agregados, se realizaron ensayos de contenido de humedad previo a la elaboración de mezcla; los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Contenido de humedad de los agregados para mezclas al 2, 4 y 8 % de adición.

Contenido de humedad (%) de los agregados según los porcentajes de adición	**Agregado fino**	**Agregado grueso**
Mezcla adicionando el 2% de CCC	4,02 %	1,50 %
Mezcla adicionando el 4% de CCC	4,24 %	1,52 %
Mezcla adicionando el 8% de CCC	3,66 %	1,94 %

Fuente. Elaboración propia.

3.3.7. Elaboración de concreto (NTP 339.183).

3.3.7.1. Materiales.

- Cemento portland tipo I
- Agua potable
- Agregado grueso cantera “Arenera Jaén”
- Agregado fino cantera “Josecito”
- Ceniza de cascarilla de café (CCC)

3.3.7.2. Equipos.

- Balanza con capacidad de 30 Kg con precisión 1 gr
- Probeta graduada de 1 000cm^3
- Cono de Abrams
- Olla Washington
- Mezcladora de 180 Kg
- Recipientes para pesar los materiales
- Una carretilla buggy para el transporte del concreto fresco
- Cuchara para el muestreo
- Martillo de goma

3.3.7.3. Metodología.

Se procedió a elaborar el concreto con las proporciones ya establecidas, tanto para el concreto patrón y los concretos con adición de ceniza de cascarilla de café (CCC) en porcentajes: 1%, 2%, 4% y 8% del peso del cemento.

Figura 21. Elaboración de concreto patrón y concretos con adición de (CCC).

3.3.8. Ensayos en concreto fresco.

Los ensayos al concreto en estado fresco se realizaron tanto al concreto patrón como a los concretos con adición de ceniza de cascarilla de café (CCC); serán los siguientes:

3.3.8.1. Asentamiento del concreto -slump (NTP 339.035).

Procedimiento:

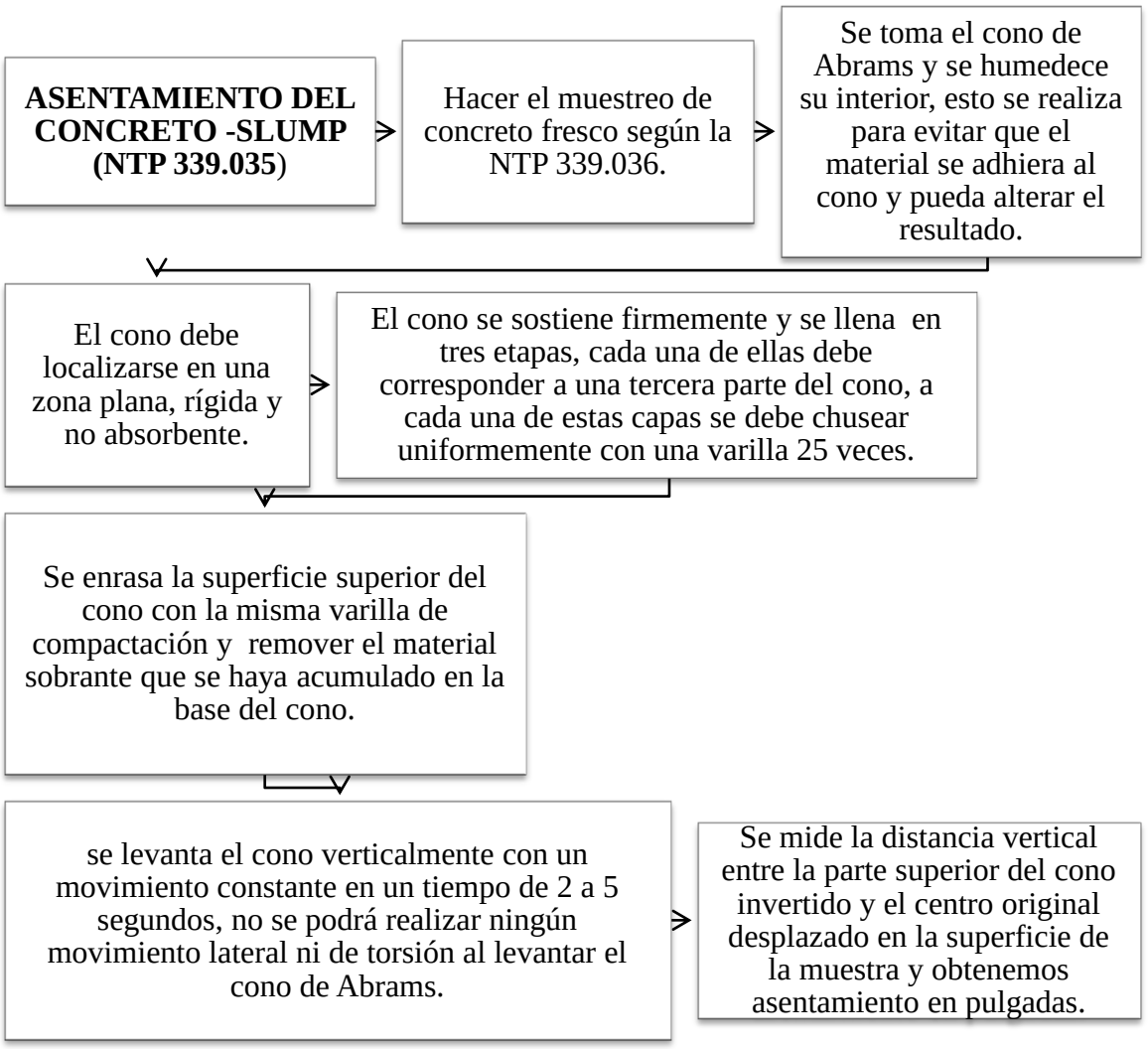


Figura 22. Asentamiento usando el cono de Abrams.

3.3.8.2. Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046).

Este ensayo determina la densidad del concreto en estado fresco.

Procedimiento:

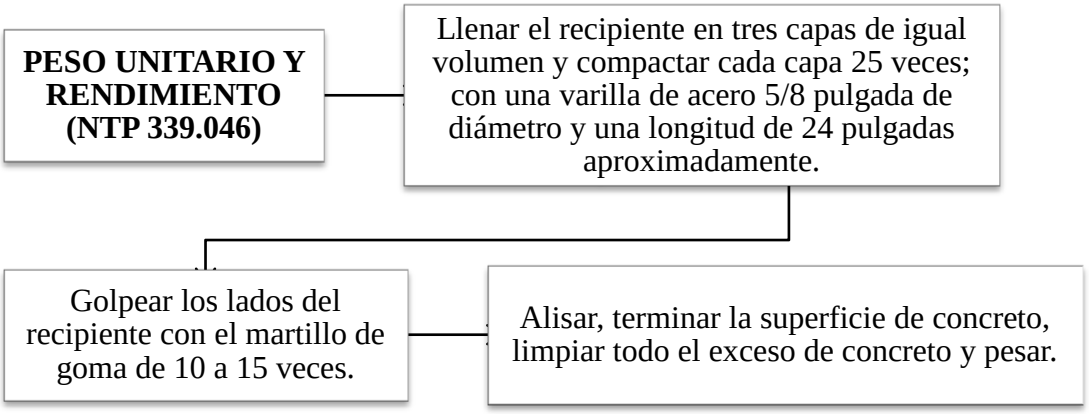


Figura 23. Peso unitario del concreto fresco.

El peso unitario del concreto fresco se encontró dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, a continuación, la fórmula usada:

$$Pu = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

Dónde:

Pu = Peso unitario del concreto fresco (Kg/m^3)

Mc = Masa del molde lleno de concreto (Kg)

Mm = Masa del molde vacío (Kg)

Vm = Volumen del molde (m^3)

3.3.8.3. Contenido de aire en el concreto fresco método de presión (NTP 339.083).

Procedimiento:

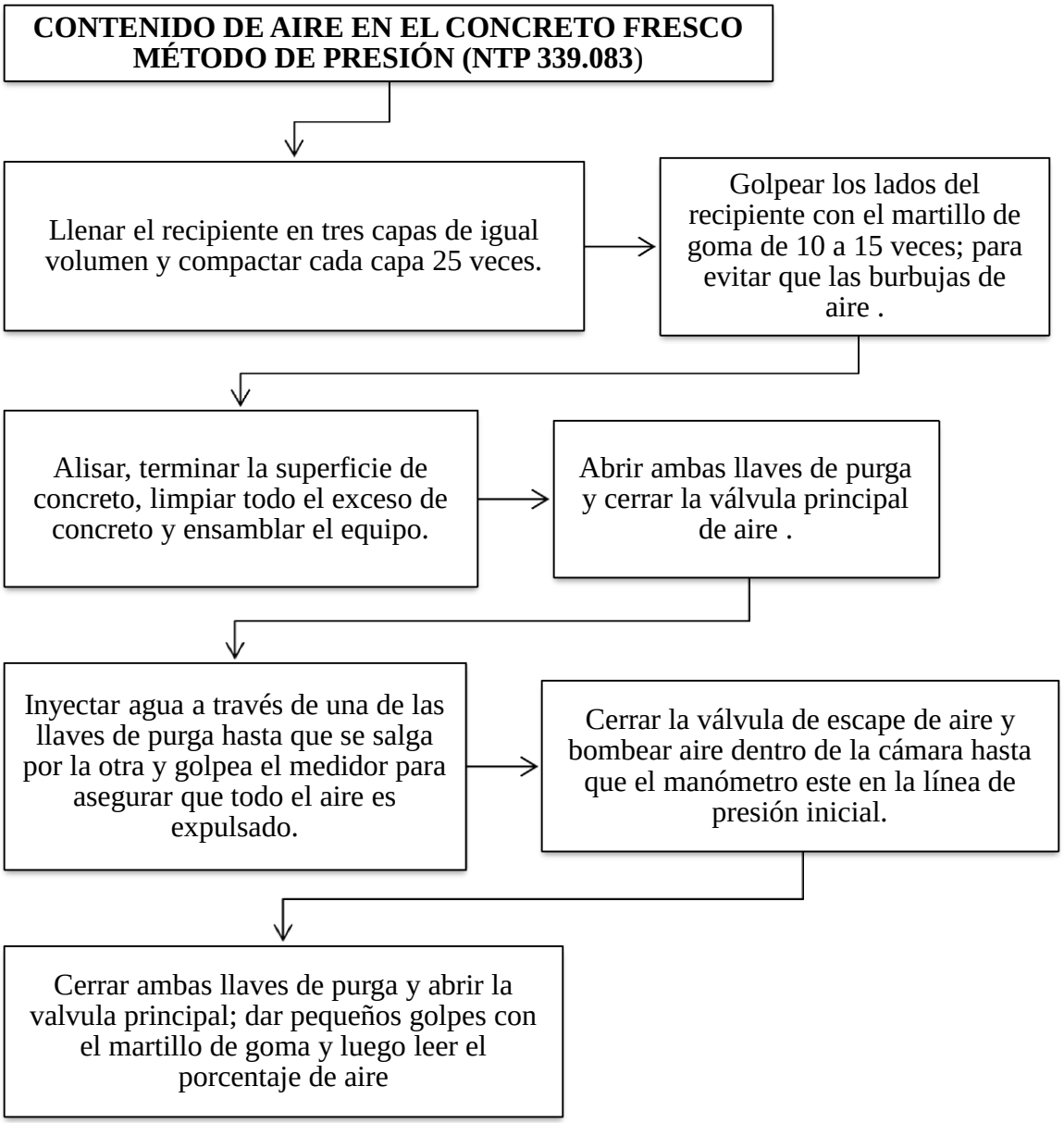


Figura 24. Determinación del aire atrapado en el concreto.

3.3.8.4. Temperatura del concreto (NTP 339.184).

Procedimiento:

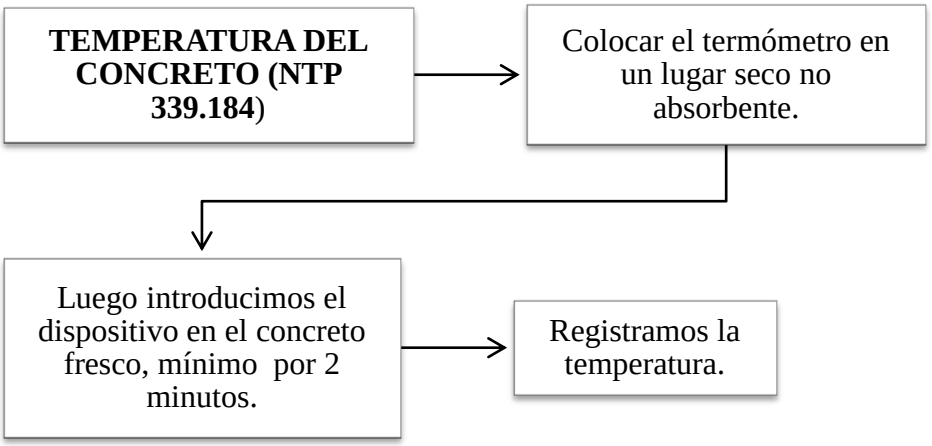


Figura 25. Temperatura del concreto.

3.3.9. Fabricación de especímenes-testigos (NTP339.033).

3.3.9.1. Equipos.

- **Moldes o probetas.** Los moldes utilizados para la elaboración de especímenes fueron de plástico, ya que es un material no absorbente y resistente como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tienen la forma de cilindro con medidas 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.
- **Barra de acero lisa y circular.** Para la compactación y moldeado se requiere de una barra de acero liso y circular, de 10mm de diámetro y 300mm de longitud.
- **Martillo con cabeza de goma.** Con un peso aproximado de 600 gramos, para golpear el molde suavemente y liberar las burbujas de aire.
- **Cucharon metálico.** Para colocar el concreto dentro del molde.
- **Carretilla o buggy.** Recipiente metálico de tamaño apropiado, de superficie no absorbente y con capacidad suficiente para la toma, traslado y remezclado de la muestra completa.
- **Badilejo.** Para darle un buen acabado a la superficie del concreto en el molde.

3.3.9.2. Metodología.

El proceso de elaboración de probetas es el siguiente:

FABRICACIÓN DE ESPECÍMENES-TESTIGOS (NTP339.033)

La superficie interior de los moldes debe estar limpia.

Para desmoldar con facilidad, se aplicó una ligera capa de aceite mineral a la superficie interior del molde.

Se toma la muestra de concreto en el recipiente plástico, el moldeado de la probeta se realiza en dos capas, cada una de ellas de 10 cm. de altura.

Colocar la mezcla en el molde y distribuir de manera uniforme con el cucharón, compactar con 25 "chuzeadas" con la varilla lisa de la misma manera las dos capas.

Luego golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo para liberar las burbujas de aire.

Nivelar el exceso de mezcla con la varilla lisa de compactación y dar un buen acabado con el badilejo para obtener una superficie lisa y plana.

Después de su elaboración, las probetas deben transportarse inmediatamente y con mucho cuidado al lugar de almacenamiento.

Retirar el molde con mucho cuidado. Esto se hace 24 ± 4 horas después de su elaboración.

Se identifica cada una de las probetas escribiendo la fecha, resistencia, etc con un plumón indeleble y cuidando de no malograr su superficie.

Figura 26. Fabricación de especímenes de concreto.

3.3.10. Curado de especímenes-testigos (NTP339.033).

Después de haber sido desmoldadas, curar las probetas inmediatamente, colocándolas en un recipiente con agua potable. El agua debe cubrir completamente todas las caras de las probetas.

Para el curado de las muestras se construyó una poza de curado bajo techo, con las siguientes características, largo: 2,50 m, ancho: 1,50 m y 0,50 m de alto, estuvo ubicada en la Universidad Nacional.

Todas las probetas fueron introducidas en la poza de curado hasta esperar el momento de su rotura y ser sometidas a los ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días.

Figura 27. Curado de probetas

3.3.11. Esfuerzo a compresión de los especímenes de concreto (NTP339.034).

Para realizar la prueba en especímenes de concreto de las diferentes muestras elaboradas, se procederá a de acuerdo a las especificaciones dadas en las normas NTP339.034.

Procedimiento:

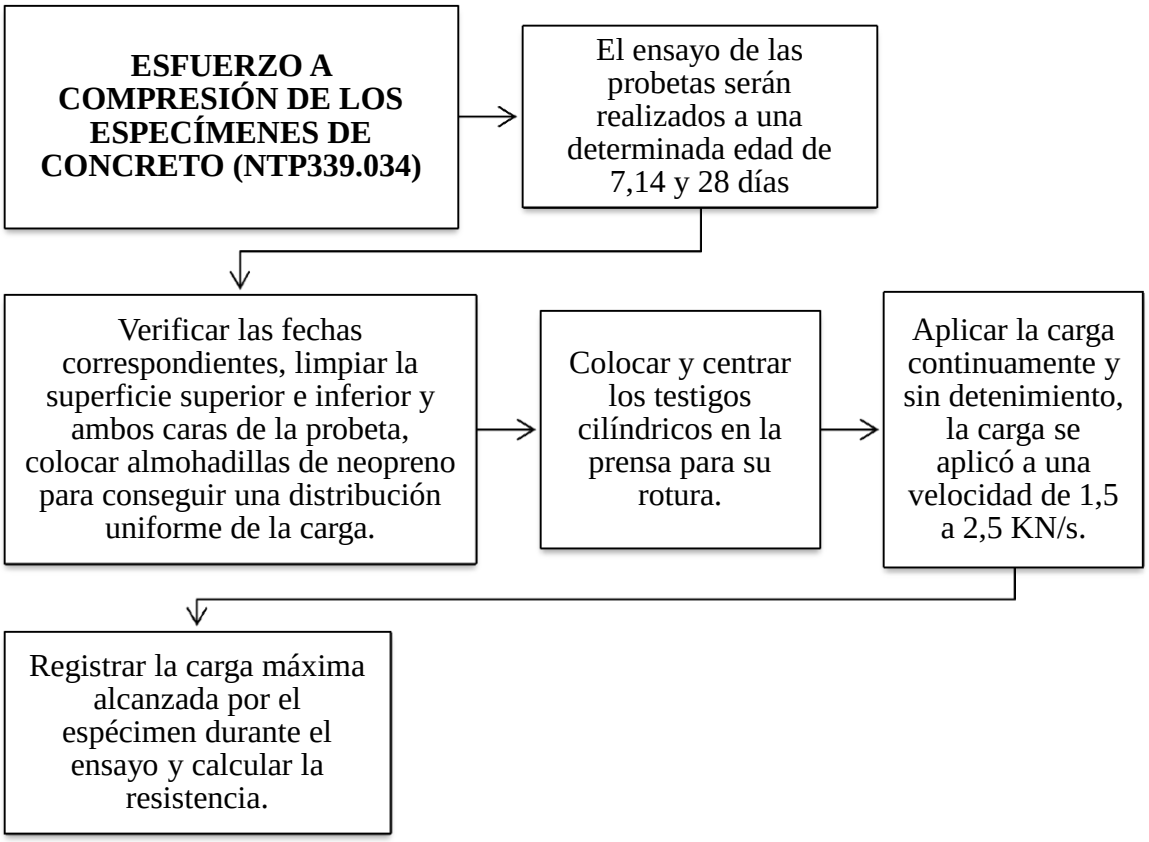


Figura28. Ensayo de esfuerzo a compresión.

