



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en
5,10,15 por ciento en $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ para pavimentos rígidos
Paucartambo Pasco 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Chuco Arroyo, Ronaldo Mario (ORCID: 0000-0003-0528-2927)

ASESOR:

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

El proyecto de investigación se lo dedico a Dios, por ser una parte de mi inspiración, de lograr uno de las cosas que deseo en este proceso, a mis familiares que me han apoyado durante este tiempo para que esta investigación se realice con éxito, para las personas que me compartieron un poco más de su sabiduría con los temas, a todos ellos va dedicado esta investigación.

Ronaldo Mario Chuco Arroyo

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias sobre todo a Dios por orientarme a seguir bien en todos estos tramos hasta la actualidad, también a mis familiares (a mi hermana, a mi Abuela y a mis Padres) por apoyarme y guiarme a seguir adelante, con todo su incondicional apoyo. Al Asesor Temático el Ingeniero Luis Humberto Diaz Huiza quien me ayudó en todo momento.

Ronaldo Mario Chuco Arroyo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	pág.
Carátula	I
Índice de contenidos	IV
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VII
Índice de abreviaturas	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y Operalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	26
3.6. Métodos de análisis de datos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.	Pág.
Tabla N° 01	Clases de cenizas volantes composición química	9
Tabla N° 02	tabla de apoyo cálculo del tamaño de una muestra	18
Tabla N° 03	Cantidad de probetas cilíndricas 10X20cm	19
Tabla N° 04	Cantidad de probetas prismáticas 15X15 X50cm	19
Tabla N° 05	Normas Para los Ensayos	22
Tabla N° 06	Análisis Granulométrico, Agregado Fino	31
Tabla N° 07	Análisis Granulométrico, Agregado Fino	32
Tabla N° 08	Contenido de Humedad, Agregado Fino	34
Tabla N° 09	Contenido de Humedad, Agregado Grueso	34
Tabla N° 10	Peso Unitario, Agregado Fino 1	35
Tabla N° 11	Peso Unitario, Agregado Fino 2	36
Tabla N° 12	Peso Unitario, Agregado Grueso 1	36
Tabla N° 13	Peso Unitario, Agregado Grueso 2	37
Tabla N° 14	Peso específico y absorción, agregado fino	37
Tabla N° 15	Peso específico y absorción, agregado fino	38
Tabla N° 16	Peso específico y absorción, agregado grueso	38
Tabla N° 17	Peso específico y absorción, agregado grueso	38
Tabla N° 18	Dosificación Grupo 1 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas prismáticas	39
Tabla N° 19	Dosificación Grupo 2 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 5%.	40
Tabla N° 20	Dosificación Grupo 3 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 10%.	40
Tabla N° 21	Dosificación Grupo 3 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 15%.	41
Tabla N° 22	Asentamiento del SLUMP	42
Tabla N° 23	Resistencia a la compresión, 7 días	45
Tabla N° 24	Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 7 días.	46
Tabla N° 25	Resistencia a compresión, 14 días.	47

Tabla N° 26	Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 14 días.	48
Tabla N° 27	Resistencia a la compresión, 28 días	49
Tabla N° 28	Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 28 días.	51
Tabla N° 29	Resistencia a flexión, 7 días.	52
Tabla N° 30	Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 7 días.	54
Tabla N° 31	Resistencia a flexión, 14 días.	55
Tabla N° 32	Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 14 días.	57
Tabla N° 33	Resistencia a flexión, 28 días.	57
Tabla N° 34	Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 28 días.	59
Tabla N° 35	SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	61
Tabla N° 36	Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	61
Tabla N° 37	Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	62
Tabla N° 38	SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	62
Tabla N° 39	Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	63
Tabla N° 40	Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	63
Tabla N° 41	SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	64
Tabla N° 42	Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	64
Tabla N° 43	Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	65
Tabla N° 44	SPSS de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	66
Tabla N° 45	Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	66

Tabla N° 46	Cuadro de prueba de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%	67
Tabla N° 47	SPSS de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	67
Tabla N° 48:	Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	68
Tabla N° 49	Cuadro de prueba de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%	68
Tabla N° 50	Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	69
Tabla N° 51	Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	69
Tabla N° 52	Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%	70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01 Carga aplicada en la viga de ensayo	11
Figura N° 02 Maquina universal para el ensayo a flexión	12
Figura N° 03 Maquina universal para el ensayo a corte	13
Figura N° 04 Estructura del Pavimento Rígido	14
Figura N° 05 Instrumentos de Ingeniería	24
Figura N° 06 Instrumentos o Equipos Utilizados	25
Figura N° 07 Ubicación del laboratorio MASTERLEM SAC	29
Figura N° 08 Ubicación de la CT Huaycoloro	30
Figura N° 09 Curva granulométrica del agregado fino	32
Figura N° 10 Curva granulométrica del agregado grueso	33
Figura N° 11 Probetas cilíndricas y prismáticas marcadas	42
Figura N° 12 Cenizas volantes	42
Figura N° 13 SLUMP obtenido de los grupos	43
Figura N° 14 Asentamiento SLUMP	43
Figura N° 15 Curado de probetas cilíndricas	44
Figura N° 16 Curado de probetas prismáticas	44
Figura N° 17: Resistencia a compresión, 7 días.	46
Figura N° 18: Resistencia a compresión en porcentaje, 7 días.	47
Figura N° 19: Resistencia a compresión, 14 días.	48
Figura N° 20 Resistencia a compresión en porcentaje, 14 días.	49
Figura N° 21: Resistencia a compresión, 28 días.	51
Figura N° 22: Resistencia a compresión en porcentaje, 28 días.	52
Figura N° 23: Resistencia a flexión, 7 días.	54
Figura N° 24: Resistencia a flexión en porcentaje, 7 días.	55
Figura N° 25: Resistencia a flexión, 14 días.	56
Figura N° 26: Resistencia a flexión en porcentaje, 14 días.	57
Figura N° 27: Resistencia a flexión, 28 días.	59
Figura N° 28: Resistencia a flexión en porcentaje, 28 días.	60

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACI	American Concrete Institute
NTP	Norma Técnica Peruana
ASTM	American Society of Testing Materials
HM	Hormigón en Masa Convencional
CV	Ceniza Volante
CC	Concreto Convencional
GGBS	Escoria Granulada de Alto Horno
PC	Concreto Simple
FRAP	Pavimento de Asfalto Recuperado Fino
NFA	Agregados Finos Naturales
RSM	Método de Superficie de Respuesta
GEP	Programación de Expresión Genética
UHPC	Concreto de Ultra Alto Rendimiento
CV	Ceniza Volante

Resumen

El presente proyecto de investigación, se tuvo como propósito principal la sustitución de cemento por la adición de cenizas volantes de centrales termoeléctricas en el concreto con $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, donde la investigación es experimental, cuasi – experimental que será aplicada, se hizo muestras de 96 probetas; teniendo ensayos de compresión y flexión, donde se hicieron 4 diseños, el concreto patrón sin adición de cenizas volantes, con adición de 5% de cenizas volantes, con 10% de adición de cenizas volantes y con 15% de adición de cenizas volantes, basándome en normas técnicas como el astm entre otros, los resultados fueron excelentes en la resistencias de compresión y flexión, con una compresión máxima de 385Kg/cm^2 y una resistencia de flexión de 38.7Kg/cm^2 con adición de 10% de cenizas volantes como sustitución del cemento.

Se concluye, para una dosificación optima en porcentajes para la sustitución del cemento con $F'c=280\text{Kg/cm}^2$, mejorando sus propiedades y que sea trabajable, se dio un 10% de adición de CV en la dosificación del concreto, se demuestra con ensayos realizados que son mayores al concreto patrón sin adición de cenizas volantes, también se demuestra que al adicionar cantidades mayores al 10% de adición de CV en la dosificación del concreto disminuye la resistencia compresión, flexión además se demostró que disminuye la trabajabilidad con un slump de 1''.

Palabras Clave: Cenizas volantes, concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad, pavimentos rígidos.

Abstract

The main objective of this research project is to replace cement by adding fly ash from thermoelectric power plants to concrete with $F'c = 280\text{Kg} / \text{cm}^2$ for rigid pavements, where the research is experimental, quasi-experimental of the type applied, developing a sample of 96 specimens; having compression and bending tests, where 4 designs were made, the standard concrete without addition of fly ash, with addition of 5% fly ash, with 10% addition of fly ash and with 15% addition of fly ash, based on technical standards such as ASTM among others, the results were excellent in resistance to compression and flexion, with a maximum compression of $385\text{Kg} / \text{cm}^2$ and a deflection resistance of $38.7\text{Kg} / \text{cm}^2$ with the addition of 10% of fly ash as a replacement for cement.

It is concluded, for an optimal dosage in percentages for the substitution of cement with $F'c = 280\text{Kg} / \text{cm}^2$, improving its properties and making it workable, there was a 10% addition of fly ash in the concrete dosage, it is demonstrated with Tests carried out that are greater than the standard concrete without the addition of fly ash, it is also shown that when adding amounts greater than 10% of addition of fly ash in the concrete dosage decreases the compressive strength, flexion also it was shown that it decreases the workability with a 1'' slump.

Keywords: Fly ash, concrete, compressive strength, flexural strength, workability, rigid pavements.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El concreto se volvió en un componente de las obras que más se utiliza, que no se puede reemplazar, pero si mejorar sus características. Esto se puede decir por su gran trabajabilidad, versatilidad, durabilidad y resistencia. La aplicación del concreto se da en un campo variado, entre los cuales podemos encontrar en puentes, losas industriales, edificios, carreteras, etc.

La materia principal para la producción del concreto se sabe que es el cemento, cuando se produce por ejemplo dos toneladas de cemento portland se genera dos toneladas de dióxido de carbono (CO₂), por lo que se puede deducir que la industria del cemento es contaminante, pero contar con compuestos que puedan sustituir una cantidad del cemento, además sustituir con cantidades de cenizas volantes en el cemento se podría contribuir con la preservación medioambiental ya que las cenizas son desechos contaminantes de las industrias, también se puede disminuir los costos de producción.

Al buscar una alternativa para disminuir los porcentajes de cemento en el concreto, al proporcionar cenizas volantes contribuyen a la disminución de emisión de contaminantes, se quiere implementar innovadoras tecnologías para aumentar y/o mejorar los atributos del concreto como la adición de cenizas volantes a su dosificación para ello el trabajo se tiene que llevar a cabo de pruebas de laboratorio que muestran la mejora en estado fresco como también en su estado endurecido como sus resistencia a la compresión y flexión.

1.1. Formulación del Problema

Problema General. –

¿De qué manera influyen la adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento en 5%,10% ,15% en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021?

Problemas Específicos. –

- ¿En que favorece la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en el diseño en estado fresco en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos?
- ¿Cómo aporta la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en la resistencia a compresión en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos?
- ¿En que Influye la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en la resistencia a flexión en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos?

Justificación

Sobre la justificación teórica, se busca aumentar el entendimiento tecnológico del concreto adicionado con cenizas volantes como sustitución del cemento con un porcentaje óptimo para pavimentos rígidos en $F'c= 280\text{Kg/cm}^2$, se investigará sus propiedades de los agregados y sus diseños, si mejoran las fuerzas a la compresión y flexión, trabajabilidad. Como base se tomó la norma MC-06-16 manuales de carreteras, para el diseño esta norma fija sus exigencias, como también el control la calidad de la supervisión de este concreto. La presente investigación como propósito se enfoca a dar a conocer en su estado endurecido su comportamiento a las resistencias del concreto al adicionar cenizas volantes para aplicarlo en pavimentos rígidos con $F'c=280\text{kg/cm}^2$ considerando el MC-06-16; seguido tenemos la justificación práctica, el resultado logrado en esta investigación de Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5,10,15 por ciento en $F'c=280\text{KG/CM}^2$ para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021, podrá dar nuevas alternativas en sustitución de un porcentaje del cemento como también mejorar los atributos y resistencia del concreto, mejorará los pavimentos rígidos de nuestra localidad; Seguidamente la Justificación Social, la publicación de este proyecto se busca una nueva manera de mejorar las características del concreto con la adición de CV en los pavimentos rígidos con $F'c=280\text{kg/cm}^2$, se puede decir que aporta al concreto, como también mejora la calidad de los materiales y pobladores, mejora las características del concreto, en sus resistencias a

compresión y flexión, tiene un tiempo mayor de vida que los concretos convencionales.

1.2. Objetivos

Objetivo General. –

Determinar la influencia de adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento en 5%,10% ,15% en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021

Objetivos Específicos,

- Conocer de como favorece las cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos en la dosificación del concreto.
- Comprobar el aporte de las cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos en estado endurecido en la resistencia a compresión.
- Determinar la influencia de adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos en estado endurecido en la resistencia a flexión.

1.3. Hipótesis

Hipótesis General. –

La adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento por el porcentaje optimo influye de manera significativa en el concreto para pavimentos rígidos

Hipótesis Específicos

- Mediante las cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje optimo se mejora la dosificación del concreto para pavimentos rígidos.
- Mediante la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje optimo se mejora la resistencia a compresión, en estado endurecido para pavimentos rígidos.

- Mediante la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje óptimo se mejora la resistencia a flexión, en estado endurecido para pavimentos rígidos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A Nivel Nacional

Se considera investigaciones como MARILUZ y ULLOA, (2018) “Uso de las Cenizas Volantes de Carbón Excedentes de la Central Termoeléctrica Ilo21 – Moquegua como Adición para Mejorar las Propiedades del Concreto: Resistencia a la Compresión, Absorción, Manejabilidad y Temperatura” tuvo como objetivo evaluar, las cenizas volantes, sus incidencias como también sus propiedades, manejabilidad, absorción, temperatura y la resistencia del concreto. La ceniza volante es un desecho o residuo de la cual se origina de las centrales termoeléctricas, esta ocasión ubicada en Ilo, Moquegua. Su uso es una alternativa un poco diferente ayuda al medio ambiente, como también se busca mejorar los atributos del concreto con su adición de CV. Se realizaron ensayos a la resistencia a la compresión, temperatura y revenimiento. Realizando una probeta patrón sin CV que entro en la comparación con la dosificación que se realizó de 5%, 10% y 20%, se concluye que al evaluar la influencia de las propiedades de las resistencias antes mencionada definiéndose que su porcentaje apto de CV es de 10%.