El cálculo de la resistencia a la compresión de la muestra está dado por el cociente de la carga máxima obtenida durante el ensayo, entre el área de la sección transversal de la probeta cilíndrica; se expresa en Kg/cm^2.

El ensayo de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto utiliza moldes con medidas 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P_{máx}}{A}$$

Dónde:

f´c = Es la resistencia de rotura a la compresión. (Kg/cm²)

Pmax = La carga máxima de rotura (Kg)

A = Área de la probeta cilíndrica (cm²)

3.3.12. Peso unitario de testigos de concreto.

El peso unitario del concreto endurecido se calculó con la siguiente fórmula:

$$PU_{tc} = \frac{p}{v}$$

Dónde:

P = peso del testigo cilíndrico en gr

V = volumen del testigo cilíndrico en cm^3

IV. RESULTADOS.

4.1. Resultados de los ensayos físicos en la ceniza de cáscara de café.

Tabla 19. Características físicas de la CCC.

Descripción	M 1	M 2	M 3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	13,92	13,96	12,04	
Peso de la probeta lleno de agua (gr)	72,19	72,170	72,07	
Peso total de la probeta aforado con muestra y lleno de agua (gr)	78,27	78,75	77,79	
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	18,64	18,70	16,12	
Peso específico de masa (gr/cm^3)	1,11	1,15	1,16	1,14
Absorción (%)	33,91	33,95	33,89	33,92

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Resultados de los ensayos químicos en la ceniza de cáscara de café.

De los ensayos químicos realizados en el laboratorio OIKOSLAB N° 1604-2019 se muestran los siguientes resultados.

Tabla 20. Ph de la CCC.

Muestra	Ph
Ceniza de cascarilla de café	13,03

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Porcentaje de SiO_2 y Si en la CCC.

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol * peso del residuo (SiO_2)	Peso del SiO_2	% SiO_2	% Si
0,500	41,820	41,869	0,049	9,80	4,58
0,500	42,827	42,876	0,049	9,80	4,58
		Resultado		9,80	4,58

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Porcentaje de óxido de calcio (CaO).

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol + peso del residuo (CaO)	Peso del CaO	% CaO
0,500	41,820	41,930	0,11	22,00
0,500	42,827	42,947	0,12	24,00
		Resultado		23,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Porcentaje de carbonato de calcio.

Peso de la muestra	Normalidad de NaOH corregido	Volumen gastado (blanco) Ml	Volumen gastado (NaOH) ml	Volumen gastado ml	%$CaCO_3$
1,000	0,4	1,9	23,6	21,7	43,4
1,000	0,4	2,1	23,6	21,5	43,0
		Promedio			43,2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24.Resumen de los ensayos químicos realizados a la CCC.

Ensayo Químico	Unidades	Expresión	Muestra	Norma Técnica
Conductividad Eléctrica	ms/cm	ms/cm	84,4	ISO-11265-ASTMD 1125
Potencial de iones hidrógeno	Unidades	Unidades de pH	13,03	ASTMD-1293
Porcentaje de óxido férrico	%	% Fe_2O_3	4,76	Fotocolorimetría
Porcentaje de óxido de calcio	%	%CaO	24,42	MTCE-602
Porcentaje de carbonato de calcio	%	%$CaCO_3$	43,2	Neutralización ácida
Porcentaje de óxido de silicio	%	%SiO_2	9,80	MTCE-602
Porcentaje de silicio	%	%Si	4,58	MTCE-602

Fuente: Elaboración propia

4.3. Características físicas de los agregados.

4.3.1. Granulometría.

Tabla 25. Análisis granulométrico del agregado fino.

Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012: 2001)							
	Tamiz		Peso Ret. Parcial (gr)	% Ret. Parcial.	% Ret. Acum.	% que pasa	Limite NTP. 400.037
	N°	Abertura (mm)					
FRACCION GRUESA	3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	-
	1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00	-
	3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100.00
	1/4"	6,35	10,08	1,06	1,10	98,94	-
FRACCION FINA	Nº 4	4,75	31,05	3,25	4,30	95,69	95-100
	Nº 8	2,36	155,81	16,32	20,60	79,37	80-100
	Nº 16	1,18	174,87	18,32	39,00	61,05	50-85
	Nº 30	0,60	238,43	24,98	63,90	36,07	25-60
	Nº 50	0,30	230,86	24,19	88,10	11,88	10-30
	Nº 100	0,15	79,82	8,36	96,50	3,52	2-10
	Nº 200	0,08	26,70	2,80	99,30	0,72	-
	Cazoleta	-.-	6,88	0,72	100,00	0,00	-
	Total		954,50				
Módulo de fineza (mf)			3,12				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Análisis granulométrico de agregados gruesos NTP 400.012							
	Tamiz						Especificación . Huso 67
	N°	Abertura (mm)	Peso Ret. Parcial (gr)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% que pasa	% que pasa
FRACCION GRUESA	1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100
	3/4"	19,00	378,00	7,67	7,70	92,33	90 - 100
	1/2"	12,50	2 351,20	47,70	55,40	44,63	-
	3/8"	9,50	1 033,80	20,98	76,30	23,65	20 - 55
FRACCION FINA	Nº 4	4,75	900,80	18,28	94,60	5,37	0 - 10
	Nº 8	2,36	25,60	0,52	95,10	4,86	0 - 5
	Nº 16	1,18	2,70	0,05	95,20	4,80	-
	Nº 30	0,60	1,60	0,03	95,20	4,77	-
	Nº 50	0,30	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	Nº 100	0,15	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	Nº 200	0,075	0,00	0,00	95,20	4,77	-
	Cazoleta	-.-	235,00	4,77	100,00	0,00	
	Total		4 928,70				
	Módulo de fineza		6,55				

Fuente: elaboración propia

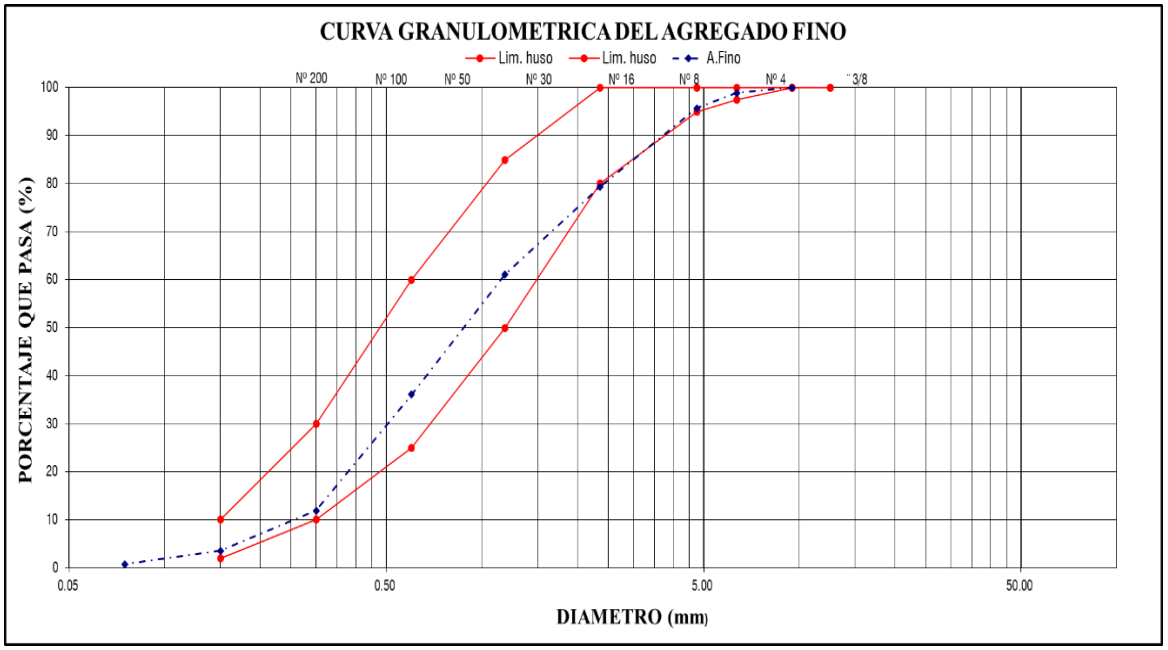


Figura 29. Curva granulométrica del agregado fino

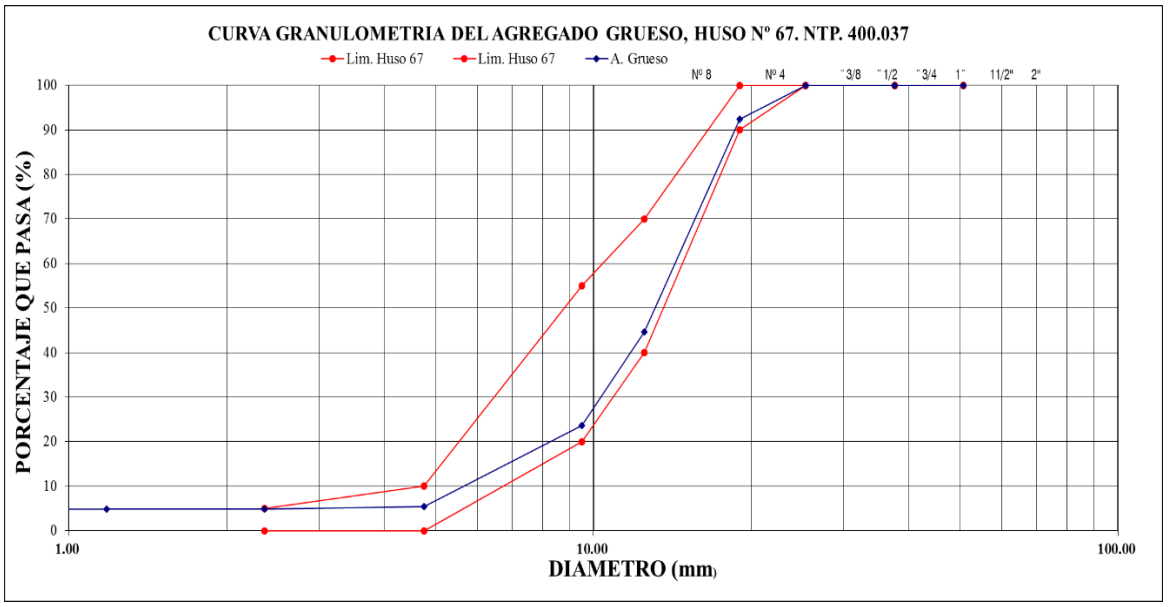


Figura 30. Curva granulométrica del agregado grueso.

4.3.2. Contenido de humedad.

El contenido de humedad de los materiales se obtuvo previo a la elaboración de cada tipo de mezcla de concreto, dichos valores se presentan a continuación.

Tabla 27. Contenido de humedad del agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino					
Descripcion	Tipo de mezcla				
	0%	1%	2%	4%	8%
Peso muestra húmeda (Pw)	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Peso muestra seca (Ps)	2 937	2 913	2 884	2 878	2 894
Contenido de humedad (C.H.)	2,15%	2,99%	4,02%	4,24%	3,66%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de humedad del agregado grueso					
Descripción	Tipo de mezcla				
	0%	1%	2%	4%	8%
Peso muestra húmeda (Pw)	5 000	5 000	5 020	5 000	5 000
Peso muestra seca (Ps)	4 980	4 919	4 946	4 925	4 905
Contenido de humedad (C.H.)	0,40%	1,65%	1,50%	1,52%	1,94%

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Peso específico y absorción.

Los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos teniendo como referencia las normas NTP 400.022 para el agregado fino y la NTP 400.021 para el agregado grueso se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 29. Peso específico y absorción del agregado fino.

Gravedad específica y absorción del agregado fino NTP 400.022				
Ensayo Nº	1	2	3	Promedio
Peso en el aire de la Muestra secada al horno (gr) a	490,00	490,00	490,00	
Peso del frasco lleno de agua (gr) b	702,91	707,54	704,42	
Peso total del Frasco aforado con muestra y lleno de agua (gr) c	1 010,7	1 022,00	1 018,30	
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr) s	500,00	500,00	500,00	
Peso específico de masa (gr/cm^3)	2,55	2,64	2,63	2,61
Absorción (%)	2,04	2,04	2,04	2,04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Gravedad específica y absorción de agregado grueso NTP 400.021				
Ensayo Nº	1	2	3	Promedio
Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr) a	4 445,00	4 448,00	4 445,00	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr) b	4 500,70	4 500,60	4 500,50	
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr) c	2 833,70	2 836,40	2 831,10	
Peso específico de masa (gr/cm^3)	2,67	2,67	2,66	2,67
Absorción (%)	1,25	1,18	1,25	1,23

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Peso unitario.

Los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos teniendo como referencia las normas NTP 400.017, se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 31. Peso unitario seco y compactado del agregado fino.

Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017)			
Ensayo Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4 190,00	4 190,00	4 190,00
Peso del recipiente + material (gr.)	9 064,00	9 088,00	9 075,00
Peso del material (gr.)	4 874,00	4 898,00	4 885,00
Factor (f)	0,353	0,353	0,353
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m^3)	1 722	1 731	1 726
Peso unitario seco compactado promedio			1 726 Kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32.Peso unitario seco y compactado del agregado grueso.

Peso unitario compactado del agregado grueso (NTP 400.017)			
Ensayo Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6 681,00	6 681,00	6 681,00
Peso del recipiente + material (gr.)	27 526,00	27 627,00	27 567,00
Peso del material (gr.)	20 845,00	20 946,00	20 886,00
Factor (f)	0,0741	0,0741	0,0741
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m^3)	1 545	1 552	1 548
Peso unitario seco compactado promedio			1 548 Kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Peso unitario suelto del agregado fino.

Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017)			
Ensayo Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4 190,00	4 190,00	4 190,00
Peso del recipiente + material (gr.)	8 693,00	8 707,00	8 720,00
Peso del material (gr.)	4 503,00	4 517,00	4 530,00
Factor (f)	0,353	0,353	0,353
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m^3)	1 591	1 596	1 600
Peso unitario seco suelto promedio			1 596 Kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Resultados de peso unitario suelto del agregado grueso.

Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017)			
Ensayo Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6 681,00	6 681,00	6 681,00
Peso del recipiente + material (gr.)	25 408,00	25 666,00	25 543,00
Peso del material (gr.)	18 727,00	18 985,00	18 862,00
Factor (f)	0,0741	0,0741	0,0741
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m^3)	1 388	1 407	1 398
Peso unitario seco suelto promedio			1 398 Kg/m^3

Fuente: Elaboración propia

4.4. Resultados del diseño de mezcla.

Desarrollando los procedimientos del acápite 3.3.6. Se presentan los resultados de la cantidad de materiales para la elaboración de 1 m^3 de concreto, estos materiales se presentan en las siguientes tablas en estado de secos, húmedos y para los diferentes tipos de mezcla.

Tabla 35. Materiales de diseño secos adicionando diferentes porcentajes de CCC.

Materiales de diseño secos para 1 m^3 de concreto adicionando diferentes porcentajes de CCC					
Adición de CCC	0%	1%	2%	4%	8%
Cemento (Kg)	349,23	349,23	349,23	349,23	349,23
Agua de diseño (L)	205,00	207,05	209,10	213,20	221,40
Agregado fino seco (Kg)	776,16	770,17	764,17	752,19	728,22
Agregado grueso seco (Kg)	974,46	966,93	959,41	944,36	914,27
CCC (Kg)	0,00	3,49	6,98	13,97	27,94

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Materiales de diseño corregidos por humedad adicionando diferentes porcentajes de CCC.

Materiales de diseño corregidos por humedad para 1 m^3 de concreto adicionando diferentes porcentaje de CCC					
Adicion de CCC	0%	1%	2%	4%	8%
Cemento (Kg)	349,23	349,23	349,23	349,23	349,23
Agua de diseño (L)	212,27	195,73	191,38	193,89	203,12
Agregado fino húmedo (Kg)	792,77	793,17	794,89	784,08	754,90
Agregado grueso húmedo (Kg)	978,39	982,86	973,80	958,75	931,98
CCC (Kg)	0,00	3,49	6,98	13,97	27,94

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Resultados de ensayos en concreto fresco.

Se presentan las siguientes tablas que muestran los ensayos realizados al concreto fresco, de las cuales se generarán gráficas independientes para cada ensayo, con la finalidad de realizar un análisis de los concretos con diferente porcentaje de CCC.

Tabla 37. Resultados obtenidos de la mezcla patrón.

Descripción	Slump (pul)	Temperatura	Contenido de aire	Peso Unitario
muestra 01	4,50	27,50	1,50	2,479
muestra 02	4,00	27,40	1,20	2,448
muestra 03	4,00	27,60	1,40	2,457
muestra 04	4,50	27,30	1,30	2,468
Promedio	4,25	27,45	1,35	2,463

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Resultados obtenidos de la mezcla con 1% de CCC.

Descripción	Slump (pul)	Temperatura	Contenido de aire	Peso Unitario
muestra 01	3,25	27,70	1,60	2,443
muestra 02	3,25	27,30	1,30	2,441
muestra 03	3,00	27,50	1,40	2,442
muestra 04	3,50	27,50	1,50	2,442
Promedio	3,25	27,50	1,45	2,442

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Resultados obtenidos de la mezcla con 2% de CCC.

Descripción	Slump (pul)	Temperatura	Contenido de aire	Peso Unitario
muestra 01	3,25	27,60	1,50	2,440
muestra 02	3,00	27,50	1,60	2,436
muestra 03	3,00	27,70	1,50	2,442
muestra 04	2,75	27,40	1,60	2,443
Promedio	3,00	27,55	1,55	2,440

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Resultados obtenidos de la mezcla con 4% de CCC.

Descripción	Slump (pul)	Temperatura	Contenido de aire	Peso Unitario
muestra 01	2,50	27,50	1,80	2,434
muestra 02	3,00	27,70	1,80	2,422
muestra 03	2,75	27,40	1,70	2,425
muestra 04	2,75	27,80	1,90	2,425
Promedio	2,75	27,60	1,80	2,427

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Resultados obtenidos de la mezcla con 8% de CCC.

Descripción	Slump (pul)	Temperatura	Contenido de aire	Peso Unitario
muestra 01	1,00	27,90	2,00	2,390
muestra 02	1,50	27,80	2,20	2,388
muestra 03	1,25	27,80	2,10	2,389
muestra 04	1,25	27,90	2,10	2,388
Promedio	1,25	27,85	2,10	2,389

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Resumen de los ensayos realizados en concreto fresco.

Descripción	Muestra. 0% CCC	Muestra. 1% CCC	Muestra. 2% CCC	Muestra. 4% CCC	Muestra. 8% CCC
Slump (pulg)	4,25	3,25	3,00	2,75	1,25
Temperatura (°C)	27,45	27,50	27,55	27,60	27,85
Contenido de aire (%)	1,35%	1,45%	1,55%	1,80%	2,10%
Peso Unitario (gr/cm^3)	2,463	2,442	2,440	2,427	2,389

Fuente: Elaboración propia.

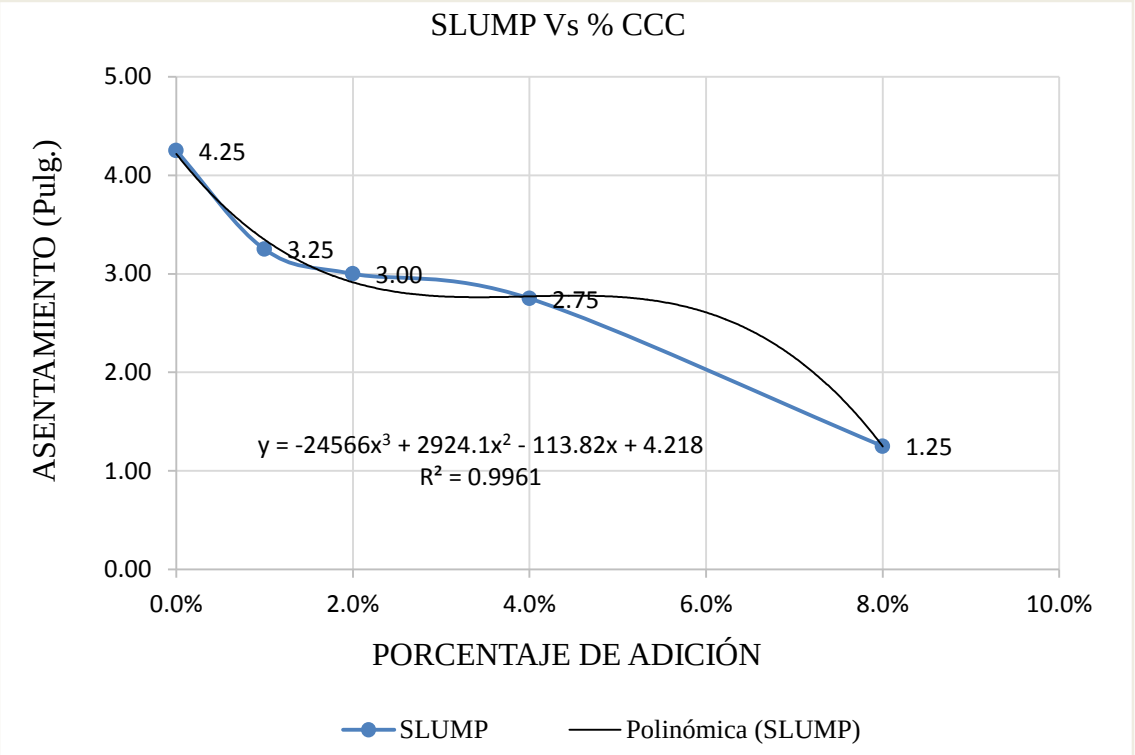


Figura 31. Variación de slump

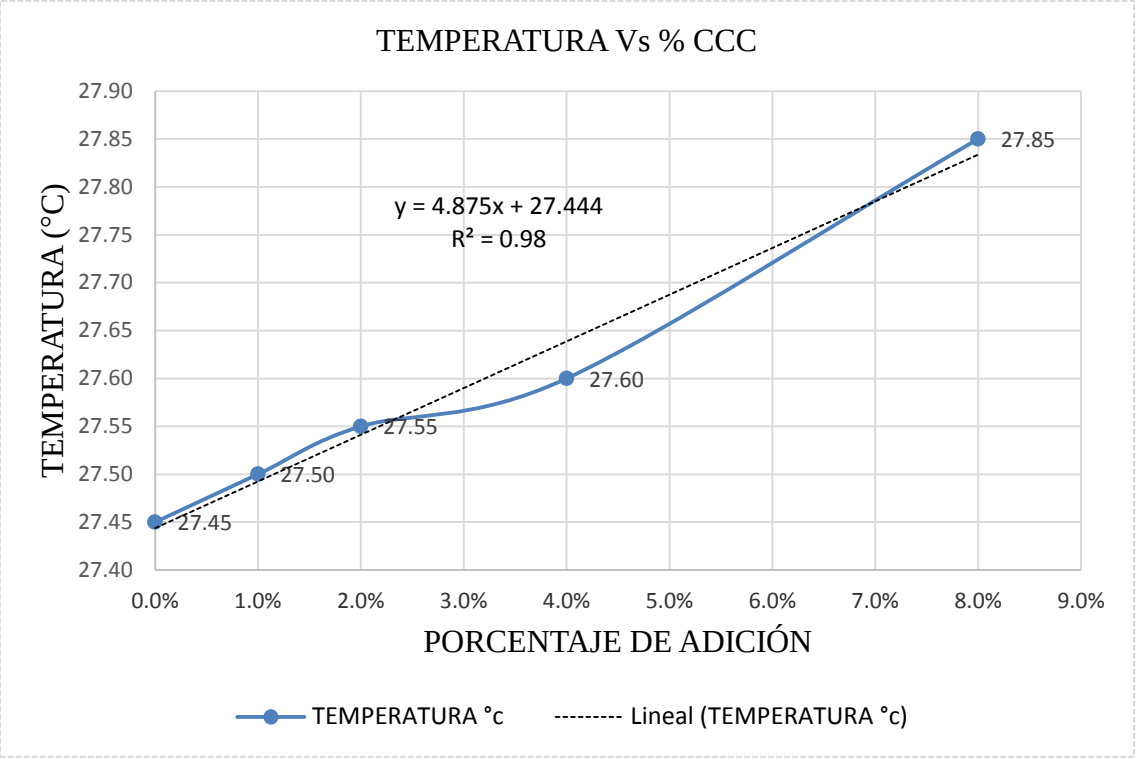


Figura 32. Variación de temperatura.

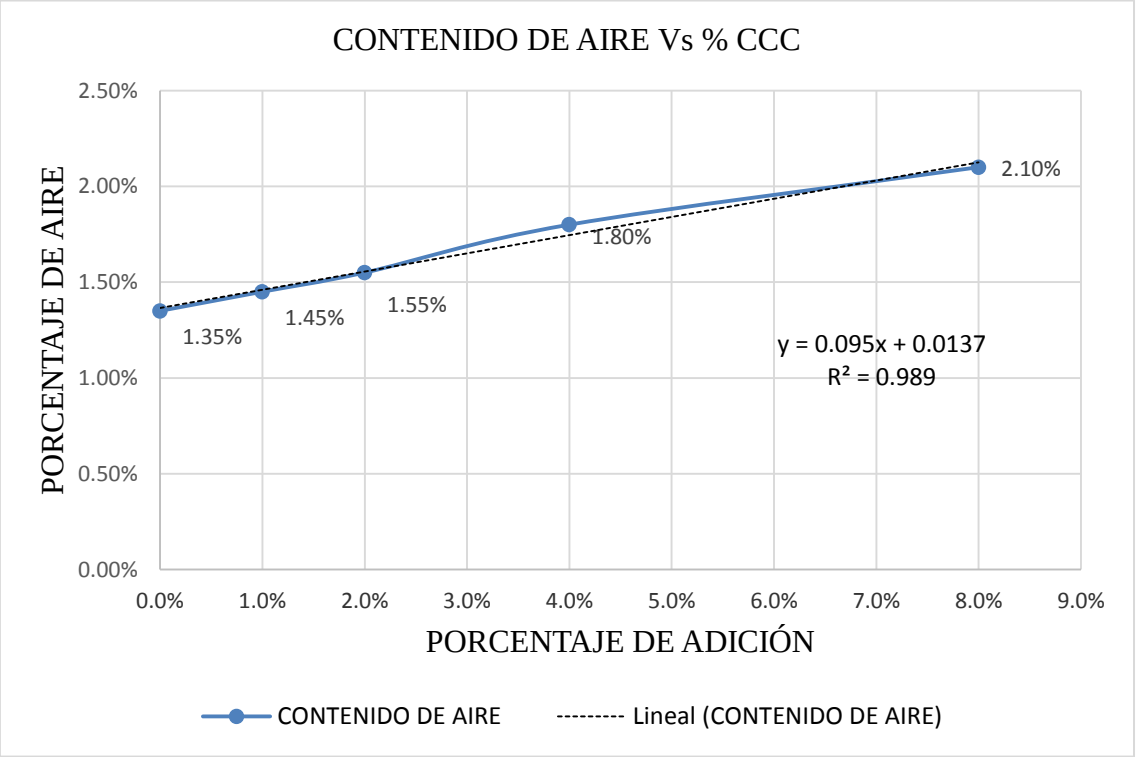


Figura 33. Variación del contenido de aire.

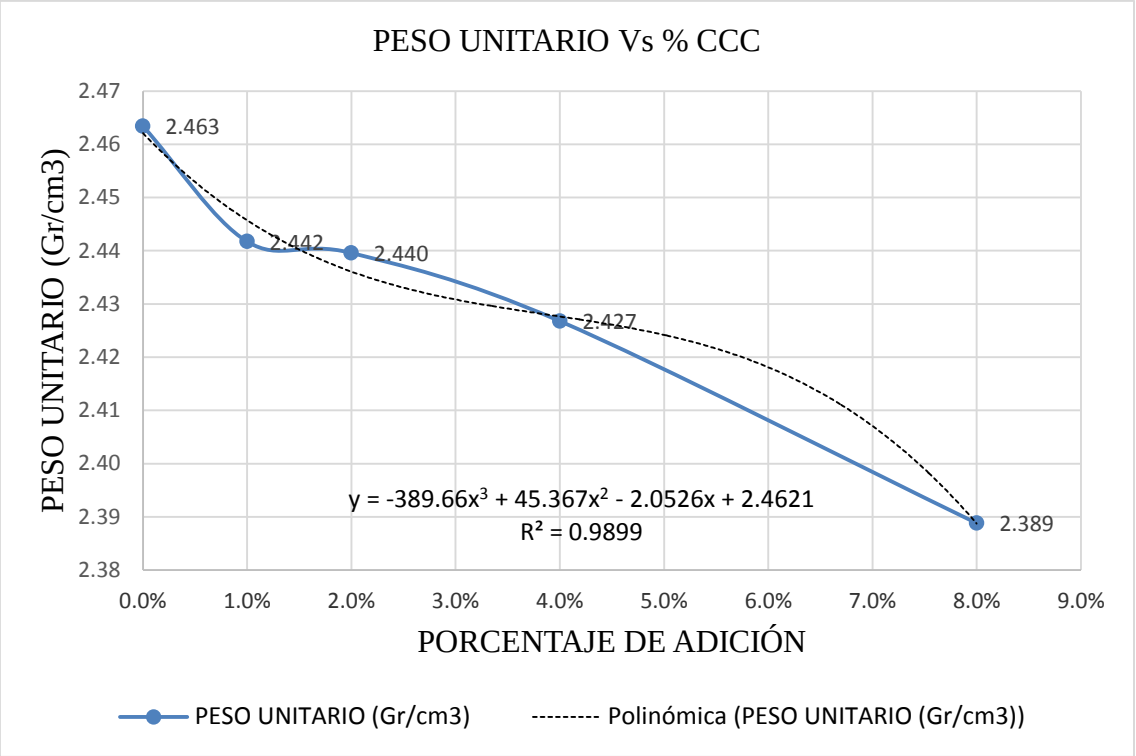


Figura 34. Variación del peso unitario.

4.6. Resultados de ensayos en concreto endurecido.

4.6.1. Resistencia a la compresión.

Se ensayaron un total de 150 testigos de concreto de los cuales 30 fueron del concreto patrón y 120 para concreto adicionado, 30 por cada dosificación de adición de CCC.

Tabla 43. Resistencia a compresión de los especímenes a los 7 días.

Identificación	**Patrón**	**Muestras de concreto endurecido**			
		Con 1% de CCC	**Con 2% de CCC**	**Con 4% de CCC**	**Con 8% de CCC**
Adición de CCC	0,00%	1,00%	2,00%	4,00%	8,00%
Edad (días)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
f´c diseño (Kg/cm^2)	280,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Resistencia máxima promedio (Kg/cm^2)	241,56	262,04	241,89	217,50	165,09
Porcentaje alcanzado	86,27%	93,59%	86,39%	77,68%	58,96%

Fuente: Elaboración propia.

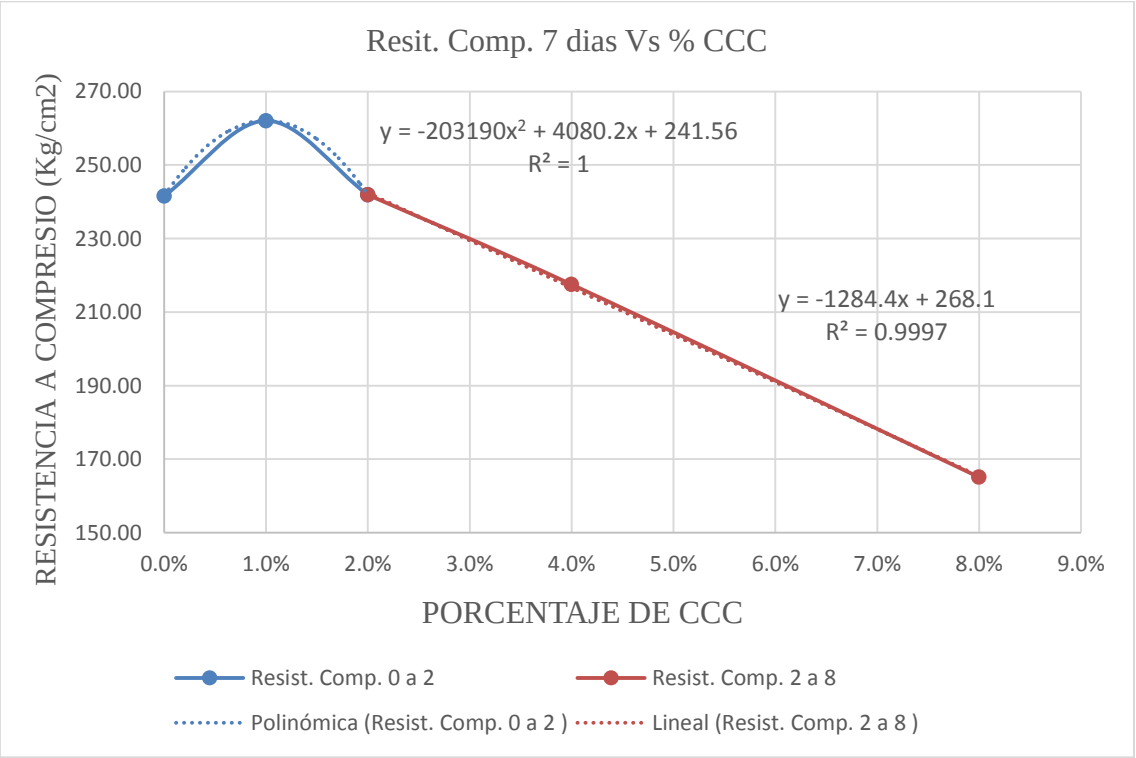


Figura 35. Resistencia a compresión de los especímenes a los 7 días.

Tabla 44. Resistencia a compresión de los especímenes a los 14 días.

	Muestras de concreto endurecido				
Identificación	**Patrón**	**Con 1% de CCC**	**Con 2% de CCC**	**Con 4% de CCC**	**Con 8% de CCC**
Adición de CCC	0,00%	1,00%	2,00%	4,00%	8,00%
Edad (días)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
f´c diseño (Kg/cm^2)	280,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Resistencia máxima promedio (Kg/cm^2)	270,89	306,33	291,99	244,09	200,71
Porcentaje alcanzado	96,75%	109,40%	104,28%	87,18%	71,68%

Fuente: Elaboración propia.