PEÑA y CONTRERAS, (2017) “Análisis de la Resistencia a la Compresión y Permeabilidad en el Concreto Adicionando Dosificaciones de Cenizas Volantes de Carbón en la Mezcla” se realizó en la ciudad de Trujillo tuvo como propósito de incrementar la resistencia a compresión, diseño y construcción de estructuras de concreto y disminuir la absorción de la dosificación. La ceniza volante relativamente es un desecho de las industrias, para poder conllevar la investigación se hizo varias pruebas en su incidencia para sus dosificaciones. Se evaluará ensayos a compresión, su permeabilidad, como también lo agregados sus propiedades entre otros, en cuanto a su diseño fue la norma ACI 211 relación agua y cemento 0.55. Se obtuvieron los porcentajes de las cenizas volantes en consideración de investigaciones pasadas en la cual fueron 1.5%, 3%, 4.5% y 6% en relación con el cemento, las valorizaciones a la compresión se tomó la carga máxima dada en la rotura, la muestra sin adición se obtuvo una resistencia de 218Kg/cm² a 28 días,

con 1.5% CVC tuvo 220Kg/cm² a 28 días, concreto con 3% CVC tuvo 227 Kg/cm² a 28 días y para 6% CVC tuvo 241Kg/cm². Se determina que los valores por debajo de un concreto + 6% CVC se encuentra un resultado mejor en la compresión. La absorción para el concreto patrón 137mm, para 1.5% CVC se determinó 123.5mm, para 3% tuvo 101mm, para 4.5% tuvo 68mm y para el concreto con 6% tuvo 52.5mm. Se determinó la reducción de CVC en la dosificación.

GONZALES y MENDOZA, (2016) “Evaluación de las Propiedades del Concreto Fresco y Endurecido con el Uso de las Cenizas Volantes como Sustitución Parcial del Cemento en la Ciudad de Arequipa” como propósito fue conocer la información de propiedades de la dosificación del concreto con CV y se realizó concreto con cemento tipo IP, V, con distintas adiciones de cenizas de la central hidroeléctrica Ilo. Todo lo realizado se hizo en Arequipa en el laboratorio supermix s.a.c seguido se hizo los concretos con diferentes resistencias $F'c=210$ Kg/cm², $F'c=280$ Kg/cm², $F'c=350$ Kg/cm² y $F'c=420$ Kg/cm² fueron ensayos mecánicos y físicos. Se consideraron utilizar para mayores resultados. Dado eso las cenizas volantes se usaron en la mezcla conjuntamente con los agregados de manera óptima. Finalmente se concluyeron con los 56 días de ensayo a la resistencia de compresión las dosificaciones aumentaron sus resistencias con promedio de un 11% en sustitución de cenizas volantes que está entre los porcentajes de 10% a 20%.

A Nivel Internacional

PACHECO, (2021) “Influencia de la CVmx y CBCst en Algunas Propiedades de Concretos Ternarios” presentado en la ciudad de Santa Cruz Xoxocotlán – México, en este proyecto se va a investigar y evaluar los efectos de las CV mexicana que provienen de una planta carboeléctrica de Coahuila y ceniza de proveniente de un azucarero de Veracruz, se hizo el diseño una combinación de patrón con 100% de cemento, una mezcla con 15% se reemplazó con ceniza volante y otra mezcla de 15% sustituyendo por adición de ceniza de bagazo, y otra mezcla con 30% de sustitución por 15% de CV y un 15% de ceniza de bagazo de caña, donde se hizo la dosificación de cemento /agregados-agua de 0.5. se hizo probetas cilíndricas de 10x20 cm todas las pruebas salieron de 7, 14, 28, 56, 90, 180 y 365 días. Donde se

aplicó correlaciones, los resultados que se obtuvieron muestra un reemplazo del 15% de ceniza de bagazo no afecta la fuerza, la resistencia de 15% de CV y 15% de ceniza de bagazo su dosificación aumenta significativamente la resistencia a los días tempranos. Se puede decir que la estimación que se obtuvo de las resistencias a compresión contiene velocidad de impulso ultrasónico y resistividad eléctrica.

Según YAÑES, (2019) "Tecnologías de Mejoramiento de la Ceniza Volante con Altos Contenidos de Carbón y sus Beneficios al Utiliza Ceniza Mejorada como Adición al Cemento Portland" Se realizó en Chile, ciudad de Santiago con el propósito de este estudio es reducir el contenido del carbón residual en la CV generalmente como desecho de las plantas termoeléctricas e hidroeléctricas esto permite como material al reemplazo del cemento. La necesidad de investigar el contenido de carbón presentes, provienen de las centrales termoeléctricas, en la primera etapa de la investigación, se contempla en recopilar toda la información y/o de anteriores trabajos realizados, como centrales eléctrica y termoelectricas que operan en el sector de estudio y nacional, y sobre los conceptos y metodologías de este material compatible como reemplazo parcial del cemento mejorando así el hormigón. En la etapa experimental se procede a realizar con uno de los métodos para mejorar la ceniza volante, para que al final se evalúa las propiedades mecánicas de las dosificaciones, por el ensayo de Rilem, cambiando las dosificaciones del cemento con relación a la ceniza volante, y la ceniza volante en función del carbón (7%,12%,16% y 22%) para determinar la pureza de la ceniza volante a edades de 7 días, 28 días y 56 días. Como resultado se recomienda utilizar adiciones de hasta 20%, las cuales en 90 días se logrará una resistencia superior.

AGUDELO y ESPINOSA, (2017) "Análisis de la Resistencia a la Compresión de Mezclas de Concreto con Adición de Ceniza Volante de Termopaipa" investigada en Colombia, Bogota con el propósito de analizar sus propiedades de la CV en su compresión de resistencia de un periodo de 72 días. Para su diseño del concreto se hizo la metodología ACI 211.1 (hormigón normal), donde nos indica la buena dosificación de los materiales que son el agua cemento y agregados en peso y volumen como también se utilizó la norma ASTM C33 donde nos da las

especificaciones de los materiales normalizada para agregados de concreto en la cual indica que se debe realizar 40 cilindros; como patrón 10 probetas cilíndricas y los 30 por porcentaje divididas entre 10%, 20%, 25% y 30% para hacer su rotura a los 7, 28, 56 y 72 días. Se recopiló los datos después de la rotura a compresión, con el pasar los días aumentan las resistencias, pero con adición de cenizas volantes mayores no es factible, se vuelve una mezcla muy seca y es un material no trabajable, para 20%, 25% y 30% muestran disminución en las resistencias. Se concluye al realizar los ensayos propuesto en la investigación por compresión que funciona de la manera bien los porcentajes de 2%-10% de ceniza volante.

2.2. Teorías Relacionadas al Tema

Cenizas Volantes

Las CV son similares a los silicoaluminosos, estos salen de las plantas térmicas y que se puede decir son un problema actualmente, por ser desechos industriales contaminantes. Según la ASTM C 618-05 la CV es un agregado sólido que proviene de la combustión y/o quemado del carbón hecho polvo, provienen de las termoeléctricas como también de los hogares, que es llevado por los gases de combustión.

Las CV se conceptualizan, como partículas y polvo finos, que salen de la combustión del carbón pulverizado, tiene propiedades de compuestos puzolánicas SiO_2 y Al_2O_3 , que está en la norma EN 197-1, es menos del 25% de masa.

Se quema a temperatura $1.500+200^\circ\text{C}$, mayormente más que los minerales presentes, donde se produce la ceniza, su producción es a partir de las calderas, centrales eléctricas, centrales térmicas, entre otros que utilizan el carbón, como combustible. Las cenizas del hogar con las cenizas volantes se diferencian mayormente por sus partículas, de las CV son finas que las del hogar.

Se Clasifican, por su composición y origen:

- a.) Cenizas Sulfa-calcicas (CSC): Proviene a partir del ignito, contiene calcáreos y yeso son un tipo de carbón, resultado de la combustión, CaO libre y SC.

b.) Cenizas Silicoaluminosas (CSA): Es producido por un tipo de carbón bituminoso que contienen puzolánicas.

Existe otras variedades, pero por sus propiedades inestables y su composición química no se podría integrar en sus clasificaciones, carecen de importancia.

Tabla N° 01: Clases de cenizas volantes composición química

COMPUESTOS	CLASE		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO ₂) + Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) + Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃) - (% Mínimo)	70.00	70.00	50.00
trióxido de azufre (SO ₃) - (% Máximo)	4.00	5.00	5.00
Contenido de humedad - (% Máximo)	3.00	3.00	3.00
Pérdida por ignición - (% Máximo)	10.00	6.00	6.00

Fuente: Norma ASTM C618-05.

Según la NORMA ASTM 618-05 las CV se dividen en tres grupos N, F y C. La clase N CV natural, cenizas volcánicas. Las clasificaciones F y C son componentes de la combustión del carbón.

Propiedades Físicas y Químicas de la CV

Propiedades Físicas

Las CV suelen presentarse como polvo fino o arena, suave y con un color medio gris más o como también más claro. Sus características físicas dependen de los factores como también sus propiedades, se distinguen también en 3 grupos las convencionales de centrales térmicas, las de lecho fluido y de plantas de desulfuración. En cuanto a los colores oscuros de la ceniza cabe indicar que son de presencia de carbón sin quemar lo que le da ese color, las propiedades obtenidas a partir de resultados de ensayos son:

- Una característica de la CV su geotecnia es su menor compresibilidad, es importante ya que reduce los asentamientos que lo diferencian.

- Se puede indicar que carecen de plasticidad, porque no contienen componentes de las arcillas.
- Su granulometría es casi igual al suelo limo, que son entre 80 y 95% de partículas.
- Su permeabilidad de las CV.
- Su compactación, consistencia y humedad óptima, no hay relación adecuada para su peso específico y densidad seca de sus partículas.
- Mínima densidad seca entre 5 y 10 KN/m³, su consistencia seca (PN).

Propiedades Químicas

Depende de la clase de carbón a emplear, se distinguen por su tipo, SiO₂, o calcáreas si son CaO. Un estudio en el extranjero España se observa que la CV contiene alcalo-carbonato y álcali-silice.

Su empleo en actividades de obra como terraplenes y rellenos, no necesita procesarlo solo aglomeración y endurecimiento, la aglomeración es por compactación mientras el endurecimiento es la sinterización, es necesario temperaturas de 900 °C con el proceso hidrotérmico temperaturas 100-200 °C con existencia de agua y en frío menor a 100 °C.

Resistencia a Compresión

La fuerza de resistencia, compresión depende de las características de los agregados, la resistencias a compresión $F'c$, llega como máximo a una compresión a 140 MPa, usualmente las grandes cantidades utilizan solo de 15 MPa a 60 MPa (Curbelo, Basilio 2015, P, 31).

Resistencia a Flexión

La fuerza de resistencia, flexión tiene como objetivo determinar el esfuerzo, se da a conocer sus esfuerzos, las cargas aplicadas, e la zona de flexión producen agrietamientos cuando son mayores de su resistencia, en casos de ello se hacen ensayos en probetas prismáticas para ver su resistencia y hasta cuanto puede

aguantar. Su modulo es de 20% al 10% de compresión. Si el error se desarrolla en el tercio se utilizará:

$$MR = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Donde tendremos:

MR= Modulo de Rotura

P= Aplicada en kg Carga máxima

L= En cm Distancia entre apoyos

b= En cm Ancho en posición de ensayo del objeto

h= En cm Altura en posición de ensayo del objeto

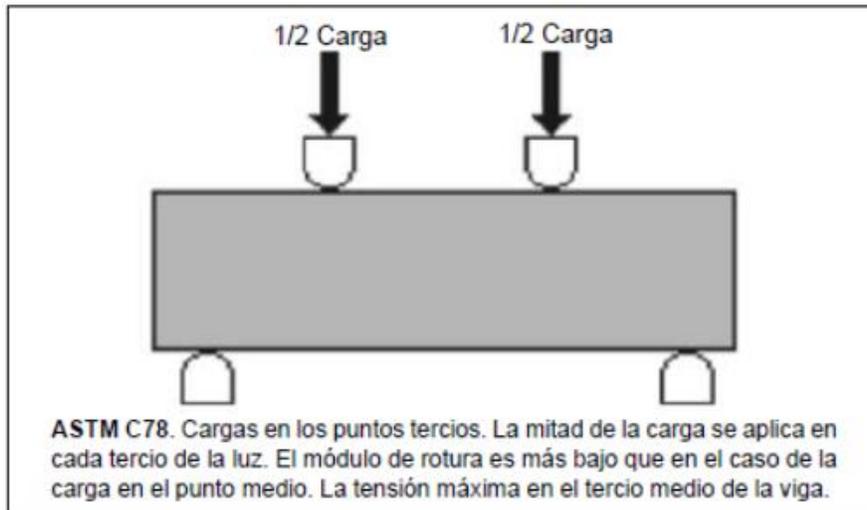


Figura N° 01: Carga aplicada en la viga de ensayo.



Figura N° 02: Maquina universal para el ensayo a flexión.