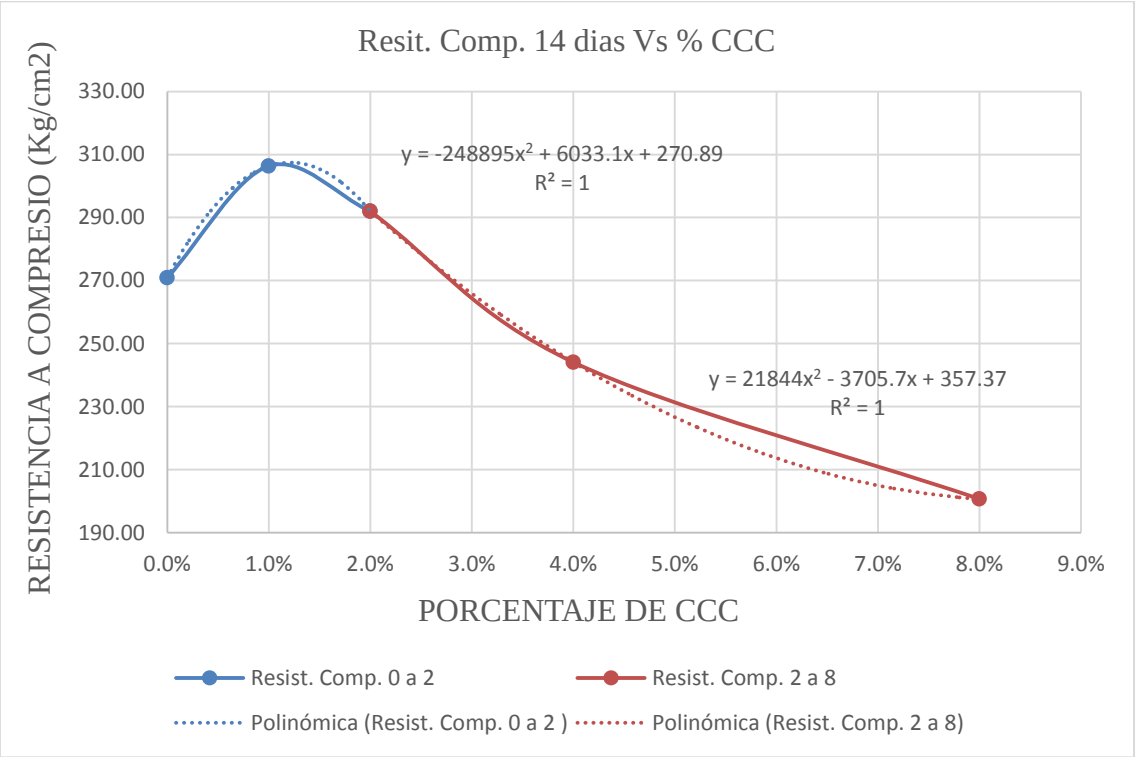


Figura 36. Resistencia a compresión de los especímenes a los 14 días.

Tabla 45. Resistencia a compresión de los especímenes a los 28 días.

Identificación	**Patrón**	**Muestras de concreto endurecido**			
		Con 1% de CCC	**Con 2% de CCC**	**Con 4% de CCC**	**Con 8% de CCC**
Adición de CCC	0,00%	1,00%	2,00%	4,00%	8,00%
Edad (días)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
f´c diseño (Kg/cm^2)	280,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Resistencia máxima promedio (Kg/cm^2)	305,38	342,59	319,67	257,21	209,53
Porcentaje alcanzado	109,06%	122,35%	114,17%	91,86%	74,83%

Fuente: Elaboración propia.

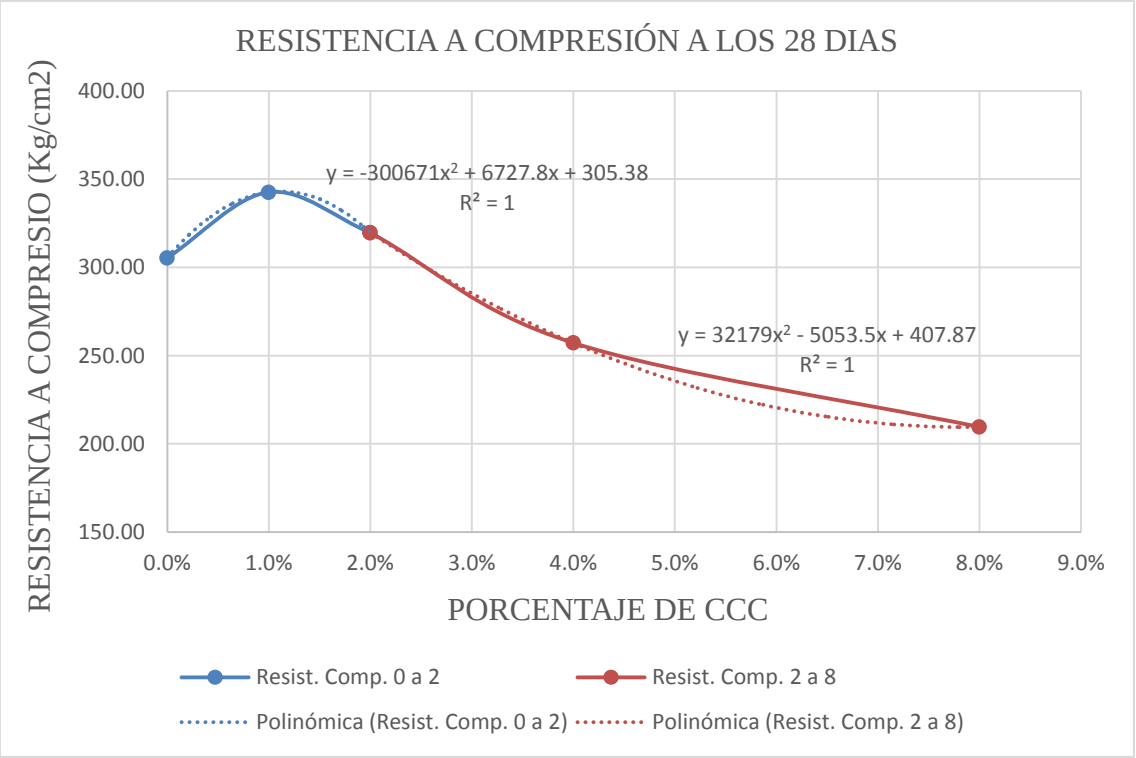


Figura 37. Resistencia a compresión de los especímenes a los 28 días.

Tabla 46. Resistencia a compresión promedio (Kg/cm^2) del concreto endurecido

Edad	CCC 0.0 %	CCC 1.0 %	CCC 2.0 %	CCC 4.0 %	CCC 8.0 %
7	241,56	262,04	241,89	217,50	165,09
14	270,89	306,33	291,99	244,09	200,71
28	305,38	342,59	319,67	257,21	209,53

Fuente: Elaboración propia.

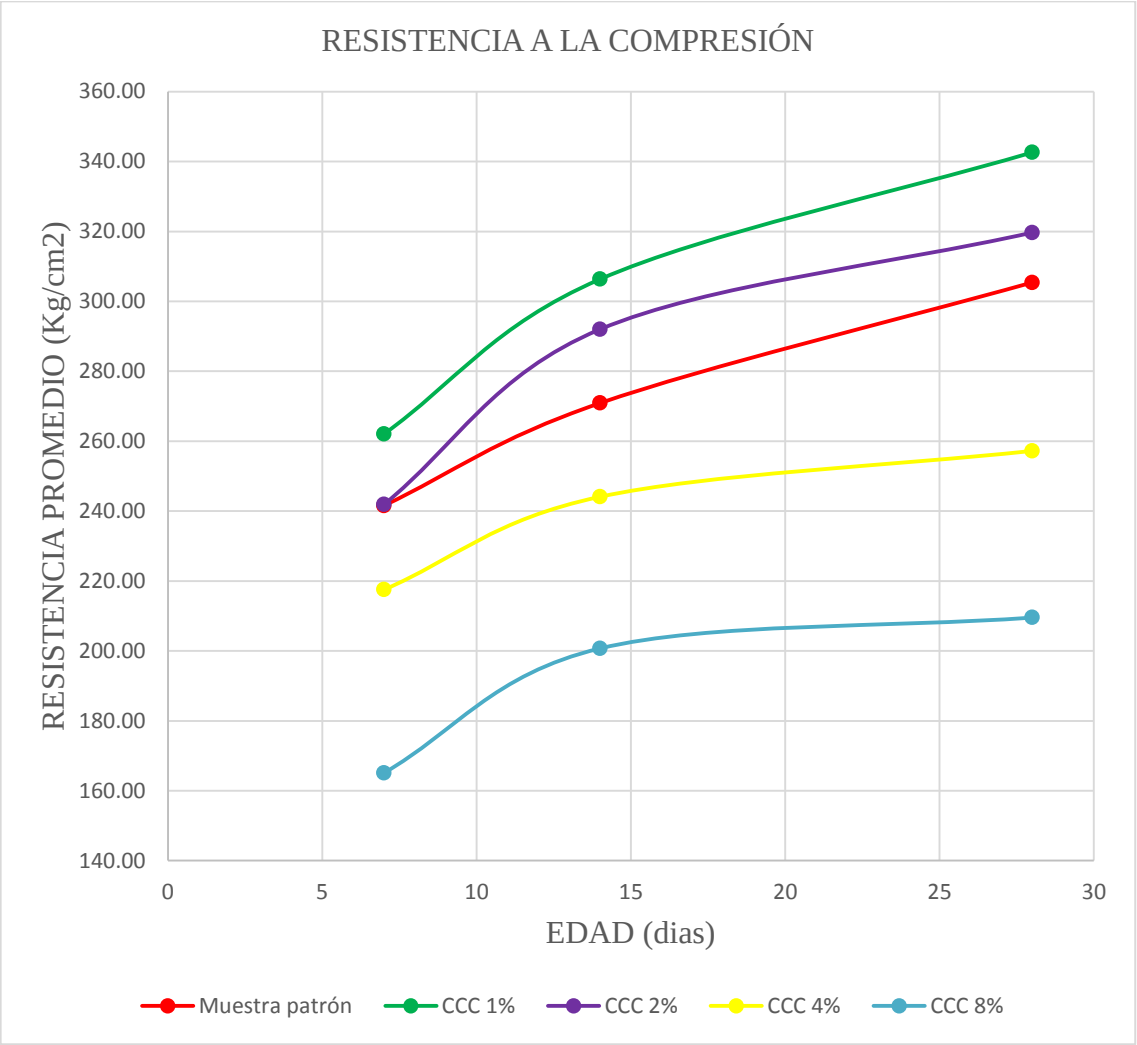


Figura 38. Resistencia a compresión promedio de los especímenes de concreto.

4.6.2. Peso unitario del concreto endurecido

Tabla 47. Peso unitario de concreto endurecido.

Muestra	**peso unitario del concreto endurecido (gr/cm^3)** porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de café (CCC)				
	0,00%	1,00%	2,00%	4,00%	8,00%
1	2,409	2,366	2,364	2,341	2,369
2	2,413	2,383	2,370	2,370	2384
3	2,356	2,370	2,369	2,383	2,378
4	2,384	2,356	2,383	2,367	2,339
5	2,378	2,357	2,362	2,346	2,335
6	2,376	2,365	2,351	2,380	2,342
7	2,363	2,374	2,371	2,340	2,354
8	2,365	2,365	2,393	2,380	2,351
9	2,404	2,376	2,377	2,384	2,356
10	2,392	2,389	2,359	2,383	2,320
11	2,405	2,372	2,399	2,317	2,274
12	2,394	2,374	2,374	2,338	2,366
13	2,371	2,376	2,370	2,376	2,338
14	2,374	2,360	2,326	2,324	2,305
15	2,371	2,350	2,341	2,322	2,343
16	2,362	2,367	2,357	2,379	2,327
17	2,370	2,368	2,394	2,352	2,357
18	2,371	2,385	2,332	2,319	2,317
19	2,337	2,376	2,366	2,350	2341
20	2,371	2,365	2,428	2,354	2,318
21	2,343	2,369	2,348	2,341	2,283
22	2,365	2,379	2,363	2,363	2,325
23	2,347	2,382	2,349	2,352	2,315
24	2,370	2,382	2,362	2,378	2,314
25	2,375	2,347	2,366	2,386	2,325
26	2,366	2,359	2,396	2,349	2,305
27	2,369	2,361	2,353	2,351	2,366
28	2,371	2,396	2,358	2,387	2,326
29	2,395	2,370	2,412	2,398	2,351
30	2,406	2,373	2,389	2,376	2,350
Promedio	2,376	2,370	2,369	2,360	2,336

Fuente: Elaboración propia.

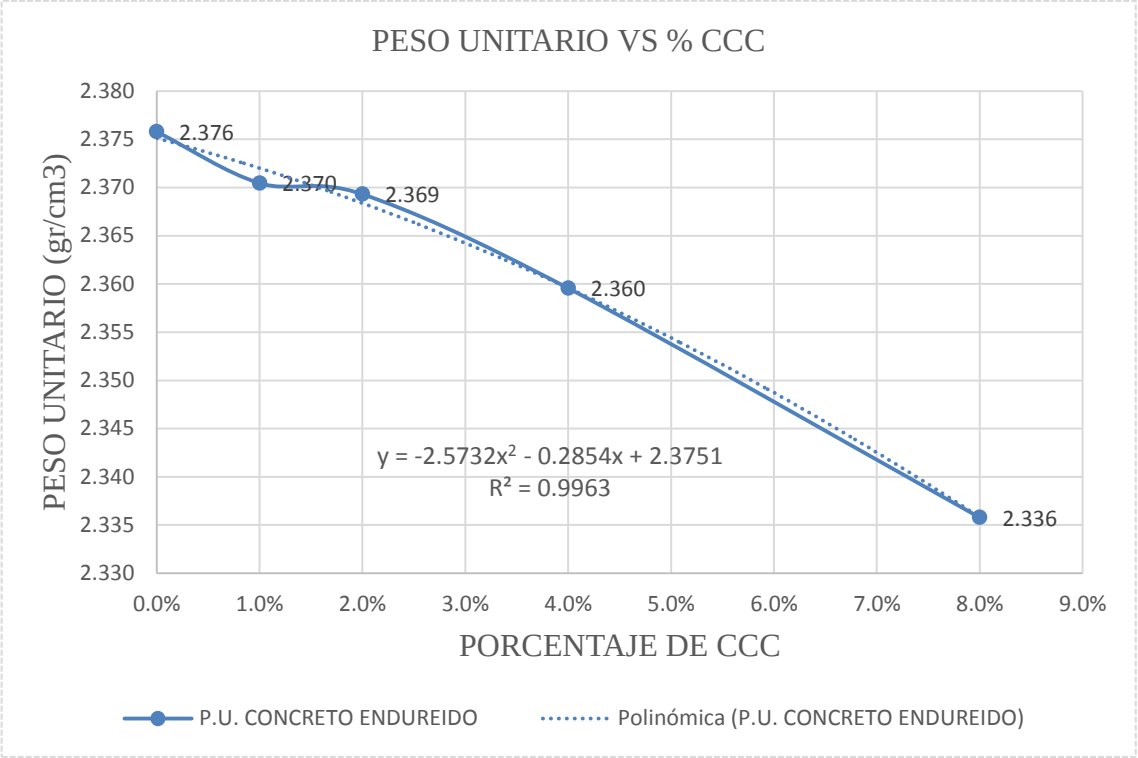


Figura 39. Peso unitario de concreto endurecido.

V. DISCUSIÓN

La ceniza utilizada como adición para la elaboración de las mezclas tiene componentes químicos como: óxido férrico (Fe_2O_3) con un porcentaje de 4,76%, óxido de calcio (CaO) 24, 42%, óxido de silicio (SiO_2) 9,8%, silicio (Si) 4,58%, carbonato de calcio ($CaCO_3$) en un 43.2%; estos elementos forman parte de la composición química del cemento, además disminuyen ligeramente la trabajabilidad y mejoran la resistencia a compresión del concreto. El peso específico de la ceniza de cascarilla de café (CCC) es de 1,14 gr/cm^3 y la fineza que se seleccionó fue pasante de la malla N° 100 por tener un color crema, no se llevó a la molienda porque el objetivo era observar el fenómeno de la CCC en las propiedades en su forma original, solo tamizada.

Los agregados se ajustan a los requerimientos granulométricos que estipula la norma NTP 400.037, el agregado grueso a través del huso granulométrico 67, con T.M.N de ¾” y mg = 6,55 y para el agregado fino un mf = 3,12.

El contenido de humedad de los agregados varió de acuerdo a la temperatura ambiente, en el agregado fino se obtuvo porcentajes de humedad entre los intervalos de 2,15 hasta 4,24%; en el agregado grueso el contenido de humedad fue más bajo teniendo variaciones de 0,40 hasta 1,94%.

Para obtener el peso específico de los agregados se hicieron tres pruebas obteniendo un promedio como a continuación se indica: en el agrega fino se obtuvo Pe = 2,61gr/cm^3 y una absorción de 2,04% de acuerdo a la norma NTP 400.022 y en el agregado grueso se tuvo un Pe = 2,67 gr/cm^3 y una absorción de 1,23% de acuerdo a la norma NTP 400.021.

El peso unitario de los agregados se realiza de acuerdo a las especificaciones de la norma NTP 400.017 y también se elaboraron tres pruebas, en el agregado fino se obtuvo el peso unitario compactado de 1 726 Kg/m^3 y peso unitario suelto 1 596 Kg/m^3; en el agregado grueso se tuvo como peso unitario compactado 1 548Kg/m^3 y peso unitario suelto de 1 398 Kg/m^3.

La densidad o peso específico del cemento portland tipo I que se utilizó como componente de la mezcla fue de 3,10 gr/cm^3 de acuerdo a cementos Pacasmayo 2017.