La resistencia proviene del corte al hacer cohesión y fricción, Los componentes de la resistencia al corte vienen hacer la fricción y cohesión para ello tenemos las siguientes formulas:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

τ = En lbf/pulg.2*KPa Esfuerzo de corte nominal

F= En lbf Fuerza cortante

A= En pulg.2 Area inicial de la probeta

$$\sigma_n = \frac{N}{A}$$

σ_n = En lbf/pulg.2*KPa corte normal del Esfuerzo

N= Aplicada lbf Fuerza normal vertical

$$E = \frac{K * Ld}{A}$$

E= Fuerza de corte

K= Equipo de corte residual Constante del anillo carga 0.315

Ld=Columna de carga

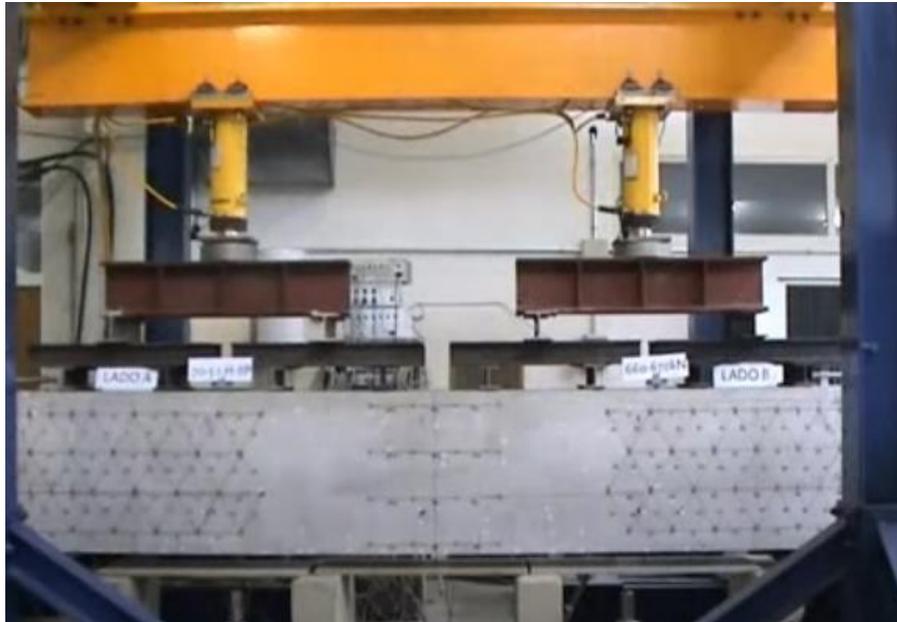


Figura N° 03: Maquina universal para el ensayo a corte.

Pavimento Rígido

Nos detalla el Manual de carreteras del MTC, (2013), Indicando que el pavimento de concreto se le conoce como Pavimentos Rígidos. Donde los materiales de la estructura de concreto absorben las cargas y/o esfuerzos del tráfico, permitiendo el amortiguamiento que podrían ser deformaciones de las capas inferiores que son la subrasante y la base, donde se podrá observar la estructura del pavimento rígido, en la imagen siguiente.

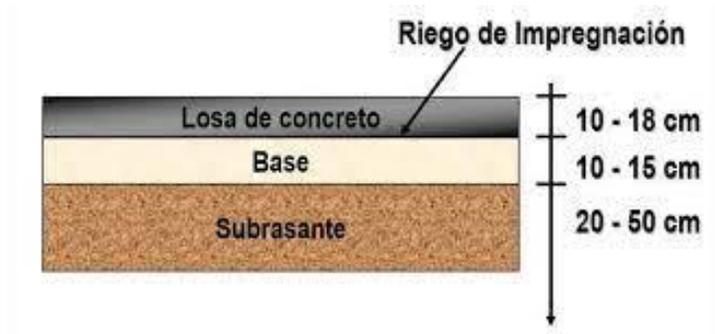


Figura N° 04: Estructura del Pavimento Rígido.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación que se utilizará en este proyecto de investigación será APLICADA Baena (2017) dice:

La investigación, aplicada se debe a que se aporta con hechos [...] es un problema que se tiene como objetivo a la acción [...], se da para resolver las necesidades de la sociedad [...] se da de teorías a la práctica, de lo teórico a la ejecución (p. 18).

Es aplicada, se busca diseñar una mezcla optima adicionando cenizas volantes sustituyendo el cemento en un 5%,10%,15% en $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, propuesta para la mejora infraestructura vial, Paucartambo 2021.

El diseño que se va a utilizar será Experimental, Cuasi Experimental. Navarro, Jimenez, Rappoport y Thoilliez (2017) dice: “Son grupos ya formados, grupo patron y el experimental ya sea mas de 1 diseño a mas con medida pretes y postest” (p. 22).

Enfoque cuantitativo Hernández, Sampieri, (2014) menciona:

El enfoque cuantitativo [...] se utiliza el análisis como la recolección para contestar algunas sugerencias y/o preguntas. [...] confía en su medición de números [...] se establece el comportamiento de una determinada población su comportamiento con exactitud sus patrones. (p. 4).

Según lo mencionado Hernandez, sampieri, se da a entender que enfoque cuantitativo es la forma de recolectar como analizar los datos para asi responder las preguntas que se plantearon al inicio del proyecto de investigación. La obtención de ciertos resultados numéricos llegar a probar las hipótesis con la recolección de datos y/o comparación de resultados.

Son valores numéricos para poder estudiar o entender un fenómeno o acción son expresadas de forma matemática , al obtener el resultado los datos del método mencionado suelen verse generalizados, se puede indicar que también es un

método objetivo, como punto principal o inicio es la hipótesis en la cual se busca comprobar.

Alcance descriptivo Cabezas, Naranjo y Torres, (2014) sostiene:

Busca especificar características perfiles y propiedades más importantes de grupos, hombres, comunidades, poblaciones u otro fenómeno que esté sometido a un análisis. [...] se puede decir que describe situaciones, hechos, eventos recolectando datos sobre una serie de preguntas (p. 68).

3.2. Variables y Operalización

- Variable Dependiente: Pavimentos Rígidos
 - Dimensión: Propiedades Físicas de los Agregados
 - Indicador: Humedad Natural
 - Indicador: Granulometría
 - Indicador: Peso Unitario
 - Indicador: Peso Específico
 - Dimensión: Diseño de Mezcla $F'c=280\text{Kg/cm}^2$
 - Indicador: Agua
 - Indicador: Cemento
 - Indicador: Agregados
 - Dimensión: Trabajabilidad
 - Indicador: Slump
 - Dimensión: Propiedades Mecánicas
 - Indicador: Resistencia a Compresión
 - Indicador: Resistencia a Flexión

- Variable Independiente: Cenizas Volantes
 - Dimensión: Características Física
 - Indicador: Color
 - Indicador: Granulometría

- Indicador: Densidad
- Dimensión: Porcentaje
 - Indicador: 5%
 - Indicador: 10%
 - Indicador: 15%

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Hernández, Sampieri, (2014) dice: “un determinado lugar, con sus especificaciones que concuerden” (p. 174).

La población Cabezas, Naranjo y Torres, (2014) nos indica:

Se utiliza termino población a un término de objetos como personas para dar a conocer un proyecto de investigación, como también se refiere a cualquier elemento [...] focalización estadística (p. 88).

- La población será indeterminada, por el objetivo que es investigar la adición de CV como sustitución del cemento con un porcentaje optimo en $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco

Muestra

Nos menciona Hernández, Sampieri, (2014): “Se puede decir subconjunto o parte del universo que se llevara a cabo la presente investigación” (p. 22).

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Tenemos que:

Z= nivel de confianza 95% (1.96); p= porcentaje de la población deseada (cuando la población que no posee el atributo asumiremos el 50%); q= porcentaje de la población (q=1*p); e= máximo error admitido (5%); n= tamaño de la muestra.

Reemplazando los resultados en la formula anterior encontraremos:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50}{0.05^2} = 384.16 \text{ probetas}$$

n = 385 probetas

Tabla N° 02: tabla de apoyo, cálculo del tamaño de una muestra

TABLA DE APOYO AL CALCULO DEL TAMAÑO DE UNA MUESTRA POR NIVELES DE CONFIANZA									
Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62.27%	50%
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28	1	0.6745
Z ²	3.84	3.53	3.28	3.06	2.86	2.72	1.64	1.00	0.45
e	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.20	0.37	0.50
e ²	0.0025	0.0036	0.0049	0.0064	0.0081	0.01	0.04	0.1369	0.25

Fuente: Sampieri 2017

Se da una confianza de 95% en la cual se necesita 385 probetas para la investigación, la investigación es cuasi experimental, se hará por la mínima cantidad de probetas.

La muestra que se llevara a cabo del proyecto de investigación es de 96 probetas incluidos cilíndricas como también prismáticas, en la cual son 48 especímenes cilíndricas de 10X20cm para el ensayo de compresión y 48 especímenes prismáticas de 15X15X50cm que se usaran para el ensayo de flexión.

Grupo Patrón: Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas de concreto sin añadirle ceniza volante.

Grupo N° 01 (5% C.V.): Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas de concreto con adición de CV en 5% en Sustitución del cemento.

Grupo N° 02 (10% C.V.): Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas de concreto con adición de CV en 10% en Sustitución del cemento.

Grupo N° 03 (15% C.V.): Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas de concreto con adición de CV en 15% en Sustitución del cemento.

Tabla N° 03.- Cantidad de probetas cilíndricas 10X20cm

f'c= 280 kg/cm2	N° de Probetas por día de curado			Total
	7 días	14 días	28 días	
Sin adición de ceniza volante	04	04	04	12
5% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
10% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
15% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
Total, de Probetas				48

Fuente: Propia.

Tabla N° 04.- Cantidad de probetas prismáticas 15X15 X50cm

f'c= 280 kg/cm2	N° de Probetas por día de curado			Total
	7 días	14 días	28 días	
Sin adición de ceniza volante	04	04	04	12
5% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
10% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
15% de adición de ceniza volante	04	04	04	12
Total, de Probetas				48

Fuente: Propia

Muestreo

Se ejecutará el muestreo **no probabilístico**, donde nos indica Hernández y Mendoza (2018) sostiene: “La investigación no dependerá de la probabilidad sino del análisis de la línea de investigación”(p. 176).

La muestra es una parte de la población que son 4 probetas por edades, son probetas para el diseño de patrón, diseño del 5% de CV, diseño del 10% de CV y el diseño de 15% de adición de cenizas volantes por cada diseño son 24 probetas, en la cual son 12 por cada resistencia en este caso son 2 resistencias a compresión y flexión, y 4 por edad que son 7 días, 14 días y 28 días.

El presente proyecto se aplicará el método de Distribución T de Student, para la comparación de resultados obtenidos de los ensayos de compresión y en los ensayos de flexión adicionando diferentes porcentajes de Cenizas Volantes a raíz de ello se comparará la hipótesis general.

Unidad de análisis

Sostiene Hernández sampieri (2014): “Se indica que la unidad de análisis son objetos hombres sucesos entre otros en los que la investigación se relaciona” (p. 80).

- Los ensayos respectivos que se realizara al conceto con adición de cenizas volantes se recolectara los resultados obtenidos, y necesarios para esta investigación.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La investigación del proyecto, se proyecta que el proyecto de investigación es de fuentes confiables como de artículos científicos y de investigaciones similares a la investigación en la implementación de CV en la fuerza a compresión y a flexión, donde se da a entender que es practico y de campo.

La Universidad Naval (2015) indica: “son hechos, del proceso y análisis de proporcionar y examinar la información de resultados, sobre sucesos, conocimientos y fenómenos” (p. 28).

Técnicas de recolección de datos

Baena Paz (2017) dice: “son respuestas de cómo hacer [...]. Hay técnicas para todas las actividades [...] con el fin de resolver los objetivos propuestos, [...] son comunes la recolección de datos en campos de estudios (p. 68). Se da a entender que los objetivos encontrados deben ser de manera reflexiva y concerniente a la investigación que dan la forma del camino del desarrollo del proyecto de investigación.

Hernández Sampieri (2014) manifiesta: “Alcanzar los resultados implica una serie de datos que nos ayuda a reunir y conducir objetivos específicos detallados” (p. 198).

- ❖ La técnica que se maneja es de la observación experimental, es la que más se caracteriza esta investigación, en la cual se estudia el comportamiento del concreto al adicionar cenizas volantes con porcentajes óptimos, de los ensayos que se realizarán de las probetas cilíndricas y prismáticas.
- ❖ Estudio de datos que se basan principalmente en buscar información de diferentes fuentes que dan un soporte a esta indagación, a través de esto se posee artículos científicos, tesis, libros, entre otros como también las normas ASTM y normas peruanas.

Instrumentos de recolección de datos

Baena Paz (2017) sostiene: “Técnicas para cumplir un objetivo, son apoyos que se buscan para lograr algo determinado” (p. 68).

Se utilizo fichas normadas de las diferentes especialidades e instituciones de observación.

Instrumentos metodológicos o recolección de datos (formatos).

- Norma técnica peruana (NTP).
- Manual de Carreteras.
- American Society for testing and materials (ASTM).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- American Concrete Institute.

Tabla N° 05: Normas Para los Ensayos

Norma	Técnica	Instrumento
NTP 400.022	Peso específico de la ceniza volante	Picnómetro de 500ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 400.017	Peso unitario del agregado fino	Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 400.017	Peso unitario del agregado grueso	Balanza de Precisión de 0.1 gramos
ASTM C-127	Peso específico del agregado fino	Picnómetro de 500ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
ASTM C-128	Peso específico del agregado grueso	Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 399.185	Contenido de humedad del agregado fino	Horno para el secado
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 399.185	Contenido de humedad del agregado grueso	Horno para el secado
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 400.012	Granulometría del agregado fino	Mallas estándar
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
NTP 400.012	Granulometría del agregado grueso	Mallas estándar
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
ACI 211	Diseño de Mezcla	
NTP 339.035	Medición del asentamiento	Cono de abrams
NTP 339.033	Fabricación y curado de muestras de concreto	Probetas de 10cmx20xcm y probetas de 15cmx15cmx50cm
ASTM C39 y NTP 339.04	Ensayo del concreto a resistencia de compresión	Máquina de Compresión
NTP ASTM C78 y NTP 339.078	Ensayos de la resistencia del concreto a la flexión	Máquina de Flexión

Fuente: Propia

Instrumentos de Ingeniería.

- ✚ Maquina Universal de Ensayos.
- ✚ Cono de Abrams.
- ✚ Molde para las probetas cilíndricas.
- ✚ Molde para las probetas prismáticas.
- ✚ Regla metálica.