El diseño de mezcla se realizó por el método del módulo de finura de la combinación de agregados y también se consideró que la resistencia f´c = 280 Kg/cm^2 sea igual a la resistencia promedio f´cr, ya que es una investigación comparativa no es necesario tener un margen de seguridad; por lo tanto, la elección de agua material cementante (a/c) = 0,587

En el diseño de mezclas se observó una disminución uniforme del agregado fino y agregado grueso, conforme se aumenta el porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de café (CCC). Esto se debe a que la CCC ocupa mayor volumen a medida que se le agrega más porcentaje, al tener mayor volumen de material cementante, se refleja una reducción del volumen de agregados.

El asentamiento disminuye a medida que aumenta el porcentaje de adición de CCC debido a que ésta contiene carbonato de calcio en su composición química. Disminuyendo en 23.5%, 29.4%, 35.3% y 70.6%, con respecto a la muestra patrón; por lo tanto, se ve afectada directamente la trabajabilidad.

Tabla 48. Variación del asentamiento slump respecto a los porcentajes de CCC.

DESCRIPCIÓN	Mezcla Patrón	Mezcla 1% CCC	Mezcla 2% CCC	Mezcla 4% CCC	Mezcla 8% CCC
SLUMP (pulg)	4,25	3,25	3,00	2,75	1,25

Fuente: Elaboración propia.

Podemos decir que el concreto patrón y los adicionados con 1%, 2% de CCC tienen una consistencia plástica y los concretos adicionados con 4% y 8% CCC presentan una consistencia seca. La ecuación que describe a la trabajabilidad para las condiciones de las mezclas utilizadas en esta investigación es la siguiente:

$$y = 892857x^4 - 145833x^3 + 7500x^2 - 161.31x + 4.25$$

Siendo:

Y = Slump en pulgadas

X = Porcentaje de adición de CCC

La temperatura se incrementa a medida que se incorpora mayor porcentaje de adición, en el concreto patrón se tiene una temperatura de 27,45°C, en el concreto adicionado con 1% CCC de 27,50°C, concreto con adición de 2% CCC de 27,55°C, concreto con adición de 4% CCC de 27,60 y concreto con adición de 8% CCC de 27,85°C; obteniendo 1,45% de incremento de temperatura con respecto al concreto patrón y el concreto adicionado con 8% CCC.

El contenido de aire del concreto se determinó con el método de Presión (Olla de Washington), obteniendo como resultados un aumento constante a medida que se incorpora mayor adición teniendo un valor de 1,35% para la muestra patrón y un máximo de 2,1% en la muestra con adición de 8% de CCC.

El peso unitario del concreto fresco tiene los siguientes resultados: concreto patrón 2,463gr/cm^3, concreto con adición de 1% CCC de 2,442 gr/cm^3, concreto con adición de 2% CCC de 2,44 gr/cm^3, concreto con adición de 4% CCC de 2,427 gr/cm^3 y concreto con adición de 8% CCC 2,389 gr/cm^3; esta variación se debe a que la CCC con peso específico de 1,14 gr/cm^3 ocupa un volumen en la mezcla y disminuye la cantidad de agregados que tienen pesos específicos más elevados. Donde se puede notar una variación de disminución en un 3% entre el concreto patrón y el adicionado con 8% CCC.

La resistencia a compresión en los especímenes de concreto varía de acuerdo al porcentaje de adición de CCC y de la edad en la que se ha realizado la rotura (7, 14 y 28 días). Las ecuaciones que describen la resistencia a compresión son:

$$f'c_7 = -20\,3190x^2 + 4\,080.2x + 241.56 \ldots\ldots\ldots si\ 0 \leq x \leq 2$$

$$f'c_7 = -1\,284.4x + 268.1 \ldots\ldots\ldots si\ 2 \leq x \leq 8$$

$$f'c_{14} = -248895x^2 + 6033.1x + 270.89 \ldots\ldots\ldots si\ 0 \leq x \leq 2$$

$$f'c_{14} = 21844x^2 - 3705.7x + 357.37 \ldots\ldots\ldots si\ 2 \leq x \leq 8$$

$$f'c_{28} = -300671x^2 + 6727.8x + 305.38 \ldots\ldots\ldots si\ 0 \leq x \leq 2$$

$$f'c_{28} = 32179x^2 - 5053.5x + 407.87 \ldots\ldots\ldots si\ 2 \leq x \leq 8$$

Siendo:

$f'c_7$ = resistencia a compresión a los 7 días

$f'c_{14}$ = resistencia a compresión a los 14 días

$f'c_{28}$ = resistencia a compresión a los 28 días

x= porcentaje de adición de CCC

El concreto adicionado con 1% de CCC, a los 14 días generó una resistencia a compresión superior a la del concreto patrón en 28 días; por lo que podemos decir que esta adición funcionó como un acelerante de resistencia a compresión.

La máxima resistencia alcanzada a los 7, 14 y 28 días fue al adicionar el 1% de CCC generando respectivamente el 8,48%, 13,1% y 12,2% más de resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón.

En el ámbito local existe una investigación relacionada al tema, "DISEÑO DE CONCRETO F'C=250 KG/CM^2 REFORZADO CON CASCARILLA DE CAFÉ EN LA CIUDAD DE JAÉN", donde se logró establecer que la resistencia a la compresión, con adición de ceniza hace que la resistencia aumente conforme aumenta la adición llegando hasta 8,65% a los 28 días en la más alta dosis, además se observa que el porcentaje de aumento a los 28 días es mayor que a los 7 días en todas las dosis. (Rodriguez Soberón, 2017).

A continuación, un cuadro comparativo, donde se establecerán las diferencias más relevantes entre las investigaciones:

Tabla 49. Comparación de investigaciones.

CUADRO COMPARATIVO		
	(RODRIGUEZ, 2017)	INVESTIGACIÓN ACTUAL
Estado de utilización de CCC	Recogida, molida y luego tamizada	Recogida, quemada por auto-combustión y luego tamizada
Color	Gris	Crema
Peso específico	2,15 gr/cm^3	1,14 gr/cm^3
Elemento químico predominante en la CCC	Silicio	Calcio
Cantidad de CCC utilizada	5%, 10% y 15%	1%, 2%, 4% y 8%
Trabajabilidad	Disminuye a > adición	Disminuye a > adición
Resistencia a compresión	Aumenta en 8.65% con 15% CCC	Aumenta en 12.2% con 1% CCC
f´c (resistencia)	250 Kg/cm^2	280 Kg/cm^2
f´cr	334 Kg/cm^2	280 Kg/cm^2
N° de testigos ensayados	36 und.	120 und.
Muestras tomadas para que tipo de análisis	No estadístico	Estadístico
Edades de ensayo de testigos de concreto	7 y 28 días	7,14 y 28 días
Muestras de concreto patrón y adicionado	No alcanzan la resistencia promedio para la cual fueron diseñadas	Superan la resistencia promedio la muestra patrón y las adicionadas con 1% y 2% CCC

Fuente: Elaboración propia

5.1. Análisis estadístico.

Se ha realizado con la finalidad de obtener la confiabilidad de los resultados obtenidos en ensayos de concreto fresco como: slump, peso unitario, contenido de aire y temperatura y en concreto endurecido los testigos o especímenes; para que nos conduzcan a establecer conclusiones válidas de acuerdo a los objetivos trazados en esta investigación.

5.1.1. Resultados analizados en concreto fresco

Para el análisis de datos obtenidos en concreto fresco de todos los ensayos, se han realizado cuatro pruebas tanto de la muestra patrón como de las adicionadas; mostrándose a continuación los resultados obtenidos, que en todos los casos podemos deducir que son los resultados confiables para dar las conclusiones respectivas.

Tabla 50. Análisis estadístico del slump

Resultados de slump obtenidos en el programa statistix 8

Ensayo	MP	CCC 1%	CCC 2%	CCC 4%	CCC 8%	media	C. V.
Slump	4.25	3.25	3	2.75	1.25	2.90	7.71

Fuente: Elaboración propia

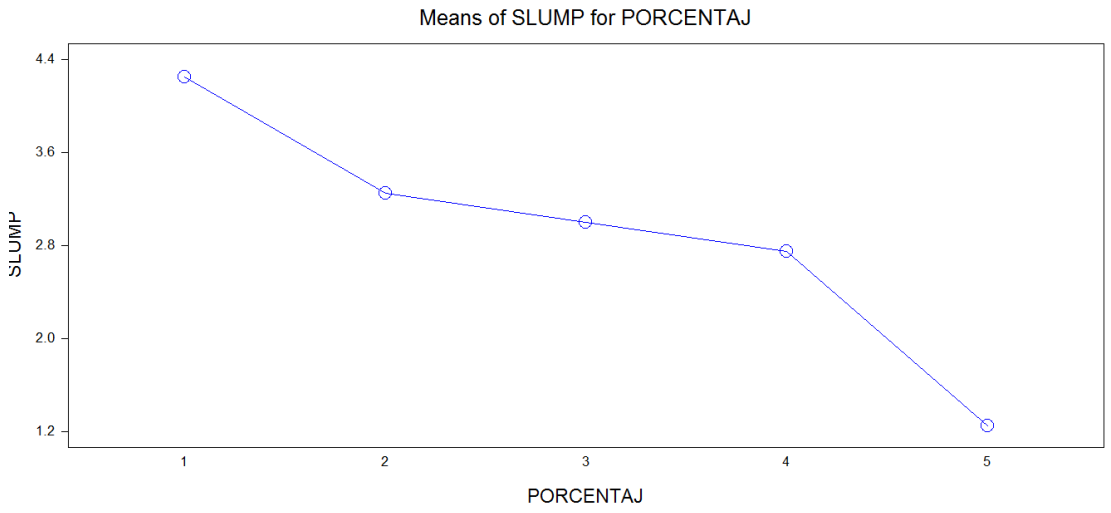


Figura 40. Slump vs porcentaje de ccc statistix 8.

Tabla 51. Análisis estadístico del peso unitario concreto fresco

Resultados de Peso Unitario obtenidos en el programa statistix 8

Ensayo	MP	CCC 1%	CCC 2%	CCC 4%	CCC 8%	media	C. V.
Peso unitario (gr/cm3)	2.4630	2.4420	2.4402	2.4265	2.3887	2.4321	0.27

Fuente: Elaboración propia

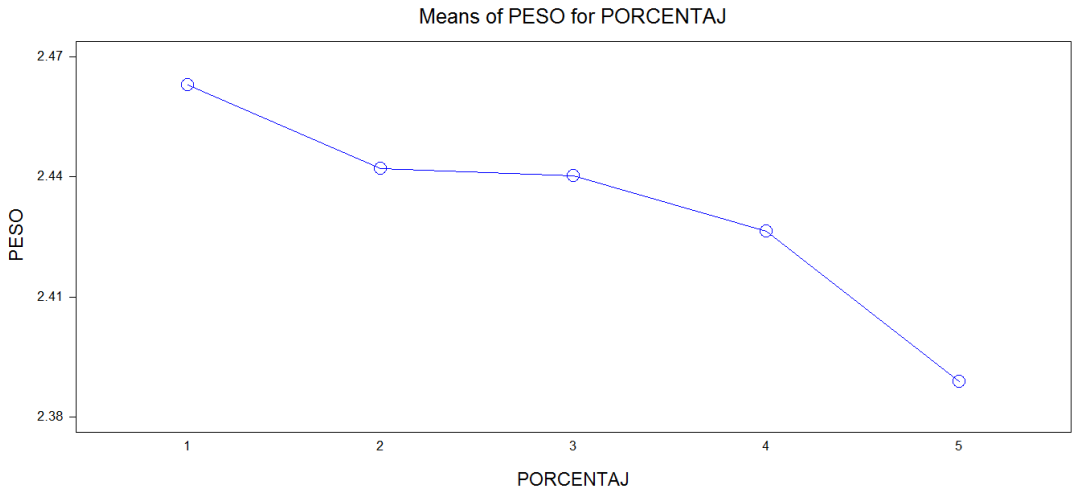


Figura 41. Peso Unitario vs porcentaje de ccc statistix 8.

Tabla 52. Análisis estadístico del contenido de aire

Resultados de Contenido de Aire obtenidos en el programa statistix 8

Ensayo	MP	CCC 1%	CCC 2%	CCC 4%	CCC 8%	media	C. V.
Contenido de aire (%)	1.35	1.45	1.55	1.80	2.10	1.65	6.06

Fuente: Elaboración propia

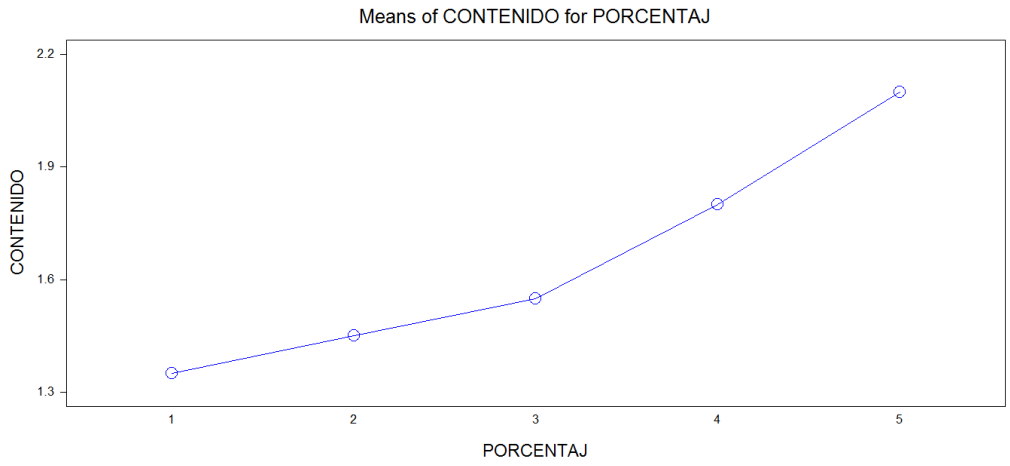


Figura 42. Contenido de aire vs porcentaje de ccc statistix 8.

Tabla 53. Análisis estadístico de la temperatura

Resultados de Temperatura del concreto fresco obtenidos en el programa statistix 8							
Ensayo	MP	CCC 1%	CCC 2%	CCC 4%	CCC 8%	media	C. V.
Temperatura (°C)	27.45	27.50	27.55	27.60	27.85	27.59	0.50

Fuente: Elaboración propia

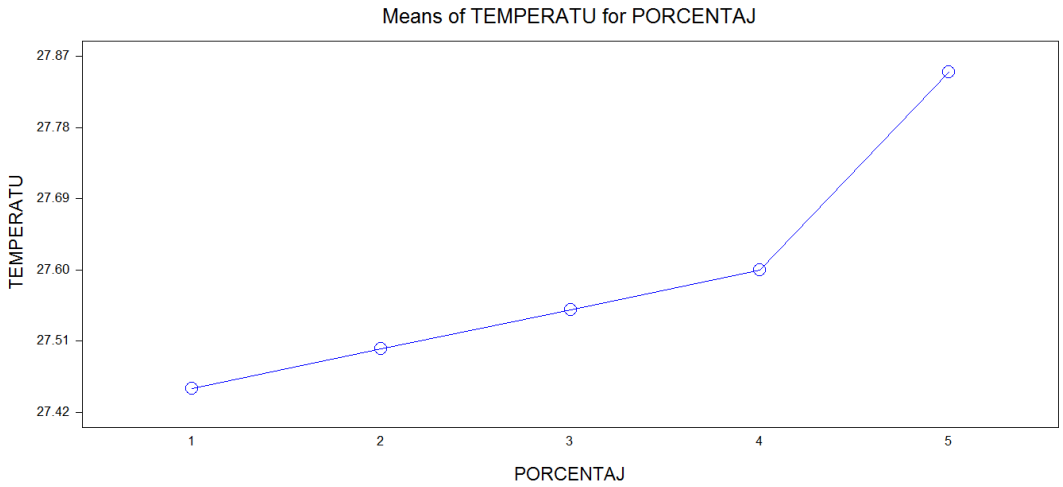


Figura 43. Temperatura vs porcentaje de ccc statistix 8.

5.1.2. Resultados analizados en concreto endurecido

Para el análisis de datos obtenidos en concreto endurecido, se han realizado 150 testigos tanto de la muestra patrón como de las adicionadas, dividiéndose en 30 por categoría (porcentaje de adición CCC) y 10 para los 7,14 y 28 días de rotura; mostrándose a continuación los resultados obtenidos, que en todos los casos podemos deducir que son los resultados confiables para dar las conclusiones respectivas.

Tabla 54. Análisis estadístico de la resistencia a compresión a los 7,14 y 28 días

Resultados de resistencia a compresión obtenidos en el programa statistix 8							
Edad	CCC 0%	CCC 1%	CCC 2%	CCC 4%	CCC 8%	media	C. V.
7	241.56	262.04	241.89	217.5	165.09	225.62	3.29
14	270.89	306.33	291.99	244.09	200.71	262.8	3.48
28	305.38	342.59	319.67	257.21	209.53	286.88	3.27

Fuente: Elaboración propia

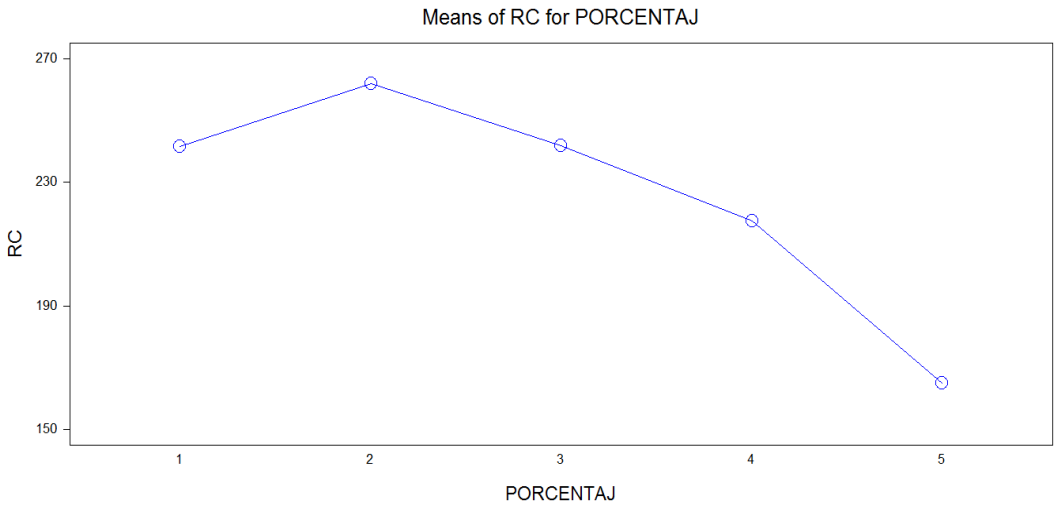


Figura 44. Resistencia a compresión a los 7 días vs porcentaje de ccc statistix 8.