Máquina de Ensayo a Compresión	Cono de Abrams
	
Máquina de Ensayo a Flexión	Molde a Flexión
	
Molde a Compresión	Regla Metálica

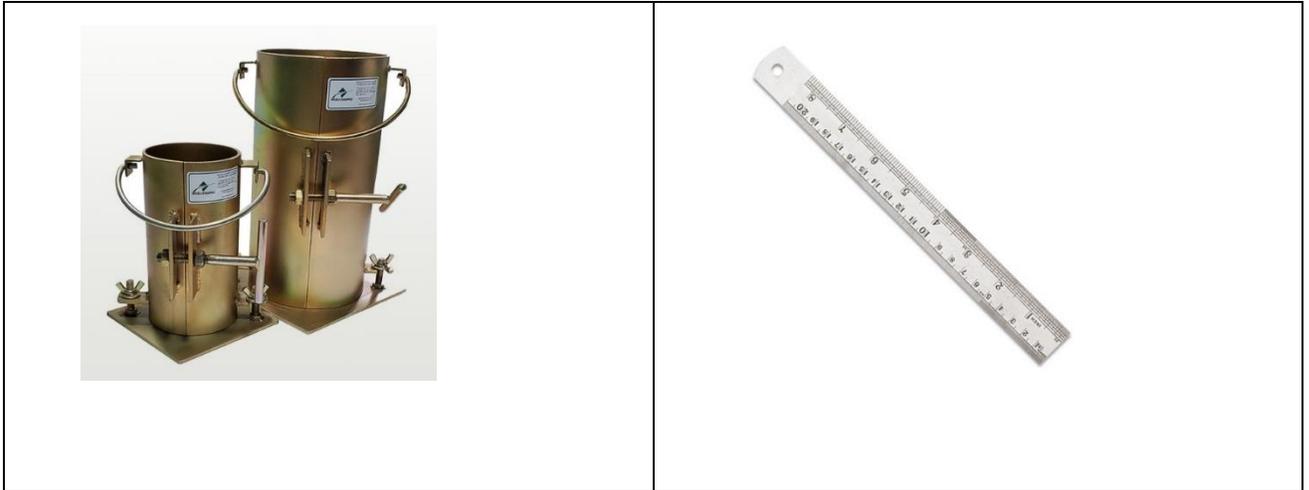


Figura N° 05: Instrumentos de Ingeniería

Instrumentos o equipos utilizados.

- ✚ Horno.
- ✚ Brocha.
- ✚ Balanza.
- ✚ Tamices.
- ✚ Mezcladora.
- ✚ Flexómetro.
- ✚ Martillo de Goma.
- ✚ Varilla lisa de 5/8".

Horno	Brocha
	
Tamices	Varilla lisa de 5/8"



Figura N° 06: Instrumentos o Equipos Utilizados

Validez y Confiabilidad

Es un método que mide la Confiabilidad, esta predispuesto por el nivel de parentesco de las respuestas que esta aplicada en reiteradas oportunidades a un mismo individuo. Cuando los resultados se obtienen más similitudes de las reiteradas pruebas, la confiabilidad será mayor (Hernández y Mendoza, 2018).

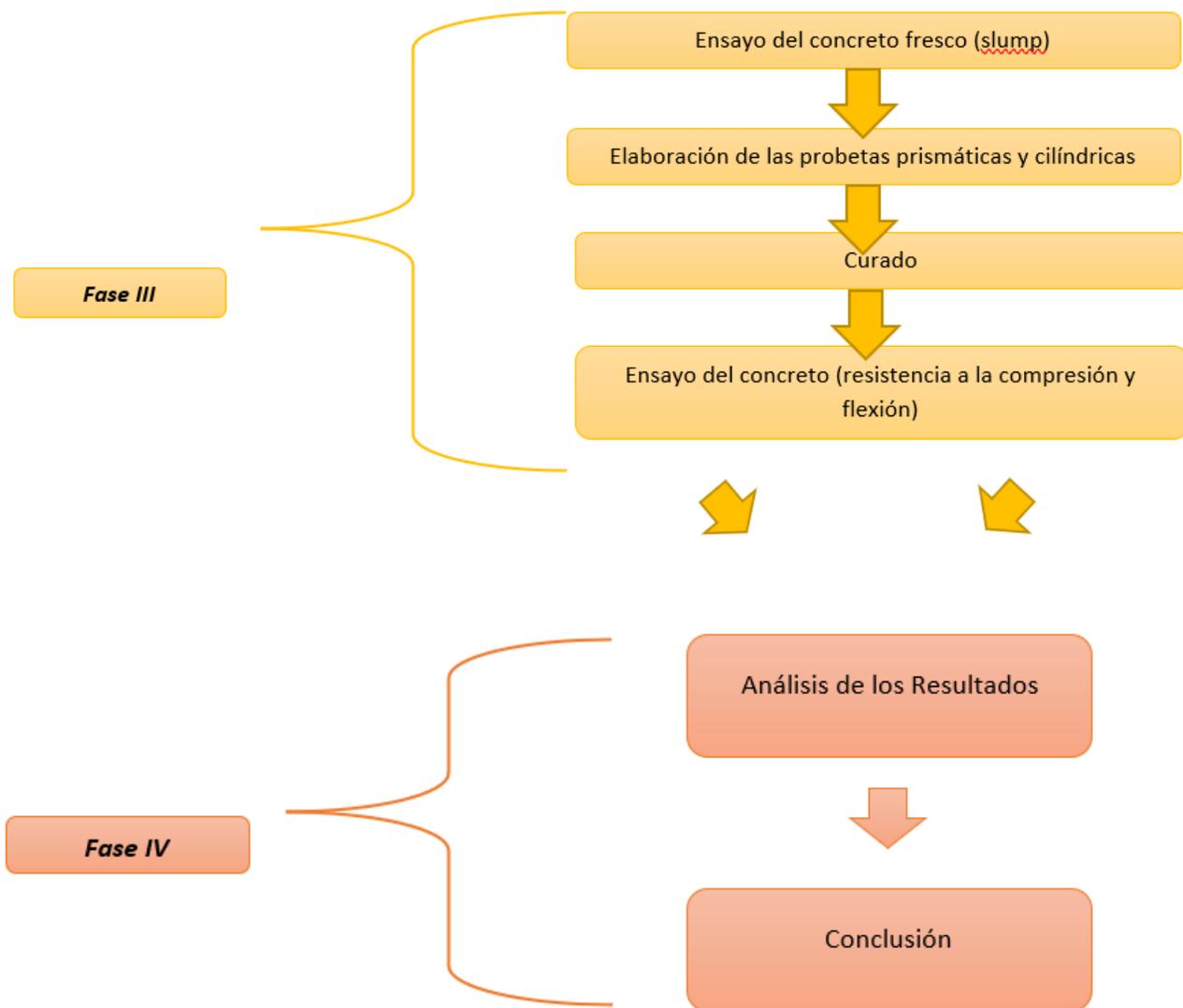
La confiabilidad en el grado en que un metodo aplicado, es repititivo al mismo objeto, produzca respuestas similares (Hernández y Mendoza, 2018).

Los presentes instrumentos utilizados en el proyecto se consideran confiables y válidos, ya que han sido evaluados a través del juicio de expertos, por ingenieros civiles en el rubro especialistas en el tema.

A su vez los Instrumentos utilizados, como las fichas técnicas, son normadas por entidades internacionales y nacionales encargadas.

3.5. Procedimientos





Fase I: Se obtiene las cenizas volantes y los agregados. – Se va a realizar el desarrollo de la obtención de las CV, se estudiará sus características mecánicas y físicas de los compuestos.

Fase II: Diseño de la mezcla. – Se hará el diseño de mezcla por el método (ACI-211) tradicional y así mismo los diseños con adición de cenizas volantes basado en las dosificaciones normadas.

Fase III.- En el análisis de prueba del concreto fresco y endurecido. - Se realizará el ensayo del concreto fresco (slump), y como también se desarrollará los especímenes cilíndricas y prismáticas, se llevará a cabo el curado correspondiente,

para luego realizar el ensayo de rotura de los ensayos propuestos a compresión y flexión.

Fase IV: Resultados. – Para concluir se recolectará la información obtenida del grupo patrón y los grupos de adición de cenizas volantes mediante el Microsoft Excel, de modo que así se pueda comprobar la hipótesis de la investigación y así concluir con el proyecto de investigación.

3.6. Método de Análisis de Datos

Se llevará a cabo los ensayos en laboratorio para recolectar los datos obtenidos en el Microsoft Excel, para poder observar los datos más entendibles en figuras y/o tablas teniendo el patrón $f'c$ 280 kg/cm², y adicionando 5%,10% y 15% de cenizas volantes. También para rellenar los datos se utilizará el IBM SPSS Statistics.

- Se utilizará el Microsoft Excel para la recolección de datos obtenidos en los estudios de laboratorio de las resistencias a compresión y flexión, de los diseños de patrón y diseños de adición por porcentajes de cenizas volantes.
- También se utilizará el IBM SPSS Statistics para analizar la frecuencias, varianza y porcentajes.
- Se analizará y comparará los productos logrados.

3.7. Aspectos Éticos

En el actual proyecto de estudio, que se presenta es de propiedad erudita del autor como las ideas, tablas, figuras y además otros, de igual forma en el uso adecuado de las normas nacionales e internacionales, se consideró las autorías de los libros, artículos científicos y tesis, se manejó adecuadamente el producto de los datos obtenidos en el laboratorio sin manipulación alguna.

IV. RESULTADOS

Para poder lograr los objetivos formulados en la presente tesis se realizaron estudios en el laboratorio MASTERLEM laboratorio de pruebas de materiales.

1. Ubicación del Laboratorio para la Realización de los Ensayos

El reciente proyecto de estudio tiene como denominación “Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5,10,15 por ciento en $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021”, se realizó en el laboratorio MASTERLEM SAC. Se muestra en la siguiente figura la ubicación de dicho laboratorio: Av. Circunvalación Mz “B”, Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Lima.



Figura N° 07: Ubicación del laboratorio MASTERLEM SAC

2. Ubicación de las Cenizas Volantes

Las cenizas volantes fueron adquiridas por la Central Termoeléctrica Huaycoloro, quien donó el material para la investigación de la tesis, adjunto en la siguiente figura la ubicación de la CT Huaycoloro.



Figura N° 08: Ubicación de la CT Huaycoloro

3. Ensayos de los Agregados

3.1. Granulometría Agregado Fino

Los materiales finos se obtuvieron en la cantera Moyobamba Paucartambo – Pasco – Pasco, para elaborar nuestras muestras de concreto en probetas con $F'c=280$ Kg/cm², más adelante analizada por el ensayo granulométrico.

Donde se determinará las dosificaciones de agregados, según la NTP 400.012:2001 (estudio granulométrico de agregados finos, gruesos y global).

Se realizó el ensayo, en la siguiente tabla nos especifica con más detalle su proceso, primero para medir la muestra con una balanza, con un peso de 625.10 gr., la malla N°16 retuvo la cantidad mayor que los otros con un peso de 138.15 gr.

Se tuvo como objetivo determinar y precisar las diferentes distribuciones de tamaños de partículas del agregado fino.

Tabla N° 06: Análisis Granulométrico, Agregado Fino

CANTERA "MOYOBAMBA"							
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 625.10 gr.							
Malla		Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.0	100.0	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.0	100.0	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.0	100.0	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	25.00	4.00	4.0	96.0	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	87.51	14.00	18.0	82.0	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	138.15	22.10	40.1	59.9	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	102.52	16.40	56.5	43.5	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	131.27	21.00	77.5	22.5	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	102.52	16.40	93.9	6.1	0.00	10.00
Fondo		38.13	6.10	100.0	0.0	0.00	0.00
						MF	2.90

Fuente: Propia.

En la tabla N° 06 se puede apreciar el análisis granulométrico del compuesto fino, se ensayó y nos permitió obtener el módulo de fineza considerando las mallas N°4 hasta el N°100 considerando la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136.

Como también, el módulo de finura 2.90. Como se conoce el módulo de finura, se puede decir que es la suma de porcentaje retenidos acumulados dividido entre 100.

En la siguiente figura, está la curva granulométrica con los límites ASTM C33, se observa que el agregado si cumple y está dentro del rango.

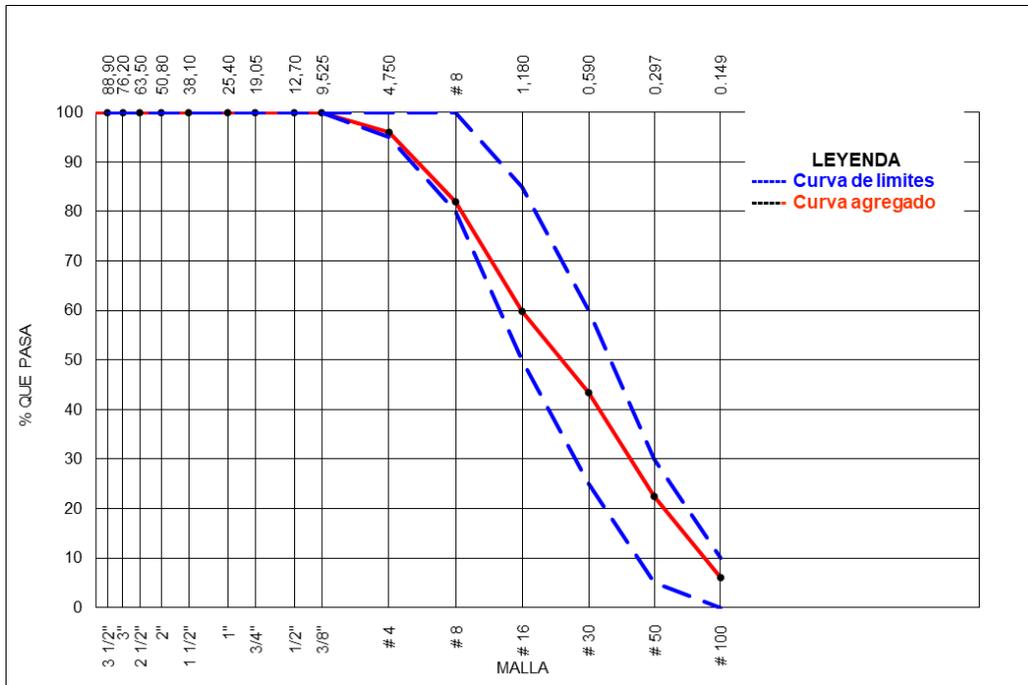


Figura N° 09: Curva granulométrica del agregado fino

3.2. Granulometría del Agregado Grueso

El compuesto grueso se obtuvo en la cantera Moyobamba Paucartambo – Pasco – Pasco, para elaborar nuestras muestras de concreto en probetas con $F'c=280$ Kg/cm², más adelante analizada por el ensayo granulométrico.

Donde se determinará las dosificaciones del compuesto grueso, según la NTP 400.012:2001

Se realizó el ensayo, en la siguiente tabla nos especifica con más detalle su proceso, primero para medir la muestra con una balanza, con un peso de 5682.97 gr., la malla 1/2" retuvo la cantidad mayor que los otros tamizajes con un peso de 2026.7 gr.