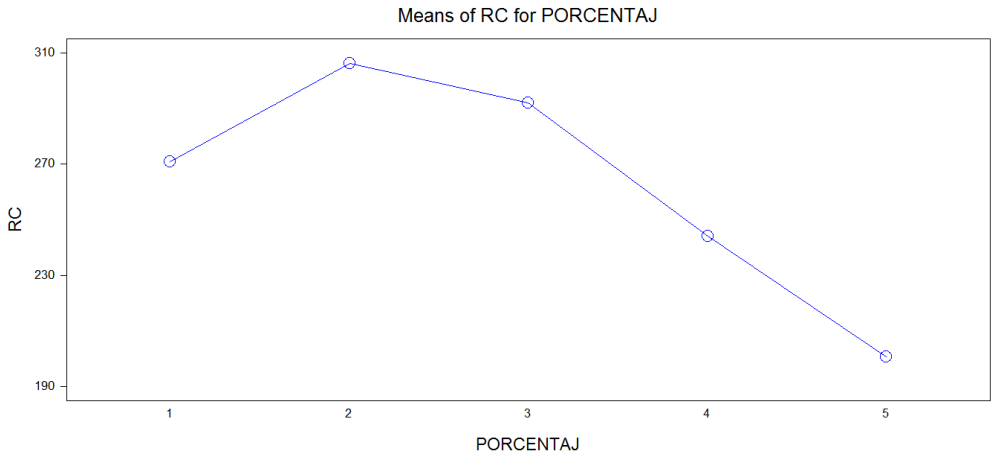


Figura 45. Resistencia a compresión a los 14 días vs porcentaje de ccc statistix 8.

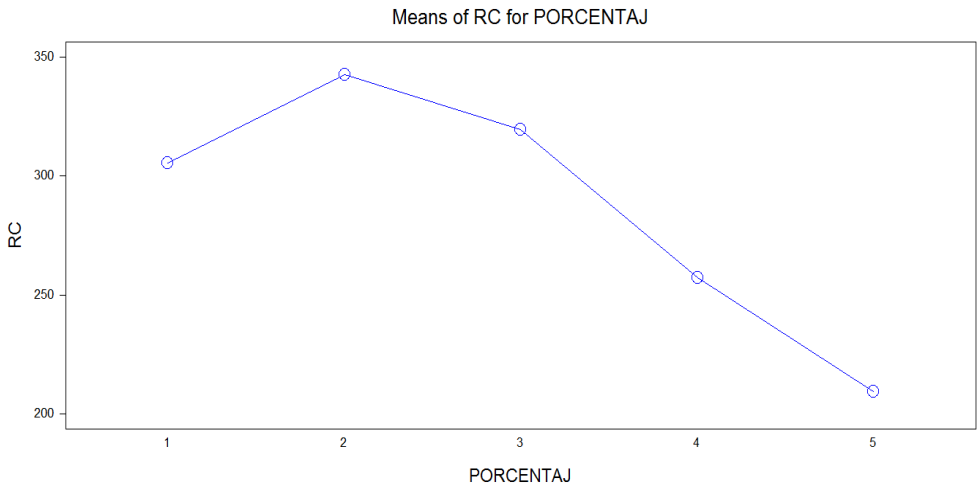


Figura 46. Resistencia a compresión a los 28 días vs porcentaje de ccc statistix 8.

También se ha evaluado el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto (testigos) mediante el uso de los parámetros de la desviación estándar y coeficiente de variación, de acuerdo a la tabla:

Tabla 55. Valores de dispersión en control del concreto

Dispersión total					
	Desviación standard para diferentes grados de control (Kg/cm^2)				
Clase de operación	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSIÓN DE TESTIGOS					
Clase de operación	coeficiente de variación diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: (Pasquel Carbajal, 1998 segunda edición)

De los valores obtenidos de resistencia a la compresión, se calcularon las desviaciones estándar y coeficientes de variación, a través de las siguientes fórmulas:

$$D_s = \sqrt{\frac{\Sigma(x - xprom)^2}{(n-1)}}$$

Dónde:

$D_s =$ Desviación estándar

Xprom = Resistencia Promedio

X = Resistencia individual

n = Número de ensayos

$$C_v = \frac{D_s}{xprom} * 100$$

Dónde:

$C_v =$ Coeficiente de variación

$D_s =$ Desviación estándar

Xprom = Resistencia Promedio

Tabla 56. Coeficiente de variación y desviación estándar de la resistencia a compresión.

Edad (días)	**CCC**	**X prom (Kg/cm^2)**	**Ds**	**Cv**
7	0%	241,56	6,00	2,48 %
14	0%	270,89	10,75	3,97 %
28	0%	305,38	12,30	4,03 %
7	1%	262,04	7,87	3,00 %
14	1%	306,33	10,54	3,44 %
28	1%	342,59	7,53	2,20 %
7	2%	241,89	8,52	3,52 %
14	2%	291,99	10,29	3,52 %
28	2%	319,67	11,47	3,59 %
7	4%	217,50	8,79	4,04 %
14	4%	244,09	6,10	2,50 %
28	4%	257,21	8,60	3,34 %
7	8%	165,09	5,23	3,17 %
14	8%	200,71	6,95	3,46 %
28	8%	209,53	4,76	2,27 %

Fuente: Elaboración propia

La desviación estándar cumple con los diferentes grados de control de excelente, muy bueno y bueno; por lo tanto, los datos obtenidos son eficientes y también tenemos al coeficiente de variación de datos que cumple en su totalidad muy bueno y bueno.

A continuación, tenemos la resistencia medidas a compresión cumpliendo con la curva.

Tabla 507. Resistencia a compresión promedio.

	0%	**1%**	**2%**	**4%**	**8%**
7 días	241,56	262,04	241,89	217,50	165,09
14 días	270,89	306,33	291,99	244,09	200,71
28 días	305,38	342,59	319,67	257,21	209,53

Fuente: elaboración propia

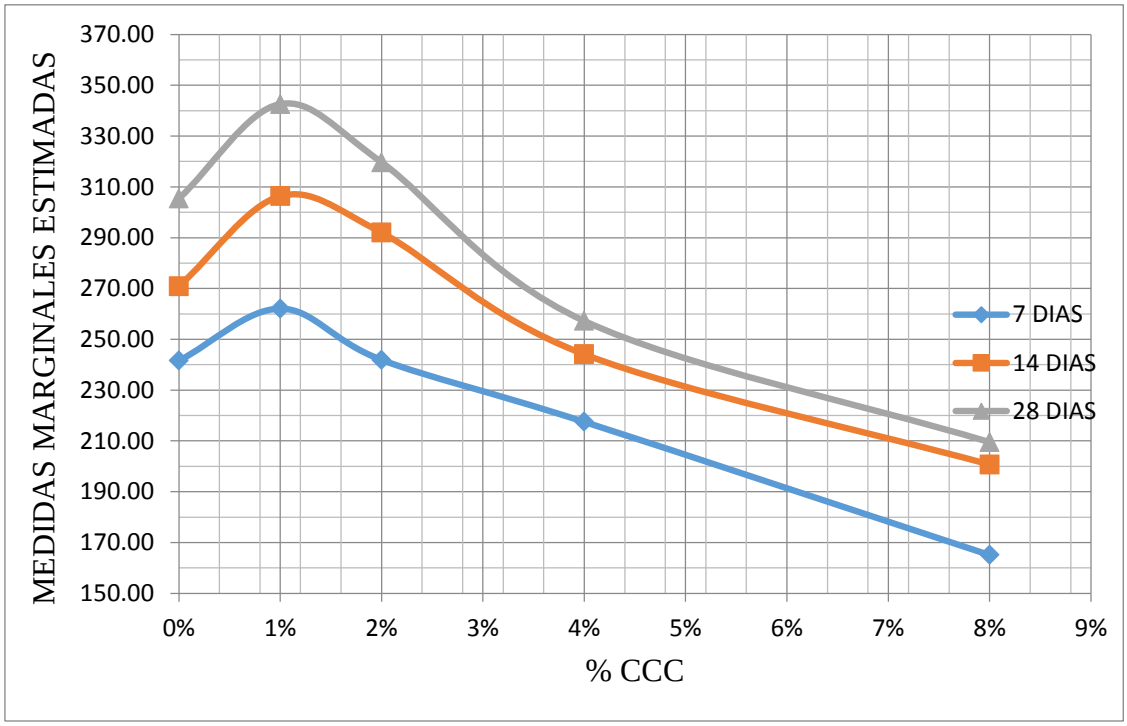


Figura 407. Resistencia a compresión media de las edades del concreto.

Finalmente al realizar el análisis estadístico en concreto endurecido a través de los métodos con el programa statistix 8 y a través de la desviación estándar y coeficiente de variación establecido en tópicos de tecnología del concreto de Pasquel Carbajal d la tabla 55, se establece que no hay mucha variación en los resultados obtenidos entre estos métodos, sin embargo se puede inferir que programa statistix 8 es un poco más exacto.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Los agregados (arena y piedra chancada), se encuentran dentro de los límites granulométricos establecidos en la norma NTP 400.037, el agregado grueso mediante el huso granulométrico 67; luego que los agregados se ajustan a los requerimientos de esta norma se procede a realizar su peso específico, absorción y peso unitario.

Mediante el método de módulo de fineza de combinación de agregados se realizó el diseño de mezcla patrón teniendo como criterios el asentamiento y el f´c = f´cr =280 Kg/cm^2 y a partir de ésta se efectuó una corrección por incorporación de adición de CCC en porcentajes de 1%, 2%, 4% y 8% en relación al peso de cemento; donde se obtuvieron variaciones en el agua de mezclado y volumen de agregados.

De los ensayos de slump realizados se obtuvo que la trabajabilidad se ve afectada ligeramente ya que el asentamiento disminuye a medida que aumenta el porcentaje de adición de CCC con una diferencia de tres pulgadas entre el concreto patrón y el adicionado con 8% de CCC; además la mejor trabajabilidad se logra al incorporar el 1% de CCC siendo una mezcla plástica. Esta variación se debe a la presencia de calcio en la composición química de la ceniza, lo que genera calor de hidratación acelerando el tiempo de fraguado.

El contenido de aire y la temperatura del concreto fresco aumentan por lo contrario el peso unitario disminuye a medida que se aumenta el porcentaje de adición de CCC.

El peso unitario del concreto endurecido disminuye al incrementar el porcentaje de adición de CCC; con respecto al concreto patrón.

Al utilizar la CCC como adición para el concreto en 1% y 2%, la resistencia a compresión se incrementa; y al adicionar en 4% y 8%, la resistencia a compresión disminuye con respecto al concreto patrón, alcanzando la mayor resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 al adicionar el 1% de CCC, logrando un 8,48%, 13,08% y 12,20% más que el concreto patrón.

6.2. Recomendaciones.

Para mejorar la resistencia a compresión del concreto y mantener la trabajabilidad dentro de los límites de diseño se puede utilizar la adición de ceniza de cascarilla de café hasta el 2% del peso del cemento.

La adición de CCC se puede utilizar para acelerar la resistencia a compresión del concreto.

Para utilizar la CCC como adición se debe asegurar la combustión total para eliminar las partículas de carbón.

Implementar el proceso de molienda de la CCC pasante de la malla N° 100 haciendo uso de un molino de bolas para reducir el tamaño de las partículas hasta tener un retenido máximo del 34 % en la malla N° 325.

Considerando los resultados de resistencia a compresión obtenidos se debe hacer un reajuste en el factor de incremento de resistencia F’cr

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto Castillo, F. (2009). Tecnologia del concreto. Lima: San Marcos E.l.R.L. - Editor.

Camacho Hoyos, H. L., & Guerrero González, M. A. (2017). obtención de sílice a partir de bagazo de cebada para la aplicación en concreto convencional. Bogota. Obtenido dehttp://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21741/41121121_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FICEM. (2018). Informe estadistico. Obtenido de Informe estadistico: http://ficem.org/dev/wp-content/uploads/2018/09/CIFRAS-DE-LA-INDUSTRIA-CEMENTERA-MUNDIAL.pdf

Huaroc Palacios, A. h. (2017). Influencia del porcentaje de sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a compresión y asentamiento. Trujillo. Obtenido de http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12532

Pacasmayo, C. (2017).

Pasquel Carbajal, E. (1998 segunda edición). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima.

Rivva López, E. (2010). Diseño de Mezclas. Lima.

Rivera López, G. A. (2010). Concreto simple. Cauca.

Rodriguez Soberón, N. C. (2017). Diseño de concreto f´c=250 Kg/cm^2 reforzado con cascarilla de café. Jaén.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la vida, sabiduría y salud para hacer realidad este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Jaén por ser el alma mater durante el periodo 2013 I al 2017 II y darnos el conocimiento para ser mejores personas.

A los ingenieros Wilmer Rojas Pintado, Luis Rafael Quiroz Chihuan, Ernesto Pérez Cerezales; por la orientación y confianza brindada para hacer esta investigación.

A familiares y amigos por darnos motivación y ejemplo de seguir adelante.

DEDICATORIA

A mis padres, José Adelicio Fernández Lozano y María Jesús Pérez Díaz por darme sus sabios consejos, cultivar valores y darme la confianza necesaria para cumplir mis metas.

A mis hermanos, Marlit, Gretty, Neil y Jesús, por darme su apoyo en todo momento de mi carrera universitaria.

A mis tías y primos que me apoyaron moralmente y no dejaron retroceder en todo este tiempo que estuve junto a ellos.

HAROLD

A Dios, por la familia que me regaló, por guiarme en mi camino, darme sabiduría, salud y la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados y por las inmensas bendiciones recibidas.

A mis padres Lilia y Amilcar, personas excepcionales y gran ejemplo de humildad; por haber creído en mí, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis abuelos Cesar, Elena y Juan, por inculcar en mí sabios consejos, valores, principios. A mis tíos, tías y primos; porque con sus oraciones y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en el trance de cumplir mis metas.

MARISOL

ANEXO N° 01 ENSAYO QUÍMICO DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ (CCC)

ENSAYO QUÍMICO EN CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ OIKOSLAB N°1604-2019

Solicitante : Marisol Díaz Vargas y Josmar Harold Fernández Pérez

Fecha de recepción : 10-06-2019

Muestra proporcionada por el solicitante

I.- Proyecto de investigación de tesis:

"Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto"

I.- Descripción de la muestra

Tipo de muestra : Ceniza proveniente de cascarilla de café

II.-Resultados

Ensayo Químico	Unidades	Expresión	Muestra	Norma Técnica
Conductividad Eléctrica	mS/cm	mS/cm	84.4	ISO-11265-ASTMD 1125
Potencial de iones hidrógeno	Unidades	Unidades de pH	13.03	ASTMD-1293
Porcentaje de óxido férrico	%	% Fe_2O_3	4.76	Fotocolorimetría
Porcentaje de óxido de calcio	%	%CaO	24.42	MTCE-602
Porcentaje de carbonato de calcio	%	%$CaCO_3$	43.2	Neutralización ácida
Porcentaje de óxido de silicio	%	%SiO_2	9.80	MTCE-602
Porcentaje de silicio	%	%Si	4.58	MTCE-602

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

Psje. San Pedro N°113 - Morro Solar Alto - Jaén
Cel. 970911920
jads14@hotmail.com

ENSAYO QUÍMICO EN CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ OIKOSLAB N°1583-2019

Solicitante : Marisol Díaz Vargas y Josmar Harold Fernández Pérez

Fecha de recepción : 10-06-2019

Muestra proporcionada por el solicitante

I.- Proyecto de investigación de tesis:

"Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto"

MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA. Referencia SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed.

Medición utilizando el equipo multiparámetro marca HANNA HI-2550, calibrado con solución HI7030, 1288S µ/cm. Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. (Incluye Muestreo). Título Conductivity. Laboratory Method

Muestra	Conductividad mS/cm
Ceniza de cascara de café	84.4

MEDICIÓN DEL POTENCIAL DE IONES HIDRÓGENO (pH). Referencia MTCE 718

Se realiza una dilución de 10 gramos de suelo en 25 mL de agua destilada, Los resultados se obtienen a partir de las mediciones mostradas en el equipo pH metro. HANNA HI2550. Se realiza el protocolo de calibración del equipo con los Buffers HI 7004 (4.01), HI 7007 (7.01) y HI7010 (10.01).

Muestra	pH
Ceniza de cascara de café	13.03

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

Psje. San Pedro N°113 - Morro Solar Alto - Jaén
Cel. 970911920
jads14@hotmail.com

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÓXIDO DE SILICIO Y SILICIO.

Adaptación de la norma MTCE 602 (Gravimetría)

Preparación de la muestra

Se pesó en una luna de reloj una muestra aproximada de 0.4 y 0.5 gramos previamente triturada y pulverizada. Luego se pasó la muestra cuantitativamente a un vaso de precipitados de 100 ml, agregar lentamente y con mucho cuidado aproximadamente 20 ml de ácido clorhídrico (HCl) en relación 1:1; medidos con una probeta y evaporar lentamente hasta sequedad.

Filtración

Al residuo seco se le adicionó entre 1 y 1,5 ml de HCl concentrado y luego 30 ml de agua destilada, se agitó y desprender todo el sólido del vaso, si es necesario adicionar más agua destilada, dejar en reposo 5 minutos y filtrar por gravedad con papel de filtro, con agua caliente hasta que en el filtrado no se obtenga presencia de cloruros, probar con nitrato de plata.

Calcinación

Mientras se va filtró, se lavó y secó un crisol de porcelana, marcarlo y se colocó en la mufla a 900oC durante media hora, luego se enfrió y se pesó.

Una vez finalizada la filtración se colocó el papel de filtro en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado), se calentó el crisol hasta carbonizar el papel.

Después de carbonizar el papel, se colocó el crisol y su contenido en la mufla y se calcinó a 900 oC durante una hora, esperar hasta que la temperatura baje hasta 200 °C, se sacó el crisol y se colocó en un desecador, se dejó enfriar y finalmente se pesó.

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

Cálculo del porcentaje de SiO_2 en la muestra de ceniza dada.

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol * peso del residuo (SiO_2)	Peso del SiO_2	% SiO_2	% Si
0.500	41.820	41.869	0.049	9.80	4.58
0.500	42.827	42.876	0.049	9.80	4.58
	Resultado			9.80	4.58

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÓXIDO DE CALCIO

Adaptación de la norma MTCE 602 (Gravimetría)

Preparación de la muestra

Se triturar y pulveriza la muestra en un mortero. Se pesa en un vidrio de reloj una muestra comprendida entre 0.4 – 0.5 g y pasarla cuantitativamente a un vaso de precipitados de 50 ml.

Agregar lentamente y con mucho cuidado 20 ml de solución de HCl (1:3), con ayuda de una probeta. Calentar y agregar agua destilada y eliminar el hierro y el aluminio (que se precipitaría si no se elimina antes) agregando primero rojo de metilo (pH 6,2 - 6,9) y luego solución de amoníaco hasta cambio del indicador y filtrar por gravedad con papel de filtro, recogiendo el filtrado en un matraz aforado de 250 mL donde se ha colocado previamente 5 ml de ácido clorhídrico 1:3, lavar con agua caliente y completar a volumen con agua destilada.

Precipitación

Tomar una alícuota de 50 ml (medidos con un matraz aforado de 50 mL) del filtrado anterior y colocarla en un vaso de precipitados de 250 ml, calentar y agregar lentamente con la bureta 20 mL de oxalato de amonio al 5% p/v, si la solución tiene color rojo se agrega agitando continuamente amoníaco concentrado, gota a gota hasta que el color rojo cambie a amarillo (evitar el exceso para evitar la precipitación del magnesio). Dejar en reposo 30 minutos. Después comprobar que la precipitación ha sido completada agregando una gota de solución al 5% p/v de oxalato de amonio por las paredes del vaso, si se forma más precipitado se debe agregar más oxalato de amonio al 5% p/v.

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

Filtración

Filtrar por gravedad el precipitado formado en papel de filtro, lavar primero con agua destilada y luego con aprox. 30 mL con una solución de oxalato de amonio al 0,1% p/v para evitar la peptización, y despreciar el filtrado (ver sección 8 disposición final de los residuos).

Calcinación

Mientras se va filtrando, lavar y secar un crisol de porcelana, luego marcarlo, colocarlo en la mufla a 1000°C durante media hora, dejarlo enfriar en un desecador y pesarlo. Una vez finalizada la filtración, sacar el papel de filtro del embudo, doblar los extremos para cubrir el precipitado y colocarlo en el crisol de porcelana (previamente marcado y pesado), calentar el crisol hasta carbonizar el papel, evitando formación de llama. Tener cerca la tapa del crisol por si fuera necesario su uso.

Después de carbonizar el papel de filtro, colocar el crisol en la mufla y calcinar a 900 oC durante una hora, esperar a que la temperatura baje hasta 200 °C, sacar el crisol y colocarlo en un desecador, dejarlo enfriar e inmediatamente pesarlo.

Calcular el porcentaje de CaO a partir de la muestra original

Peso de la muestra	Peso del crisol	Peso del crisol + peso del residuo (CaO)	Peso del CaO	% CaO
0.500	41.820	41.930	0.11	22.00
0.500	42.827	42.947	0.12	24.00
	Resultado			23.00

DETERMINACIÓN DE CARBONATO DE SODIO POR NEUTRALIZACIÓN ÁCIDA

Adaptación método de la Universidad Nacional Agraria La Molina Perú

En el laboratorio se puede encontrar la cantidad de calcáreo total de la ceniza, en base a la cantidad de ácido clorhídrico utilizado (HCl). El CO2 generado puede ser calculado en base a la cantidad de HCl gastado de acuerdo a la siguiente reacción.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$

El exceso de HCl adicionado es titulado con NaOH, ajustando a la siguiente reacción:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O.$$

Reactivos

Ácido clorhídrico 0.5 N: 42.50mL de ácido clorhídrico Q.P. al 37% y densidad 1.18 g/cm3. Aforar a 1L

Hidróxido de sodio 0.5 N: 20 gramos de NaOH diluidos en agua destilada y aforados a 1L

Indicador: Es el resultado de mezclar

100 mL de Fenolftaleína : 1gramo en 100 mL de etanol al 95%

60 mL de rojo de metilo : 0.1g de rojo de metilo en 100 mL de alcohol.

40 mL de verde bromocresol : 0.04 gramos de verde bromocresol en 80 mL de agua y 5.7 mL de NaOH 0.01N (0.004 gramos de NaOH en 10 mL)

Procedimiento

1.-En un erlenmeyer de 250 mL. colocar 1 g de suelo ó 1 ml de suelo si se va trabajar en volumen

2.-Adicionar 25 ml de HCl 0.5 N. Agitar. Adicionar agua destilada (25 - 50 ml).

3.-Calentar en forma lenta hasta casi ebullición.

4.-Enfriar. Adicionar 0.5 ml del indicador.

5.-Titular con NaOH 0.5 N hasta el cambio de color.

6.- Llevar en forma paralela un blanco o testigo.

Cálculos

N = normalidad de NaOH

Vb = mI. de NaOH adicionado al blanco

Vg = mI. de NaOH adicionado a la muestra de suelo

1 me (miliequivalente) de CaCO3= 50 mg de CaCO3

(Vb -Vg) N x 50 = mg. de CaCO3 presente en 1 g de suelo o 1 mL. de suelo.

$$\boxed{\% \text{ de } CaCO_3 = 5 \times N_{corregido} (Vb - Vg)}$$

Resultados

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

Peso de la muestra	Normalidad de NaOH corregido	Volumen gastado (blanco) Ml	Volumen gastado (NaOH) ml	Volumen gastado ml	%$CaCO_3$
1.000	0.4	1.9	23.6	21.7	43.4
1.000	0.4	2.1	23.6	21.5	43.0
		Promedio			43.2

DETERMINACIÓN DE ÓXIDO FÉRRICO (Método fotocolorimétrico).

Se pesó en una luna de reloj una muestra de 0.5 gramos previamente triturada y pulverizada. Luego se pasó la muestra cuantitativamente a un vaso de precipitados de 100 ml, agregar lentamente y con mucho cuidado aproximadamente 20 ml de ácido clorhídrico (HCl) en relación 1:1; medidos con una probeta y evaporar lentamente hasta sequedad.

Filtración

Al residuo seco se le adicionó entre 1 y 1,5 ml de HCl concentrado y luego 30 ml de agua destilada, se agitó y desprender todo el sólido del vaso, si es necesario adicionar más agua destilada, dejar en reposo 5 minutos y filtrar por gravedad con papel de filtro, con agua caliente hasta que en el filtrado no se obtenga presencia de cloruros, probar con nitrato de plata.

Finalmente se tiene una solución de 115 ml. aproximadamente, de allí se toma un alícuota de 10 ml, y se la determina en el fotocolorímetro Hach DR 900 el resultado es 1.47 mg/L

Cálculos:

$$\frac{1.47\ mgFe^{+2}}{10\ ml} x115ml = 16.675\ mgFe^{+2}$$

Ese peso esta en 0.5 gramos:

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

$$\frac{16.675\ mg\ Fe^{+2}}{0.5\ g} x \frac{1000g}{kg} = 33{,}350\ ppm$$

Convirtiendo a porcentajes

$$33{,}350\ ppm x \frac{1\%}{10{,}000\ ppm} = 3.33\%\ Fe^{+2}$$

Los cálculos se basan en la relación estequiométrica entre el analito (Fe^{+2}) y la forma pesada (Fe_2O_3):

2 Fe → Fe_2O_3. De acuerdo al factor gravimétrico, se obtiene el resultado

$$\%Fe_2O_3 = 33{,}335.0\ mgFe^{+2} x \frac{1milimolFe^{+2}}{55.845mgFe^{+2}} x \frac{1milimol\ Fe_2O_3}{2milimolFe^{+2}} x \frac{159.69mgFe_2O_3}{1milinolFe_2O_3}$$
$$= 47{,}611.0mgFe_2O_3$$

$\%Fe_2O_3$= 4.76%

Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757

oikoslab SAC

ANEXO N° 02 ENSAYOS FÍSICOS DE LOS AGREGADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA TESIS		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS	FLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDA Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol. DÍAZ VARGAS Josmar Harold. FERNÁNDEZ PÉREZ		
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA	FECHA :	03 junio del 2019
CANTERA :	"JOSECITO" MATERIAL AGREGADO FINO		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

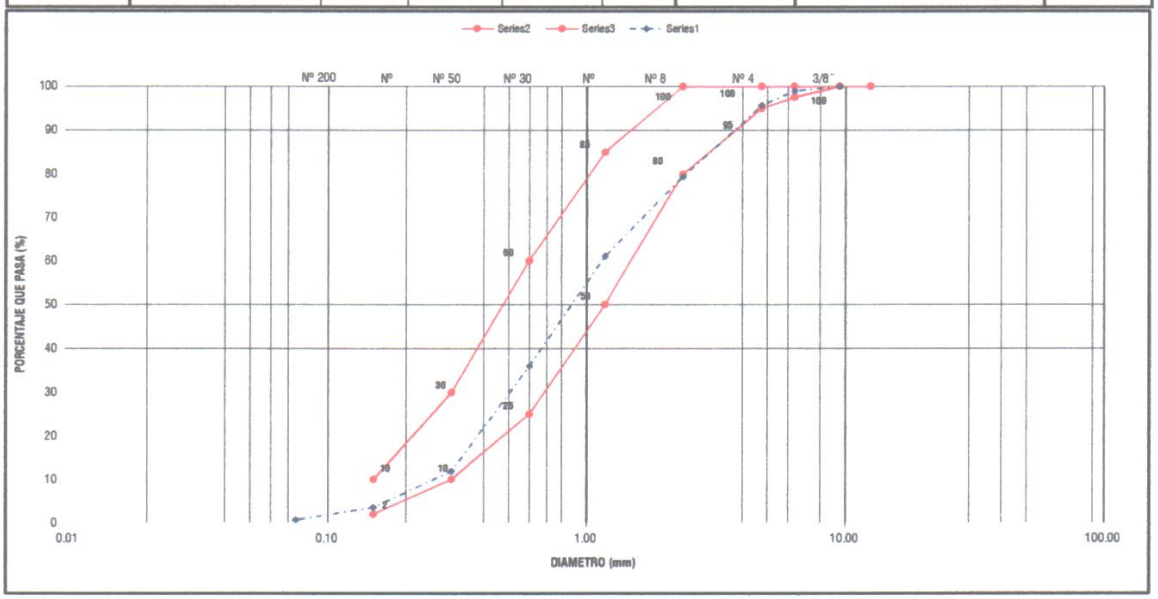
NTP 400.012

	TAMIZ		P.RET	PORCENT	PORCENTAJE	% QUE	ESPECIFICACION NTP 400.037
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	RET. PARCIAL	RET. ACUM	PASA	% QUE PASA
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-
	2 ½	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	3/4"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	1/2"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	3/8"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00	100
	1/4"	6.35	10.08	1.06	1.1	98.94	-
FRACCION FINA	Nº 4	4.75	31.05	3.25	4.3	95.69	95-100
	Nº 8	2.36	155.81	16.32	20.6	79.37	80-100
	Nº 16	1.18	174.87	18.32	39.0	61.05	50-85
	Nº 30	0.60	238.43	24.98	63.9	36.07	25-60
	Nº 50	0.30	230.86	24.19	88.1	11.88	10-30
	Nº 100	0.15	79.82	8.36	96.5	3.52	2-10
	Nº 200	0.075	26.70	2.80	99.3	0.72	-
	CAZOLETA	-.-	6.88	0.72	100.0	0.00	-
	TOTAL		954.50				

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 339.185		
TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		1000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		954.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		4.77

MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 NTP 339.132	
PESO INICIAL SECO (gr)	954.50
PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	912.62
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	4.39

CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO	
MODULO DE FINURA (Mf)	3.12



OBSERVACIONES	LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMETRICO. DE LA NORMA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 3.12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO ING. CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA TESIS				DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA			FECHA :	03 junio del 2019
CANTERA :	"ARENERA JAÉN"	MATERIAL	AGREGADO GRUESO		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

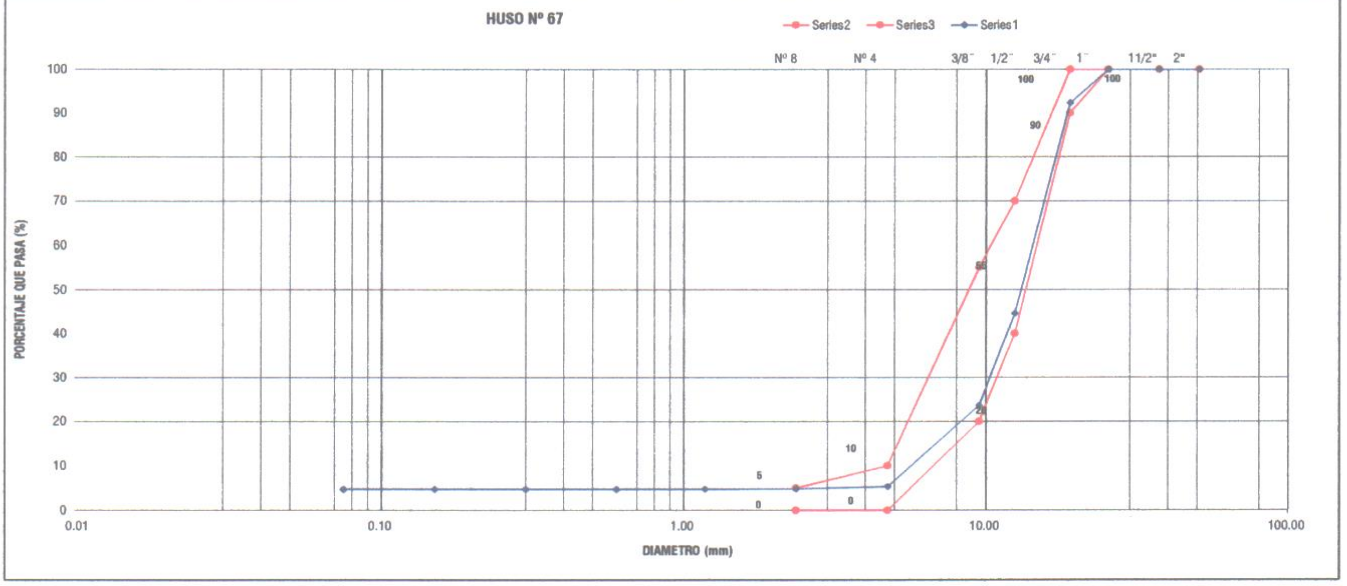
NTP 400.012

	TAMIZ N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACION HUSO 67 PORCENTAJE QUE PASA
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-
	2 ½	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	100
	3/4"	19.00	378.0	7.67	7.7	92.33	90 - 100
	1/2"	12.50	2351.2	47.70	55.4	44.63	-
	3/8"	9.50	1033.8	20.98	76.3	23.65	20 - 55
FRACCION FINA	Nº 4	4.75	900.8	18.28	94.6	5.37	0 - 10
	Nº 8	2.36	25.6	0.52	95.1	4.86	0 - 5
	Nº 16	1.18	2.7	0.05	95.2	4.80	-
	Nº 30	0.60	1.6	0.03	95.2	4.77	-
	Nº 50	0.30	0.0	0.00	95.2	4.77	-
	Nº 100	0.15	0.0	0.00	95.2	4.77	-
	Nº 200	0.075	0.0	0.00	95.2	4.77	-
	CAZOLETA	-.-	235.00	4.77	100.0	0.00	
	TOTAL		4928.70				

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 339.185		
TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110º C
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		5000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		4928.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		1.45

MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 NTP 339.132	
PESO INICIAL SECO (gr)	4928.70
PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	4883.70
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	0.91

CARACTERISTICAS FISICA DEL AGREGADO GRUESO	
MODULO DE FINURA (Mg)	6.55



OBSERVACIONES:	LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO ESTA CERCA DEL LIMITE INFERIOR DEL HUSO GRANULOMETRICO Nº 67, DE LA NORMA N.T.P. 4 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 6.55

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO ING. CIVIL

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				**DATOS DEL PERSONAL**	
TESIS	**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA			FECHA :	05 junio del 2019
CANTERA :	"ARENERA JAÉN"	**MATERIAL**	AGREGADO GRUESO		

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (NTP 400.021)

ENSAYO Nº	**1**	**1**	**1**	**PROMEDIO**
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	4445.00	4448.00	4445.00	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) B	4500.70	4500.60	4500.50	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr) C	2833.70	2836.40	2831.10	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.67	2.67	2.66	**2.67**
ABSORCION (%)	1.25	1.18	1.25	**1.23**
OBSERVACIONES :	EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO PROMEDIO ES DE 2.67 gr/cm3 Y TINE UNA ABSORCIÓN DE 1.23 % DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.021			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				**DATOS DEL PERSONAL**	
TESIS :	**FLUENCIA DE ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDA Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA			FECHA :	05 junio del 2019
CANTERA :	"JOSECITO"	**MATERIAL**	AGREGADO FINO		