Se puede observar en la siguiente tabla, teniendo en cuenta la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136 de compuestos, se presenta el estudio del compuesto grueso, se realizaron los ensayos para obtener el tamaño máximo nominal

Tabla N° 07: Análisis Granulométrico, Agregado Grueso

CANTERA "MOYOBAMBA"							
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 625.10 gr.							
Malla		Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	120.2	2.1	2.1	97.9	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1832.0	32.2	34.4	65.6	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	2026.7	35.7	70.0	30.0	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	1150.7	20.2	90.3	9.7	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	429.4	7.6	97.8	2.2	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	22.9	0.4	98.2	1.8	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	101.0	1.8	100.0	0.0	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
						MF	7.21
						TM	1 1/2 "
						TN	1"

Fuente: Propia.

En el siguiente gráfico, se presenta los límites de la curva granulométrica ASTM C 33 HUSO 67 establecido. Se puede observar que cumple al estar dentro del rango.

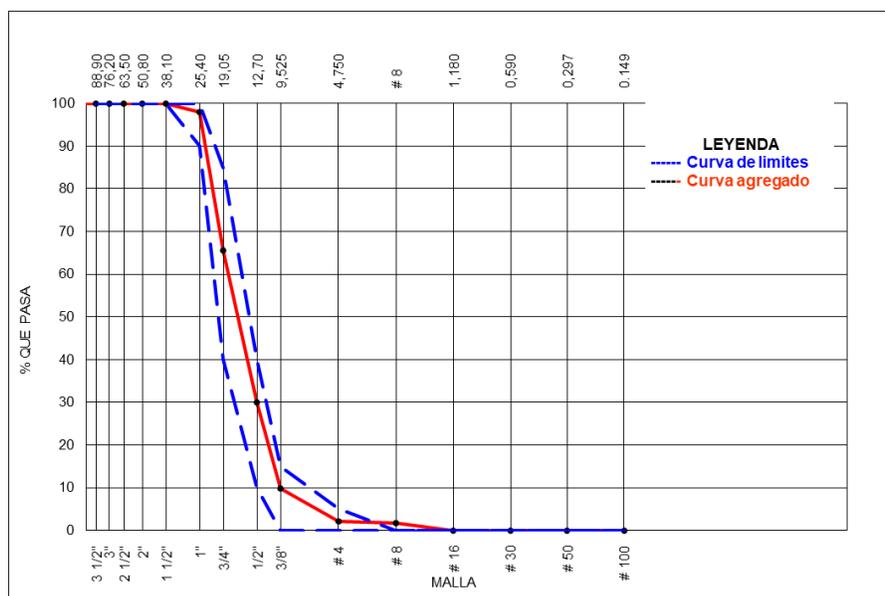


Figura N° 10: Curva granulométrica del agregado grueso

3.3. Contenido de Humedad del Agregado Fino

Se puede observar la tabla que se muestra, datos que se recolectaron en el laboratorio para identificar el volumen de humedad del compuesto fino, para empezar, se pesa el envase, seguido se pesa la masa con el recipiente, se deja por 24 horas la muestra en el horno, para obtener el peso del espécimen seca. Se obtiene con la desigualdad del espécimen húmeda y seca el contenido de humedad en porcentaje, es el 2.2%.

Tabla N° 08: Contenido de Humedad, Agregado Fino

N°	Datos	Unidad	1	2
1	Peso de la muestra húmeda + recipiente	g	468.4	648.2
2	Peso de la muestra seca + recipiente	g	463.2	638.5
3	Peso del recipiente	g	211.4	204.1
4	Peso de la muestra seca	g	251.8	434.4
5	Contenido de humedad	%	2.1	2.2

Fuente: Propia.

3.4. Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Respecto al volumen de humedad de los compuestos según la norma ASTM C566.

En la posterior tabla se observa, datos recolectados en laboratorio donde se hallarán el volumen de la humedad del compuesto grueso, donde se pesa el depósito de la masa, seguidamente se pesa el espécimen en el receptáculo, después se lleva al horno donde estará por 24 horas con una temperatura a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, para poder obtener la muestra seca. Luego se verifica la diferencia de pesos entre la muestra seca y húmeda, donde se obtiene el volumen de humedad en proporción, en la cual en este compuesto grueso es de 0.2%.

Tabla N° 09: Contenido de Humedad, Agregado Grueso

N°	Datos	Unidad	1	2
1	Peso de la muestra húmeda + recipiente	g	1530.2	1825.1
2	Peso de la muestra seca + recipiente	g	1527.2	1821.0
3	Peso del recipiente	g	122.1	123.1
4	Peso de la muestra seca	g	1405.1	1697.9
5	Contenido de humedad	%	0.2	0.2

Fuente: Propia

3.5. Peso Unitario del Agregado Fino

Se realizó estudios para obtener el peso suelto unitario y el espesor de los componentes según la norma ASTM C29/C29M.

En la siguiente tabla se da los datos obtenidos en laboratorio, cuando se halla el peso unitario suelto del componente fino, se pesa el espécimen de la tara, seguido se obtenemos el volumen del recipiente, después se pesa la masa con el recipiente, con dichos datos se obtiene el peso unitario suelto. Se realizó 4 veces el ensayo. En la cual se obtuvo un valor de 1397 kg/m³ y 1542 kg/m³.

Tabla N° 10: Peso Unitario, Agregado Fino 1

N°	Datos	Unidad	1	2	Promedio
1	Peso de la muestra + molde	kg	5.458	5.480	/
2	Peso del molde	kg	1.640	1.640	
3	Peso de la muestra (1 - 2)	kg	3.818	3.840	
4	Volumen del molde	m ³	0.0027	0.0027	
5	Peso unitario suelto de la muestra	kg/m³	1393	1401	

Fuente: Propia

Tabla N° 11: Peso Unitario, Agregado Fino 2

N°	Datos	Unidad	1	2	Promedio
6	Peso de la muestra + molde	kg	5.840	5.890	
7	Peso del molde	kg	1.640	1.640	
8	Peso de la muestra (1 - 2)	kg	4.200	4.250	
9	Volumen del molde	m ³	0.0027	0.0027	
10	Peso unitario compactado de la muestra	kg/m³	1533	1551	1542

Fuente: Propia

3.6. Peso Unitario del Agregado Grueso

Se puede observar los resultados obtenidos, en la tabla para hallar el peso unitario suelto de componente grueso, cuatro muestras se realizaron para obtener el promedio. Se obtuvo un resultado de 1515 kg/m³ y 1756 kg/m³.

Tabla N° 12: Peso Unitario, Agregado Grueso 1

N°	Datos	Unidad	1	2	Promedio
1	Peso de la muestra + molde	kg	27.250	27.120	
2	Peso del molde	kg	5.674	5.674	
3	Peso de la muestra (1 - 2)	kg	21.576	21.446	
4	Volumen del molde	m ³	0.0142	0.0142	
5	Peso unitario suelto de la muestra	kg/m³	1519	1510	1515

Fuente: Propia

Tabla N° 13: Peso Unitario, Agregado Grueso 2

N°	Datos	Unidad	1	2	Promedio
6	Peso de la muestra + molde	kg	30.105	30.100	
7	Peso del molde	kg	4.674	5.674	
8	Peso de la muestra (1 - 2)	kg	25.431	24.426	
9	Volumen del molde	m ³	0.0142	0.0142	
10	Peso unitario compactado de la muestra	kg/m³	1791	1720	1756

Fuente: Propia

3.7. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Se muestra, el procedimiento al respecto de absorción y el peso específico del componente fino, ASTM C-128.

Seguido se observa los datos recolectados en laboratorio para poder obtener la absorción y el peso específico del componente fino. Donde se obtuvo un porcentaje de absorción 1.3% con un peso específico 500.2 kg/m³.

Tabla N° 14: Peso específico y absorción, agregado fino

N°	Datos	Unidad	1	2
1	Peso de la arena S.S.S. + peso balon + peso de agua	g	972.9	986.1
2	Peso de la arena S.S.S. + peso balon	g	663.4	676.9
3	Peso del agua (W = 1 - 2)	g	309.5	309.2
4	Peso de la arena seca al horno + peso del balon	g	665.9	663.9
5	Peso del balon N° 2	g	172.1	170.1
6	Peso de la arena seca al horno (A = 4 - 5)	g	493.9	493.8
7	Volumen del balon (V = 500)	cc	500.1	500.2

Fuente: Propia

Tabla N° 15: Peso específico y absorción, agregado fino

N°	Resultados	Unidad	1	2	Promedio
8	Peso específico de la masa (P.E.M. = $A/(V-W)$)	g/cc	2.59	2.59	2.59
9	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.62	2.62	2.62
10	Peso específico aparente (P.E.A. = $A/[(V-W)-(500-A)]$)	g/cc	2.68	2.67	2.67
11	Porcentaje de absorción $[(500-A)/A*100]$	%	1.2	1.3	1.3

Fuente: Propia

3.8. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Los procedimientos, realizados como indica la norma ASTM C127, la muestra se saturo en agua 24 horas, esto ayuda a determinar al agregado grueso con superficie seca.

Se observa en la tabla siguiente, datos hallados en laboratorio para la absorción y el peso específico del componente grueso. Fue obtenido en absorción de 1.0%, con un peso específico de 2475 kg/m³.

Tabla N° 16: Peso específico y absorción, agregado grueso

N°	Datos	Unidad	1	2
1	Peso de la muestra sumergida canastilla A	g	1550	1551
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2500	2501
3	Peso muestra Seco C	g	2475	2475

Fuente: Propia

Tabla N° 17: Peso específico y absorción, agregado grueso

N°	Resultados	g/cc	1	2	Promedio
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.63	2.63	2.63
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.61	2.61	2.61
6	Peso específico aparente = C/C-A	%	2.68	2.68	2.68
7	Absorción de agua = ((B - C) / C) *100	%	1.0	1.1	1.0

Fuente: Propia

4. Diseño de Mezclas

Se hizo el diseño de la mezcla, tomando en cuenta como referencia el ACI 211, para obtener el concreto del grupo control GC, que nos servirá como referencia de los otros grupos formados con Adición de Cenizas Volantes.

El diseño de la mezcla del grupo control se realizó con una resistencia de 280 kg/cm²,

El rendimiento estimado es de 0.99.

En la tabla siguiente se estima los datos requeridos donde se obtuvieron del estudio de agregados finos y gruesos.

Grupo N° 01

Se elaborará 12 especímenes cilíndricos y 12 especímenes prismáticos sin adición de CV a la cual denominaremos grupo de control.

Se puede observar en la siguiente tabla la dosificación del grupo N°01 (G1). Para la elaboración de tandas de 0.082 m³.

Tabla N° 18: Dosificación Grupo 1 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas prismáticas

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	40.18	Kg
Agua	18.02	Litro
Agregado Fino	63.50	Kg

Agregado Grueso	67.96	Kg
-----------------	-------	----

Fuente: Propia

Grupo N° 02

Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas con Adición de CV en 5% reemplazando al cemento.

Se puede observar en la siguiente tabla la dosificación del grupo N°02 (G2). Para la elaboración de tandas de 0.082 m³. **Ceniza Volante 2.2 Kg.**

Tabla N° 19: Dosificación Grupo 2 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 5%.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	38.17	Kg
Agua	18.02	Litro
Agregado Fino	63.15	Kg
Agregado Grueso	67.59	Kg

Fuente: Propia

Grupo N° 03

Se elaborará 12 especímenes cilíndricas y 12 especímenes prismáticas con Adición de CV en 10% reemplazando al cemento.

Se puede observar en la siguiente tabla la dosificación del grupo N°03 (G3). Para la elaboración de tandas de 0.082 m³. **Ceniza Volante 4.7 Kg.**

Tabla N° 20: Dosificación Grupo 3 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 10%.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	36.16	Kg
Agua	18.02	Litro
Agregado Fino	62.80	Kg
Agregado Grueso	67.21	Kg

Fuente: Propia

Grupo N° 04

Se elaborará 12 especímenes cilíndricos y 12 especímenes prismáticos con Adición de CV en 15% reemplazando al cemento.

Se puede observar en la siguiente tabla la dosificación del grupo N°04 (G4). Para la elaboración de tandas de 0.082 m³. **Ceniza Volante 7.5 Kg.**

Tabla N° 21: Dosificación Grupo 3 de 12 probetas cilíndricas y 12 probetas cilíndricas, incluido Cenizas Volantes en un 15%.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	34.15	Kg
Agua	18.02	Litro
Agregado Fino	62.45	Kg
Agregado Grueso	66.84	Kg

Fuente: Propia

4.1. Observaciones

Los materiales que se utilizaron fueron:

Cemento Andino tipo I

Agregado fino y grueso de la cantera Moyobamba–Paucartambo- Pasco-Pasco

Cenizas Volantes de la Central Termoeléctrica Huaycoloro

En la siguiente figura se puede observar la identificación de la mezcla de control y los distintos grupos.



Figura N° 11: Probetas cilíndricas y prismáticas marcadas

Se puede observar también las cenizas volantes de la CT Huaycoloro



Figura N° 12: Cenizas volantes

4.2. Ensayos SLUMP

Asentamiento

Se realizó el Método de ensayo del asentamiento según la NTP 339.035., en estado fresco, en la cual ayudo a clasificar y si es un concreto muy trabajable (fluida), trabajable (plástica) y poco trabajable (seca).

Tabla N° 22: Asentamiento del SLUMP

GRUPO	SLUMP (PULGADA)
G1	3
G2	3
G3	2
G4	1

Fuente: Propia

Respecto a la siguiente imagen, se representa los slump obtenidos de las muestras. En el grupo control (G1), se determinó un slump de 3", en el grupo 2 (G2), se determinó un slump de 3", en el grupo 3 (G3), se tuvo como slump 2 pulgadas y en

el grupo 4 (G4) de 1 pulgadas de slump. Quiere indicar que a mayor cantidad de cenizas volantes se reduce el slump de la mezcla.

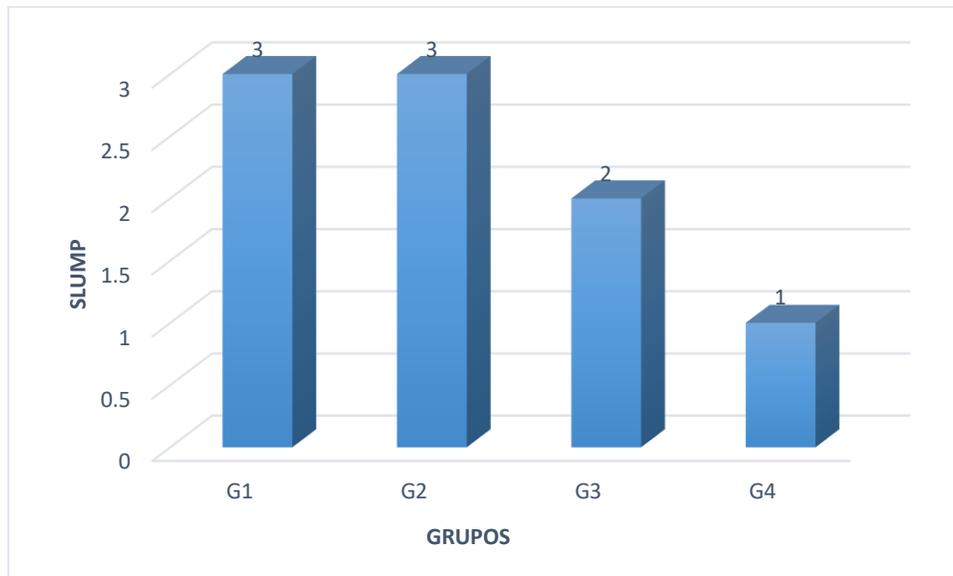


Figura N° 13: SLUMP obtenido de los grupos

La siguiente imagen, se puede observar el ensayo del asentamiento que se realizó en el laboratorio al concreto fresco, se realizó con el cono de Abrams, se hace con 3 capas, compactado con una varilla que es golpeado por 25 veces por capa. Luego se retira el cono, donde se coloca una varilla al quitarlo para tenerlo como referencia al medir cuando se asienta la muestra.



Figura N° 14: Asentamiento SLUMP

4.3. Curado del Concreto

Para la elaboración y curado, se siguió la N.T.P. 339.033.2009. hormigón. Se realizó el curado mediante el fluido (agua), se controló la gradación con el fluido, para evitar daños del concreto, El tiempo que se realizó para el curado fue de 7, 14 y 28 días, las roturas se realizaron a los 7, 14 y 28 días, para las probetas cilíndricas como prismáticas.

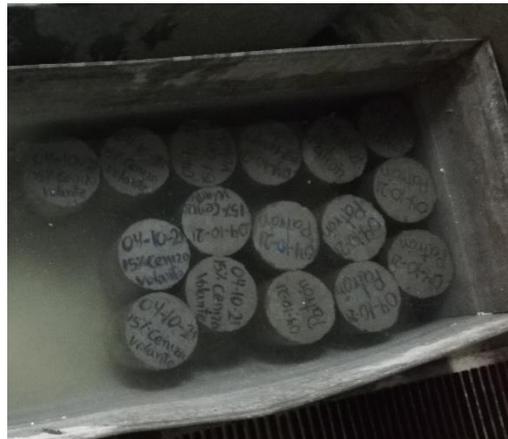


Figura N° 15: Curado de probetas cilíndricas



Figura N° 16: Curado de probetas prismáticas

5. Resistencia a la Compresión

Se ejecutaron los estudios para las edades de 7, 14 y 28 días. La rotura se realizó en las edades mencionadas, se siguió la N.T.P. 339.034.2015. "Método de ensayo

para la compresión de probetas cilíndricas” y la normatividad del ASTM C39
 “Método de ensayo de compresión para especímenes cilíndricos de concreto”

Resultados Obtenidos a los 7 días a compresión

Tabla N° 23: Resistencia a la compresión, 7 días

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga maxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla	Promedio de Resistencia a la compresion
Diseño patron M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22950	0.028	281	6	284
Diseño patron M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22520	0.027	276	4	
Diseño patron M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23478	0.028	287	5	
Diseño patron M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	101	203	8012	23490	0.029	293	4	
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24120	0.029	299	5	297
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	25452	0.030	303	5	
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23985	0.029	294	5	
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22890	0.029	294	5	
Diseño 10 ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24420	0.029	295	5	295
Diseño 10 ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24750	0.031	311	5	
Diseño 10 ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23989	0.029	294	4	
Diseño 10 ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23990	0.027	280	5	
Diseño 15 ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23180	0.028	284	5	293
Diseño 15 ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23480	0.028	287	1	
Diseño 15 ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24210	0.029	296	5	
Diseño 15 ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24750	0.030	303	5	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia obtenida es la de compresión sacados de la prueba de compresión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto sin adición de cenizas volantes, una menor resistencia a los 7 días de rotura, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 5% con resistencia a compresión a 297 Kg/cm², seguido del concreto añadido en un 10% con un resultado de 295 kg/cm², seguido del 15% y por último el concreto sin adición de cenizas volantes.

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a compresión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y adicionando cenizas volantes.

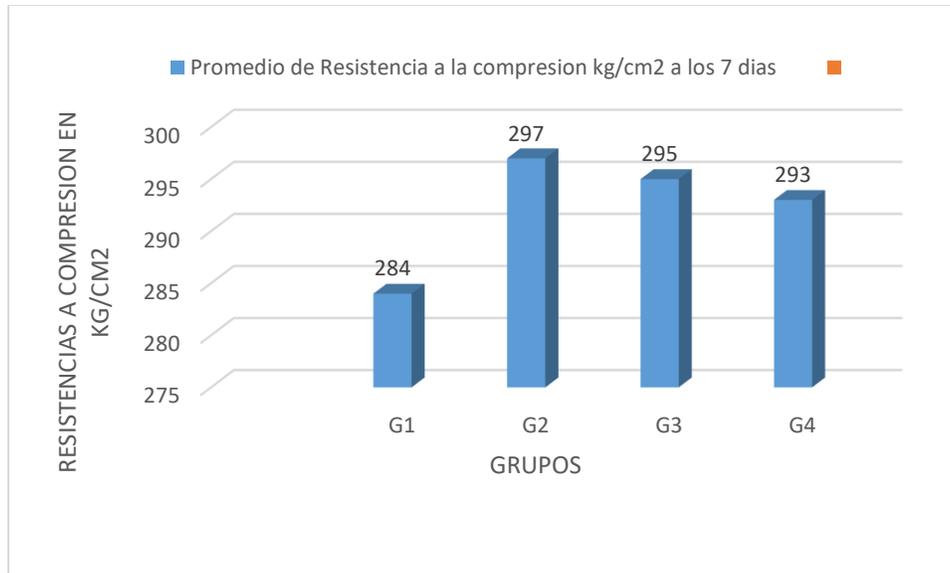


Figura N° 17: Resistencia a compresión, 7 días.

Se halló en la imagen anterior la representación de las resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes que no han sido adicionado cenizas volantes presentan una menor resistencia que los especímenes adicionados cenizas volantes. Se infiere que al adicionar cenizas volantes las resistencias aumentan después de los 7 días.

Tabla N° 24: Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 7 días.

GRUPO	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	
	7 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	284	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	297	104.58
G3 (Con adición del 10% de CV)	295	103.87
G4 (Con adición del 15% de CV)	293	103.17

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes aumentado, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

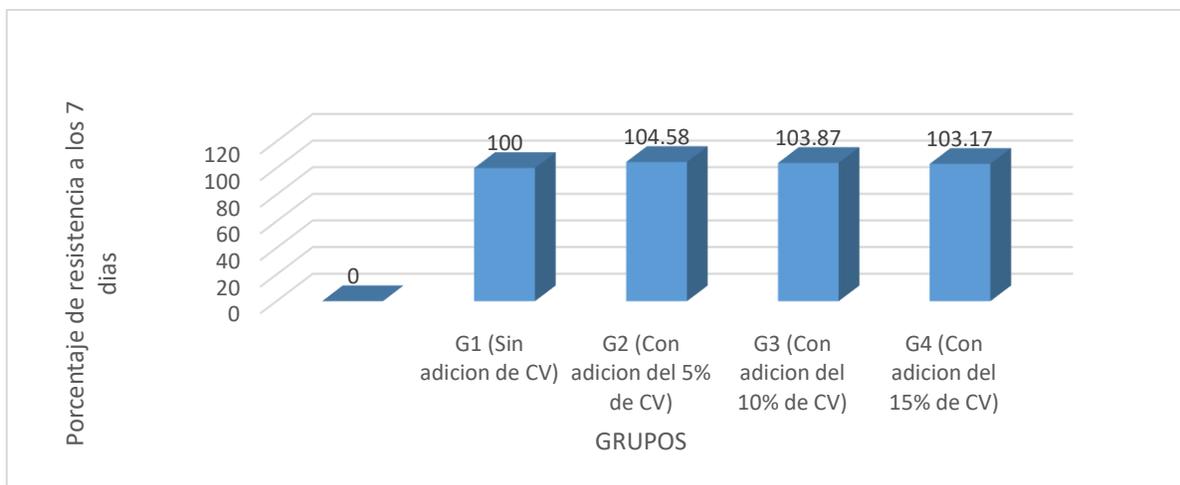


Figura N° 18: Resistencia a compresión en porcentaje, 7 días.

Resultados Obtenidos a los 14 días a compresión

Tabla N° 25: Resistencia a la compresión, 14 días

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga maxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla	Promedio de resistencia a compresion
Diseño patron M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26020	0.032	325	2	336
Diseño patron M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	28590	0.035	357	1	
Diseño patron M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27650	0.033	338	2	
Diseño patron M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	26590	0.032	325	5	
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26250	0.032	328	4	342
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29189	0.035	357	2	
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	27389	0.034	342	1	
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27980	0.034	342	2	
Diseño 10 ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26250	0.035	361	4	352
Diseño 10 ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29050	0.035	356	5	
Diseño 10 ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29000	0.035	355	4	
Diseño 10 ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	27110	0.033	338	5	
Diseño 15 ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27126	0.033	332	6	345
Diseño 15 ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	28589	0.034	350	6	
Diseño 15 ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29514	0.035	361	5	
Diseño 15 ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27657	0.033	338	5	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia obtenida es la de compresión sacados de la prueba de compresión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto sin adición de cenizas volantes, una menor resistencia a los 14 días de rotura, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 10% con resistencia a 352 Kg/cm², seguido del concreto añadido en un 15% con un resultado de 345 kg/cm², seguido del 5% y por último el concreto sin adición de cenizas volantes.

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a compresión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y adicionando cenizas volantes.

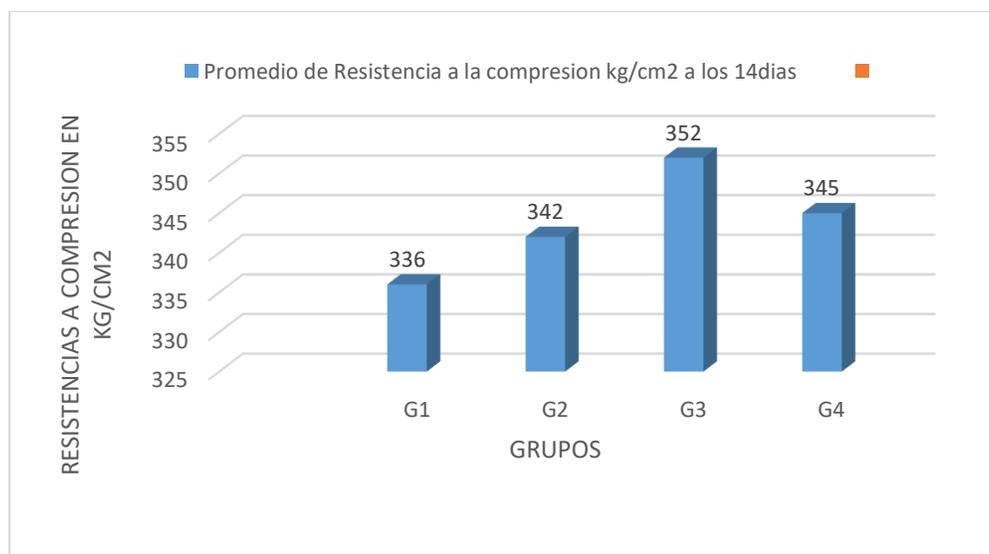


Figura N° 19: Resistencia a compresión, 14 días.

Se puede ver en la imagen anterior la representación de resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes que no han sido adicionados cenizas volantes presentan una menor resistencia que los especímenes adicionados cenizas volantes. Se infiere que al adicionar cenizas volantes hasta el 10% la resistencia aumenta a los 14 días.

Tabla N° 26: Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 14 días.

GRUPO	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	
	14 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	336	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	342	101.79
G3 (Con adición del 10% de CV)	352	104.76
G4 (Con adición del 15% de CV)	345	102.68

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes aumentado, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

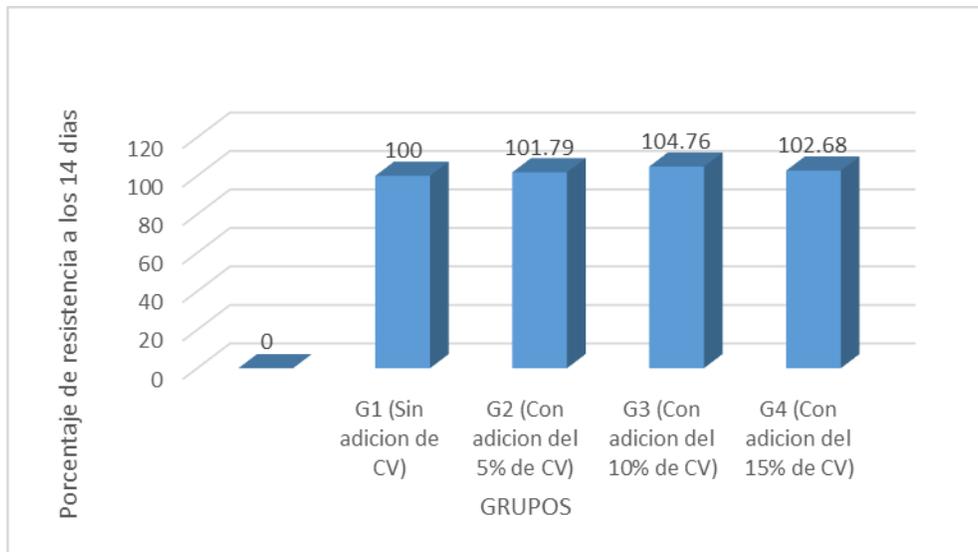


Figura N° 20: Resistencia a compresión en porcentaje, 14 días.