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NTP 400.022

ENSAYO Nº	**1**	**2**	**3**	**PROMEDIO**
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	490.0	490.0	490.0	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO DE AGUA (gr) B	702.91	707.540	704.42	
PESO TOTAL DEL PICNOMETRO AFORADO	1010.7	1022.0	1018.3	
PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) S	500.0	500.0	500.0	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3) =	2.55	2.64	2.63	**2.61**
ABSORCION (%) =	2.04	2.04	2.04	**2.04**
OBSERVACIONES :	EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO PROMEDIO ES DE 2.61 gr/cm3 Y TINE UNA ABSORCIÓN DE 2.04 % DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.022			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. C

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA				
CANTERA :	"JOSECITO"	**MATERIAL :**	AGREGADO FINO	FECHA :	07 junio del 2019

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

NTP 400.017

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4190.00	4190	4190.00
Peso del recipiente + material (gr.)	8693.00	8707	8720.00
Peso del material (gr.)	4503.00	4517	4530.00
Factor (f)	0.353	0.353	0.353
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1591	1596	1600
P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =	**1596**		**Kg/m3**
OBSERVACIONES :	EL PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO ES DE 1596 kg/m3 DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.017		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA				
CANTERA :	"JOSECITO"	**MATERIAL :**	AGREGADO FINO	FECHA :	07 junio del 2019

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

NTP 400.017

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4190.00	4190.00	4190.00
Peso del recipiente + material (gr.)	9064.00	9088.00	9075.00
Peso del material (gr.)	4874.00	4898.00	4885.00
Factor (f)	0.353	0.353	0.353
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m3)	1722	1731	1726
P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =	**1726**		**Kg/m^3**
OBSERVACIONES :	EL PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO ES DE 1726 kg/m3 DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.017		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES :	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA			FECHA :	07 junio del 2019
CANTERA :	"ARENERA JAÉN"	**MATERIAL :**	AGREGADO GRUESO		

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.017

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6681.00	6681.00	6681.00
Peso del recipiente + material (gr.)	25408.00	25666.00	25543.00
Peso del material (gr.)	18727.00	18985.00	18862.00
Factor (f)	0.0741	0.0741	0.0741
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1388	1407	1398
P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =	**1398**	**Kg/m³**	
OBSERVACIONES :	EL PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO ES DE 1398 kg/m3 DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.017		

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DE LA TESIS				DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**			RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES :	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA			FECHA :	07 junio del 2019
CANTERA :	"ARENERA JAÉN"	**MATERIAL :**	AGREGADO GRUESO		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.017

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	6681.00	6681.00	6681.00
Peso del recipiente + material (gr.)	27526.00	27627.00	27567.00
Peso del material (gr.)	20845.00	20946.00	20886.00
Factor (f)	0.0741	0.0741	0.0741
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m3)	1545	1552	1548
P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =	**1548**	**Kg/m³**	
OBSERVACIONES :	EL PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO ES DE 1548 kg/m3 DE ACUERDO A LA NORMA NTP 400.017		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA TESIS					DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	**INFLUENCIA DE ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO.**				RESPONSABLE DE LABORATORIO	Erlita VÁSQUEZ CAYAO
SOLICITANTES:	Marisol, DÍAZ VARGAS Josmar Harold, FERNÁNDEZ PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA				FECHA :	12 al 16 junio del 2019
ENSAYOS :	"CUATRO"		**MATERIAL :**	MEZCLA DE CONCRETO		

MUESTRA	%CCC	SLUMP (pulg)	TEMPERATURA (°C)	CONTENIDO DE AIRE (%)	PESO UNITARIO (gr/cm3)
M - 1	0%	4.50	27.50	1.50	2.479
M - 2	0%	4.00	27.40	1.20	2.448
M - 3	0%	4.00	27.60	1.40	2.457
M - 4	0%	4.50	27.30	1.30	2.468
M - 1	1%	3.25	27.70	1.60	2.443
M - 2	1%	3.25	27.30	1.30	2.441
M - 3	1%	3.00	27.50	1.40	2.442
M - 4	1%	3.50	27.50	1.50	2.442
M - 1	2%	3.25	27.60	1.50	2.440
M - 2	2%	3.00	27.50	1.60	2.436
M - 3	2%	3.00	27.70	1.50	2.442
M - 4	2%	2.75	27.40	1.60	2.443
M - 1	4%	2.50	27.50	1.80	2.434
M - 2	4%	3.00	27.70	1.80	2.422
M - 3	4%	2.75	27.40	1.70	2.425
M - 4	4%	2.75	27.80	1.90	2.425
M - 1	8%	1.00	27.9	2.00	2.390
M - 2	8%	1.50	27.8	2.2	2.388
M - 3	8%	1.25	27.80	2.10	2.389
M - 4	8%	1.25	27.90	2.10	2.388

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000

G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	**2.3**	Máximo 6.0
SO3	%	**2.7**	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	**3.0**	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	**0.92**	Máximo 1.5

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	**7**	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	**0.09**	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm2/g	**3750**	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	**3.10**	NO ESPECIFICA
Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm2)	**26.1 (266)**	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm2)	**33.9 (346)**	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm2)	**42.3 (431)**	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	**138**	Mínimo 45
Fraguado Final	min	**267**	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

ANEXO N° 03 ESAYOS EN CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO

GEOCONVIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N º	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN.	f'c kg/cm²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm²	Resistencia Promedio kg./cm²	Porcentaje f'c
1	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	188.25	280.00	10.19	235.38	241.56	86.27%
2	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	193.36		10.18	242.25		
3	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	195.96		10.30	239.82		
4	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	192.67		10.25	238.10		
5	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	198.47		10.26	244.79		
6	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	197.58		10.26	243.69		
7	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	194.95		10.28	239.51		
8	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	202.19		10.28	248.41		
9	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	201.88		10.20	251.93		
10	13-jun	20-jun	7	Muestra patron	186.43		10.22	231.74		
11	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	218.87	280.00	10.28	268.90	262.04	93.59%
12	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	216.70		10.25	267.79		
13	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	202.61		10.26	249.89		
14	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	208.44		10.27	256.58		
15	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	223.75		10.30	273.83		
16	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	208.14		10.28	255.72		
17	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	206.36		10.26	254.52		
18	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	217.19		10.27	267.36		
19	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	209.37		10.25	258.74		
20	19-jun	26-jun	7	Concreto con 1 % de adición	215.73		10.24	267.12		
21	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	191.92	280.00	10.24	237.63	241.89	86.39%
22	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	201.38		10.23	249.84		
23	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	198.24		10.22	246.42		
24	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	193.58		10.20	241.57		
25	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	185.85		10.25	229.67		
26	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	193.35		10.27	238.01		
27	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	201.53		10.22	250.51		
28	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	182.36		10.20	227.57		
29	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	198.68		10.23	246.49		
30	15-jun	22-jun	7	Concreto con 2 % de adición	203.25		10.25	251.17		

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Tec. Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnologia del Concreto, Tecnologia del Asfalto, Geotécnia y Pavimentos
CIP. 123592

GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitán Juan Porcel Nº 108 – Jaén – Cajamarca.
R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132. Cel. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

GEOCONVIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N º	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN.	f'c kg/cm²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm²	Resistencia Promedio kg./cm²	Porcentaje f'c
1	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	178.58	280.00	10.25	220.69	217.50	77.68%
2	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	174.11		10.20	217.28		
3	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	159.11		10.20	198.56		
4	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	172.37		10.22	214.26		
5	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	182.82		10.25	225.93		
6	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	169.94		10.20	212.07		
7	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	177.28		10.25	219.08		
8	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	176.32		10.20	220.03		
9	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	185.69		10.20	231.73		
10	17-jun	24-jun	7	Concreto con 4 % de adición	172.62		10.20	215.42		
11	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	133.36	280.00	10.15	168.07	165.09	58.96%
12	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	135.09		10.15	170.25		
13	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	134.29		10.13	169.91		
14	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	130.35		10.20	162.67		
15	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	129.52		10.20	161.63		
16	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	137.33		10.20	171.38		
17	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	131.75		10.15	166.04		
18	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	126.06		10.15	158.87		
19	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	133.87		10.22	166.41		
20	18-jun	25-jun	7	Concreto con 8 % de adición	126.69		10.28	155.65		
21	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	215.48	280.00	10.21	268.38	270.89	96.75%
22	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	238.71		10.23	296.15		
23	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	210.61		10.28	258.75		
24	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	223.96		10.27	275.69		
25	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	222.22		10.28	273.02		
26	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	224.70		10.30	274.99		
27	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	218.20		10.28	268.08		
28	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	211.12		10.27	259.88		
29	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	215.17		10.32	262.31		
30	13-jun	27-jun	14	Muestra patron	220.68		10.27	271.65		

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Tec. Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnología del Concreto, Tecnología del Asfalto, Geotécnia y Pavimentos
CIP: 123892

GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitán Juan Porcel Nº 108 – Jaén – Cajamarca.
R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132. Cel. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N º	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN.	f'c kg/cm²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm²	Resistencia Promedio kg./cm²	Porcentaje f'c
1	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	234.53	280.00	10.27	288.70	306.33	109.40%
2	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	250.97		10.26	309.54		
3	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	253.64		10.27	312.22		
4	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	242.65		10.30	296.96		
5	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	247.47		10.30	302.86		
6	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	263.51		10.28	323.74		
7	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	251.07		10.28	308.46		
8	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	251.40		10.25	310.68		
9	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	255.74		10.26	315.42		
10	19-jun	03-jul	14	Concreto con 1 % de adición	239.89		10.28	294.72		
11	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	237.34	280.00	10.20	296.18	291.99	104.28%
12	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	233.20		10.23	289.31		
13	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	247.12		10.27	304.20		
14	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	243.71		10.37	294.24		
15	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	242.55		10.30	296.84		
16	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	233.68		10.30	285.98		
17	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	236.69		10.20	295.37		
18	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	217.83		10.31	266.07		
19	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	238.76		10.24	295.63		
20	15-jun	29-jun	14	Concreto con 2 % de adición	234.96		10.15	296.11		
21	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	190.73	280.00	10.32	232.51	244.09	87.18%
22	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	201.45		10.31	246.06		
23	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	191.89		10.22	238.53		
24	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	200.96		10.32	244.99		
25	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	198.54		10.34	241.10		
26	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	200.36		10.22	249.06		
27	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	196.65		10.28	241.60		
28	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	199.43		10.30	244.07		
29	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	202.43		10.28	248.70		
30	17-jun	01-jul	14	Concreto con 4 % de adición	205.38		10.24	254.30		

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Ch.p

Tec. Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnologia del Concreto, Tecnologia del Asfalto, Geotécnia y Pavimentos
CIP: 123892

GEOCONVIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N º	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN.	f'c kg/cm²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm²	Resistencia Promedio kg./cm²	Porcentaje f'c
1	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	158.23	280.00	10.35	191.78	200.71	71.68%
2	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	164.43		10.18	206.00		
3	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	161.11		10.23	199.88		
4	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	160.57		10.30	196.51		
5	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	158.74		10.25	196.17		
6	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	168.08		10.23	208.52		
7	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	168.96		10.21	210.44		
8	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	156.84		10.25	193.82		
9	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	167.64		10.22	208.38		
10	18-jun	02-jul	14	Concreto con 8 % de adición	159.23		10.28	195.63		
11	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	252.02	280.00	10.32	307.23	305.38	109.06%
12	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	255.84		10.28	314.32		
13	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	233.55		10.32	284.72		
14	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	253.48		10.28	311.42		
15	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	250.90		10.27	308.85		
16	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	231.11		10.28	283.94		
17	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	245.10		10.27	301.71		
18	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	261.42		10.26	322.43		
19	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	248.15		10.22	308.46		
20	13-jun	11-jul	28	Muestra patron	248.50		10.19	310.72		
21	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	270.65	280.00	10.27	333.16	342.59	122.35%
22	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	278.40		10.25	344.04		
23	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	275.53		10.22	342.50		
24	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	285.67		10.25	353.03		
25	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	275.48		10.28	338.45		
26	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	283.01		10.26	349.06		
27	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	277.76		10.30	339.93		
28	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	284.15		10.20	354.60		
29	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	275.18		10.26	339.40		
30	19-jun	17-jul	28	Concreto con 1 % de adición	268.45		10.25	331.75		

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Ch.P
Tec - Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnologia del Concreto, Tecnologia del Asfalto, Geotécnia y Pavimentos
CIP: 123892

GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitán Juan Porcel Nº 108 – Jaén – Cajamarca.
R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132. Cel. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

GEOCONVIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N º	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura KN.	f'c kg/cm²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm²	Resistencia Promedio kg./cm²	Porcentaje f'c
1	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	244.99	280.00	10.31	299.24	319.67	114.17%
2	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	267.26		10.28	328.35		
3	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	259.25		10.30	317.27		
4	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	250.80		10.26	309.33		
5	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	267.46		10.24	331.17		
6	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	266.72		10.19	333.50		
7	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	258.34		10.28	317.39		
8	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	251.80		10.26	310.56		
9	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	265.32		10.18	332.40		
10	15-jun	13-jul	28	Concreto con 2 % de adición	255.38		10.22	317.45		
11	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	205.56	280.00	10.27	253.04	257.21	91.86%
12	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	204.04		10.26	251.66		
13	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	205.16		10.25	253.53		
14	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	208.57		10.21	259.77		
15	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	206.05		10.22	256.13		
16	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	225.96		10.28	277.61		
17	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	213.44		10.25	263.77		
18	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	196.65		10.19	245.89		
19	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	203.11		10.18	254.46		
20	17-jun	15-jul	28	Concreto con 4 % de adición	206.16		10.22	256.27		
21	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	168.23	280.00	10.33	204.69	209.53	74.83%
22	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	173.94		10.27	214.12		
23	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	167.53		10.28	205.82		
24	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	174.90		10.28	214.88		
25	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	173.57		10.29	212.83		
26	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	163.56		10.28	200.95		
27	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	168.55		10.19	210.75		
28	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	172.50		10.23	214.01		
29	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	165.48		10.20	206.51		
30	18-jun	16-jul	28	Concreto con 8 % de adición	169.23		10.21	210.77		

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Tec. Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnologia del Concreto, Tecnologia del Asfalto, Geotecnia y Pavimentos
CIP: 123892

GEOCONVIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-17-TC-RC-001

DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ EN LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA:JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	Bach. JOSMAR HAROLD FERNÁNDEZ PÉREZ, Bach. MARISOL DÍAZ VARGAS	TECNICO DE LAB :	MARCO CHUQUIHUANGA

METODO DE ENSAYO PARA EL PESO U NITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO

	PORCENTAJE DE ADICION DE CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ (CCC)				
MUESTRA	0.00%	1.00%	2.00%	4.00%	8.00%
1.0000	2.4093	2.3661	2.3639	2.3414	2.3690
2.0000	2.4128	2.3830	2.3703	2.3698	2.3837
3.0000	2.3563	2.3699	2.3690	2.3828	2.3782
4.0000	2.3836	2.3561	2.3831	2.3674	2.3391
5.0000	2.3783	2.3569	2.3623	2.3462	2.3349
6.0000	2.3759	2.3649	2.3513	2.3803	2.3416
7.0000	2.3625	2.3735	2.3714	2.3402	2.3543
8.0000	2.3649	2.3653	2.3931	2.3797	2.3506
9.0000	2.4040	2.3758	2.3766	2.3840	2.3561
10.0000	2.3922	2.3888	2.3587	2.3834	2.3202
11.0000	2.4047	2.3719	2.3985	2.3170	2.2742
12.0000	2.3941	2.3741	2.3739	2.3375	2.3660
13.0000	2.3715	2.3761	2.3701	2.3765	2.3381
14.0000	2.3743	2.3599	2.3264	2.3239	2.3052
15.0000	2.3709	2.3500	2.3406	2.3216	2.3428
16.0000	2.3623	2.3673	2.3569	2.3789	2.3273
17.0000	2.3703	2.3685	2.3937	2.3518	2.3569
18.0000	2.3713	2.3854	2.3319	2.3189	2.3170
19.0000	2.3368	2.3759	2.3657	2.3500	2.3415
20.0000	2.3713	2.3649	2.4277	2.3543	2.3178
21.0000	2.3431	2.3689	2.3476	2.3412	2.2830
22.0000	2.3649	2.3794	2.3631	2.3634	2.3247
23.0000	2.3472	2.3822	2.3486	2.3515	2.3154
24.0000	2.3697	2.3818	2.3624	2.3781	2.3142
25.0000	2.3755	2.3473	2.3657	2.3855	2.3246
26.0000	2.3655	2.3595	2.3956	2.3488	2.3047
27.0000	2.3689	2.3611	2.3533	2.3506	2.3662
28.0000	2.3705	2.3963	2.3577	2.3874	2.3260
29.0000	2.3946	2.3699	2.4116	2.3982	2.3507
30.0000	2.4063	2.3728	2.3885	2.3765	2.3497
PROMEDIO	2.3758	2.3705	2.3693	2.3596	2.3358

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Tec. Laboratorio

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
Especialista en Mecánica de Suelos, Tecnologia del Concreto, Tecnologia del Asfalto, Geotécnia y Pavimentos
CIP: 123897

PANEL FOTOGRÁFICO

Visita realizada a la ladrillera GREQ.

Proceso de tamizado y selección de la ceniza de cascarilla de café pasante de la malla N°100.

Ensayo químico de la ceniza de cascarilla de café (CCC).

Cuarteo de los agregados antes de los ensayos, para seleccionar muestras representativas y homogéneas.

Granulometría de los agregados; se tamizó de manera mecánica y se pesó cada retenido.

Ensayo de gravedad específica del agregado grueso.

Ensayo de gravedad específica del agregado fino.

Ensayo de contenido de humedad de agregados.

Materiales para la elaboración de la mezcla.

Elaboración de mezclas.

Ensayos en concreto fresco slump y temperatura.

Ensayos en concreto fresco peso unitario y contenido de aire.

Elaboración de testigos de concreto.

Ensayo de peso unitario en conncreto endurecido y toma de dimensiones del diámetro.

Ensayo de esfuerzo acompresión a los 7 días de curado.

Ensayo de esfuerzo acompresión a los 14 días de curado.

Ensayo de esfuerzo acompresión a los 28 días de curado.

Control de velocidad para rotura de probetas.