Resultados Obtenidos a los 28 días a compresión

Tabla N° 27: Resistencia a la compresión, 28 días

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área mm ²	Carga máxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla	Promedio e resistencia a Compresion Kg/cm ²
Diseño patron M-1	04/10/2021	02/11/2021	28	100	203	7854	29350	0.037	374	1	368
Diseño patron M-2	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	30290	0.037	378	1	
Diseño patron M-3	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	28469	0.035	355	2	
Diseño patron M-4	04/10/2021	02/11/2021	28	100	203	7854	28766	0.036	366	3	
Diseño 5% ceniza volante M-1	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	31300	0.038	391	1	380
Diseño 5% ceniza volante M-2	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	29265	0.036	365	2	
Diseño 5% ceniza volante M-3	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	31897	0.039	398	1	
Diseño 5% ceniza volante M-4	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	29184	0.036	364	1	
Diseño 10 ceniza volante M-1	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	31300	0.038	393	2	385
Diseño 10 ceniza volante M-2	04/10/2021	02/11/2021	29	102	203	8171	31168	0.037	381	1	
Diseño 10 ceniza volante M-3	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	31065	0.038	388	1	
Diseño 10 ceniza volante M-4	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	30450	0.037	380	1	
Diseño 15 ceniza volante M-1	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	29126	0.036	364	6	364
Diseño 15 ceniza volante M-2	04/10/2021	02/11/2021	28	101	203	8012	29989	0.036	367	4	
Diseño 15 ceniza volante M-3	04/10/2021	02/11/2021	28	102	203	8171	28290	0.034	346	5	
Diseño 15 ceniza volante M-4	04/10/2021	02/11/2021	28	102	203	8171	30943	0.037	379	5	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia obtenida es la de compresión sacados de la prueba de compresión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto con adición de cenizas volantes en un 15% en la resistencia de 28 días llega a tener una resistencia menor a los diseños de concreto de adición y sin adición de cenizas volantes, seguido de del diseño sin adición de cenizas volantes, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 10% con una resistencia a la compresión a 385 Kg/cm², seguido del concreto añadido en un 5% con una resistencia a compresión a 380 kg/cm², seguido del concreto sin adición de cenizas volantes y por último el concreto con 15% de adición de cenizas volantes.

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a compresión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y adicionando cenizas volantes.

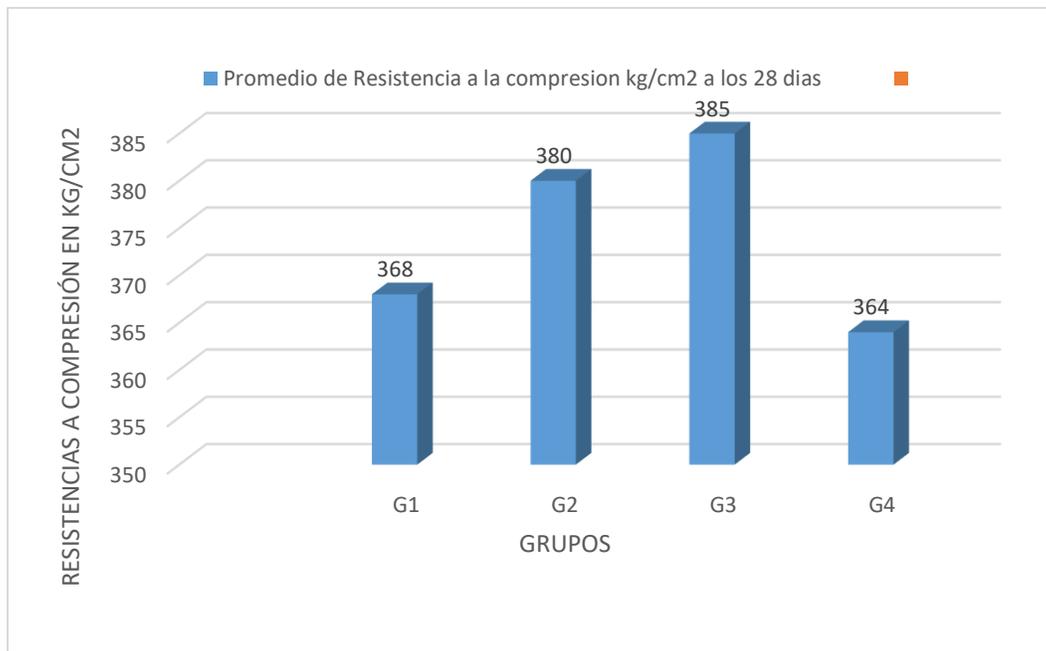


Figura N° 21: Resistencia a compresión, 28 días.

se determinó la representación de las resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes con adición de 15% de cenizas volantes una menor resistencia que los demás especímenes. Se infiere que al adicionar mayor porcentaje del 10% de cenizas volantes la resistencia disminuye a partir de los 28 días.

Tabla N° 28: Porcentaje de resistencia a la Compresión Obtenida, 28 días.

GRUPO	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	
	28 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	368	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	380	103.26
G3 (Con adición del 10% de CV)	385	104.62
G4 (Con adición del 15% de CV)	364	98.91

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes han aumentado, pero mayores de porcentajes de adición de 10% disminuye la

resistencia a compresión, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

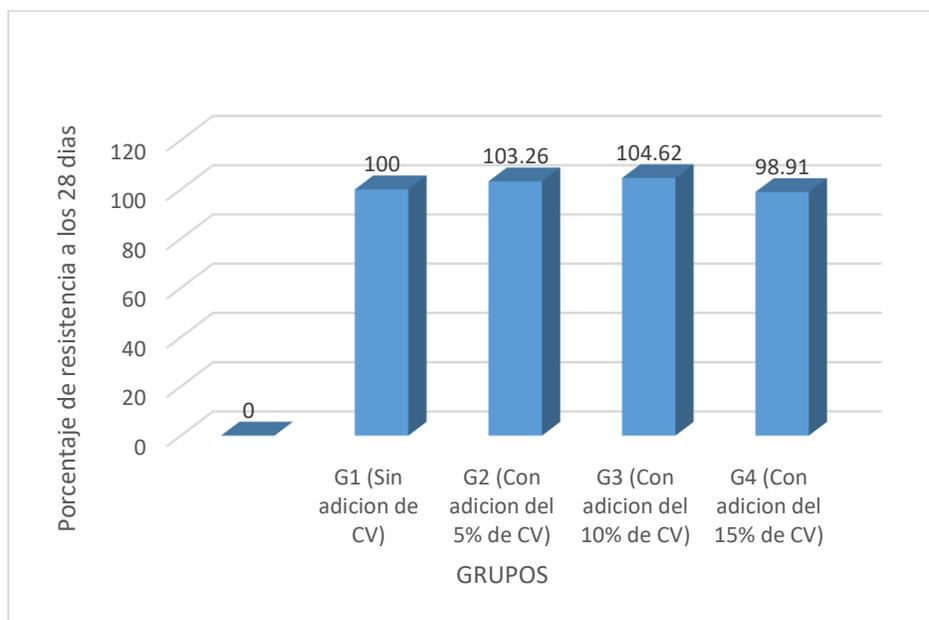


Figura N° 22: Resistencia a compresión en porcentaje, 28 días.

6. Resistencia a la Flexión

Se hizo los ensayos para las edades de 7, 14 y 28 días. Se realizó la rotura en las edades mencionadas, se siguió la normatividad del ASTM C39 “Método de ensayo de compresión para especímenes cilíndricos de concreto” y la N.T.P. 339.034.2015. “Método de ensayo para la compresión de probetas cilíndricas.

Resultados Obtenidos a los 7 días a Flexión

Tabla N° 29: Resistencia a flexión, 7 días.

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima en kN	Módulo de Rotura MPa	Ubicación de falla	Carga máxima Lbs	Kg/cm2	Promedio a la resistencia a flexion Kg/cm2
Diseño patrón M-1	44473	44480	7	151	151	450	28.9	3.8	Tercio central	6500	38.5	37
Diseño patrón M-2	44473	44480	7	151	151	450	28.4	3.7	Tercio central	6400	37.9	
Diseño patrón M-3	44473	44480	7	151	151	451	27.1	3.6	Tercio central	6100	36.2	
Diseño patrón M-4	44473	44480	7	151	151	451	27.6	3.6	Tercio central	6200	36.8	
Diseño 5% ceniza volante M-1	44473	44480	7	151	151	451	29.8	3.9	Tercio central	6700	39.7	39
Diseño 5% ceniza volante M-2	44473	44480	7	151	151	451	28.4	3.7	Tercio central	6400	38.0	
Diseño 5% ceniza volante M-3	44473	44480	7	151	151	451	29.9	3.9	Tercio central	6730	39.9	
Diseño 5% ceniza volante M-4	44473	44480	7	151	151	451	28.4	3.7	Tercio central	6400	38.0	
Diseño 10% ceniza volante M-1	44473	44480	7	151	151	450	28.9	3.8	Tercio central	6500	38.5	39
Diseño 10% ceniza volante M-2	44473	44480	7	151	151	451	29.8	3.9	Tercio central	6700	39.7	
Diseño 10% ceniza volante M-3	44473	44480	7	151	151	451	29.9	3.9	Tercio central	6720	39.9	
Diseño 10% ceniza volante M-4	44473	44480	7	151	151	451	28.5	3.7	Tercio central	6420	38.1	
Diseño 15% ceniza volante M-1	44473	44480	7	151	151	451	25.8	3.4	Tercio central	5800	34.4	37
Diseño 15% ceniza volante M-2	44473	44480	7	151	151	450	27.2	3.6	Tercio central	6120	36.2	
Diseño 15% ceniza volante M-3	44473	44480	7	151	151	451	28.3	3.7	Tercio central	6360	37.7	
Diseño 15% ceniza volante M-4	44473	44480	7	151	151	451	28.5	3.7	Tercio central	6420	38.1	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia es de flexión sacados de la prueba de flexión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto sin adición de cenizas volantes y la adición de 15% de cenizas volantes, una menor resistencia a los 7 días de rotura, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 5% y 10% con resistencia a la flexión de 39 Kg/cm2, seguido

del concreto sin adición de cenizas volantes con una resistencia a flexión a 37 kg/cm².

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a flexión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y con adición de cenizas volantes.

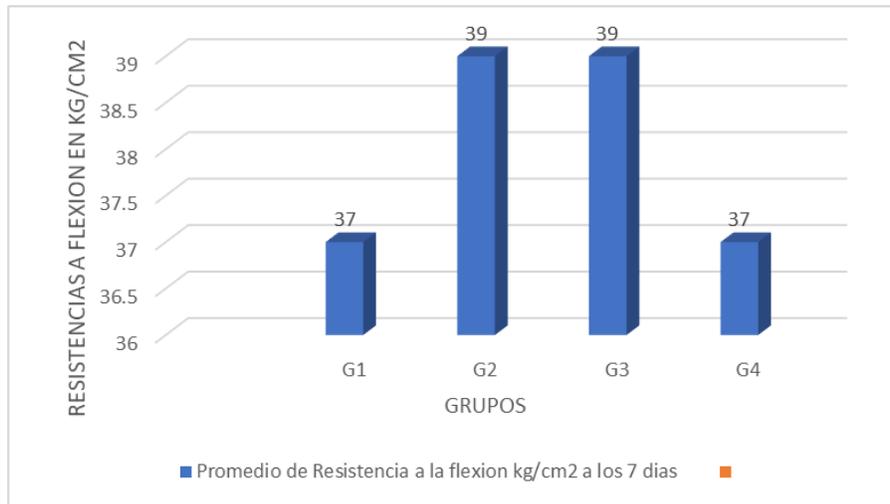


Figura N° 23: Resistencia a flexión, 7 días.

En la figura anterior, se observa la representación de las resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes que no han sido adicionado cenizas volantes presentan una menor resistencia que los especímenes adicionados cenizas volantes. Se infiere que al adicionar cenizas volantes la resistencia aumenta a los 7 días, pero añadiendo un 15% de cenizas esta resistencia baja a los 7 días.

Tabla N° 30: Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 7 días.

GRUPO	Resistencia a la flexion (Kg/cm ²)	
	7 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	37	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	39	105.4
G3 (Con adición del 10% de CV)	39	105.4
G4 (Con adición del 15% de CV)	37	100

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes aumentado, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

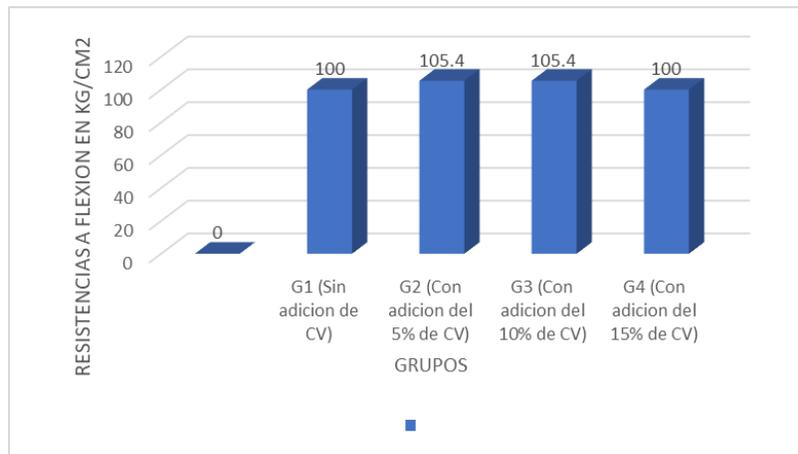


Figura N° 24: Resistencia a flexión en porcentaje, 7 días.

Resultados Obtenidos a los 14 días a Flexión

Tabla N° 31: Resistencia a flexión, 14 días.

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Módulo de Rotura MPa	Kg/cm ²	Promedio a la resistencia a flexión Kg/cm ²
Diseño patrón M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	450	32.4	4.30	43.8	43
Diseño patrón M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	451	32.4	4.34	44.2	
Diseño patrón M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	31.1	4.08	41.5	
Diseño patrón M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	451	31.6	4.19	42.7	
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	151	150	450	33.8	4.44	45.3	45
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.2	4.48	45.7	
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	451	33.8	4.48	45.7	
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	151	150	451	33.3	4.40	44.8	
Diseño 10% ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	450	34.7	4.62	47.1	47
Diseño 10% ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	35.3	4.63	47.2	
Diseño 10% ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.4	4.51	46.0	
Diseño 10% ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.9	4.57	46.6	
Diseño 15% ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	450	34.9	4.65	47.4	47
Diseño 15% ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	450	35.1	4.59	46.8	
Diseño 15% ceniza volante M-3	0/01/1900	18/10/2021	14	150	151	451	34.7	4.60	46.9	
Diseño 15% ceniza volante M-4	0/01/1900	18/10/2021	14	151	151	450	33.8	4.41	45.0	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia es de flexión sacados de la prueba de flexión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto sin adición de cenizas volantes y la adición de 5% de cenizas volantes, una menor resistencia a los 14 días de rotura, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 10% y 15% con una resistencia a la flexión de 47 Kg/cm², seguido del concreto con 5% de adición de cenizas volantes con una resistencia a flexión a 45 kg/cm².

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a flexión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y con adición de cenizas volantes.

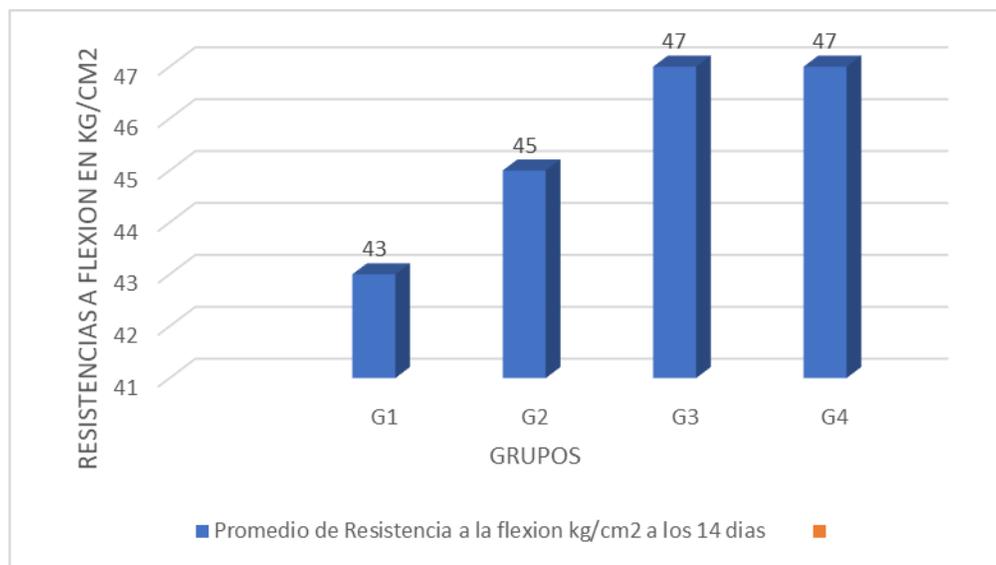


Figura N° 25: Resistencia a flexión, 14 días.

En la figura anterior, se observa la representación de las resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes que no han sido adicionado cenizas volantes presentan una menor resistencia que los especímenes adicionados cenizas volantes. Se infiere que al adicionar cenizas volantes la resistencia aumenta a los 14 días.

Tabla N° 32: Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 14 días.

GRUPO	Resistencia a la flexion (Kg/cm2)	
	14 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	43	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	45	104.7
G3 (Con adición del 10% de CV)	47	109.3
G4 (Con adición del 15% de CV)	47	109.3

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes aumentado, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

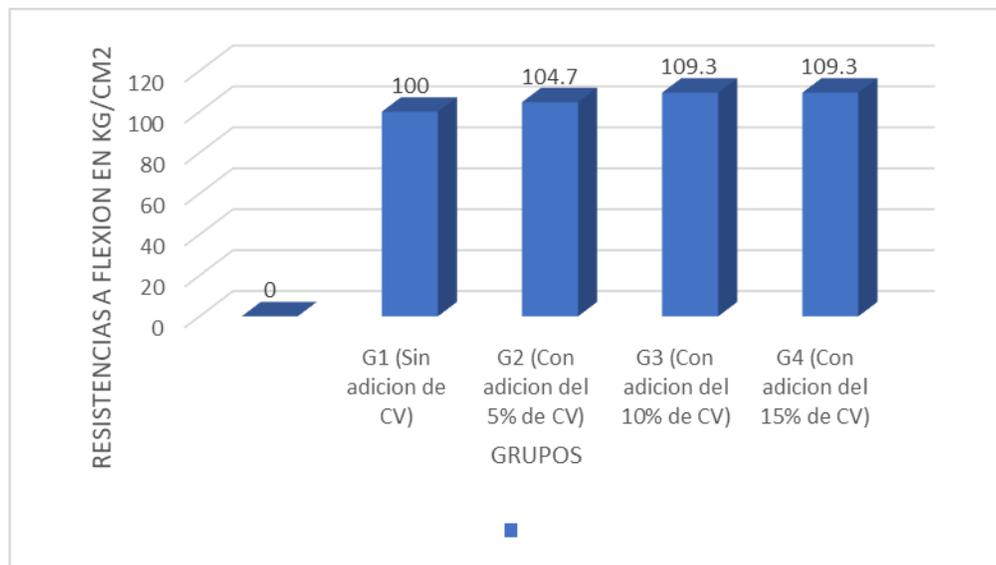


Figura N° 26: Resistencia a flexión en porcentaje, 14 días.

Resultados Obtenidos a los 28 días a Flexión

Tabla N° 33: Resistencia a flexión, 28 días.

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Módulo de Rotura MPa	kg/cm2	Promedio a la Resistencia a la Flexion Kg/cm2
Diseño patrón M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	36.9	4.83	49.2	50
Diseño patrón M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	451	36.7	4.90	49.9	
Diseño patrón M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	151	150	451	38.2	5.04	51.4	
Diseño patrón M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	450	37.3	4.94	50.4	
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	38.2	5.10	51.9	51
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	38.4	5.04	51.3	
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	451	37.8	5.01	51.1	
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	37.3	4.98	50.7	
Diseño 10% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	39.1	5.21	53.1	52
Diseño 10% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	150	451	38.7	5.10	52.0	
Diseño 10% ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	39.6	5.18	52.8	
Diseño 10% ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	450	37.3	4.94	50.4	
Diseño 15% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	37.8	5.04	51.3	49
Diseño 15% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	450	37.8	4.94	50.3	
Diseño 15% ceniza volante M-3	0/01/1900	2/11/2021	28	150	151	451	34.7	4.60	46.9	
Diseño 15% ceniza volante M-4	0/01/1900	2/11/2021	28	151	150	450	34.2	4.50	45.9	

Fuente: Propia

El resultado de la tabla anterior, la resistencia es de flexión sacados de la prueba de flexión de cada espécimen ensayada. En la cual presenta el concreto con adición de 15% de cenizas volantes y sin adición de cenizas volantes una menor resistencia a los 28 días de rotura, y donde podemos encontrar la mayor resistencia es en el concreto añadido en un 10% con una resistencia a la flexión de 52 Kg/cm2, seguido

del concreto con adición de 5% de cenizas volantes con una resistencia a flexión a 51 kg/cm².

Seguido, en la columna promedio kg/m³, se trata de ver un promedio representativo de la resistencia a flexión de cada fila, sin añadir cenizas volantes y con adición de cenizas volantes.

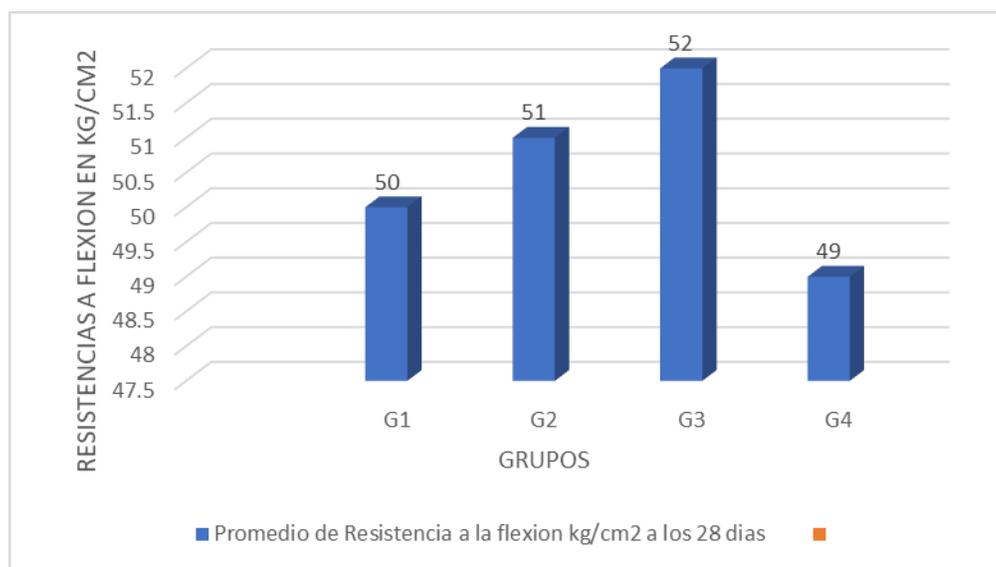


Figura N° 27: Resistencia a flexión, 28 días.

En la figura anterior, se observa la representación de las resistencias obtenidas en el laboratorio. Donde los especímenes que han sido añadidos mayores de 10% de cenizas volantes presentan una menor resistencia que los demás especímenes. Se infiere que al adicionar porcentaje mayores de 10% de cenizas volantes las resistencias disminuyen a los 28 días.

Tabla N° 34: Porcentaje de resistencia a flexión obtenida, 28 días.

GRUPO	Resistencia a la flexion (Kg/cm ²)	
	28 días	Porcentaje %
G1 (Sin adición de CV)	50	100
G2 (Con adición del 5% de CV)	51	102.0
G3 (Con adición del 10% de CV)	52	104.0
G4 (Con adición del 15% de CV)	49	98.0

Fuente: Propia

En la tabla anterior se puede observar, las resistencias en porcentajes aumentado, donde los especímenes sin adición de cenizas volantes, son el grupo de control.

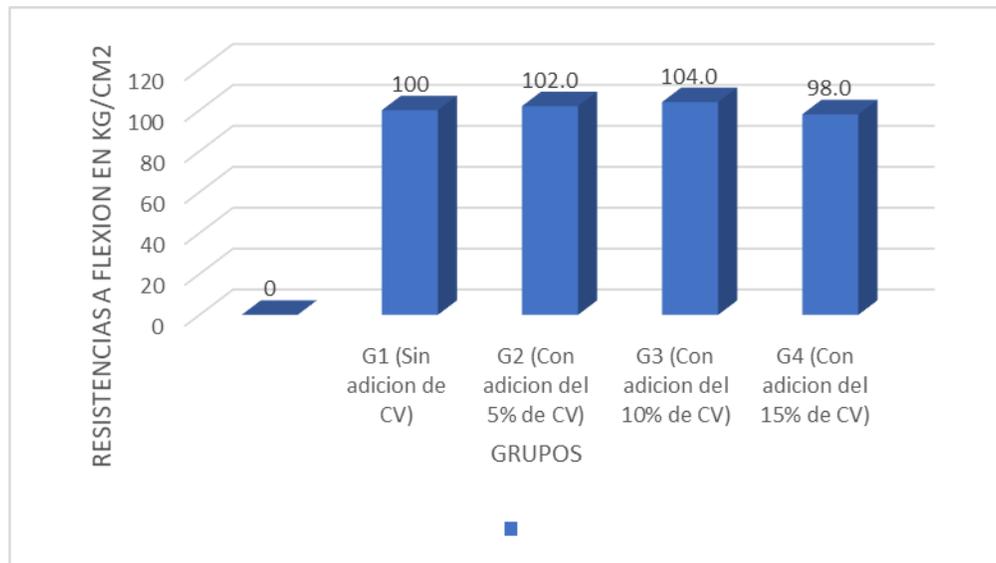


Figura N° 28: Resistencia a flexión en porcentaje, 28 días.

7. Prueba de Hipótesis

Para poder comprobar nuestra hipótesis, se realizó el procesamiento de datos, de los ensayos a compresión y flexión del concreto sin adición de cenizas volantes y con adición de cenizas volantes con porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Prueba de hipótesis del ensayo para pavimentos rígidos en concreto de la mezcla patrón con respecto a adición de porcentajes de cenizas volantes de 5%, 10% y 15%.

Hipótesis Nula: La adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento por el porcentaje de 5%, 10% y 15% en la sustitución del cemento no influirá de manera significativa en el concreto para pavimentos rígidos.

Hipótesis Alternativa: La adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento por el porcentaje de 5%, 10% y 15% en la sustitución del cemento influirá de manera significativa en el concreto para pavimentos rígidos.

Para validar la hipótesis se dio por un nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), con un nivel de confianza de 95%, por decisión $p<0.05$ se rechaza la hipótesis nula

Compresión

GRUPO 1-2: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 5% en la sustitución del cemento resistencia a compresión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 35: SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

ID	RESISTENCIA.A. COMPRESION	GRUPO
1,00	374,00	CONCRETO PATRON
2,00	378,00	CONCRETO PATRON
3,00	355,00	CONCRETO PATRON
4,00	366,00	CONCRETO PATRON
5,00	391,00	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
6,00	365,00	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
7,00	398,00	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
8,00	364,00	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a compresión del patrón y con adición de 5% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 36: Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

Pruebas de normalidad^a

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON CONCRETO	,271	4	.	,850	4	,225

a. No hay casos válidos para PATRON cuando GRUPO = ,000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. COMPRESION.5.POR. CIENTO	CONCRETO	,296	4	.	,829	4	,165

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.225 y el concreto de 5% de adición de cenizas volantes de 0.165 ambos superiores al 5%, lo cual se trabaja con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 5% de cenizas volantes.

Tabla N° 37: Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

NORMALIDAD		
PATRÓN=0.225	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 5% ADICION DE CV =0.165	>	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

La tabla indica la variable de la resistencia a compresión en ambos grupos se comporta normalmente.

obteniendo un resultado de que la adición del 5% de cenizas volantes en la sustitución del cemento influirá de manera favorable.

GRUPO 1-3: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 10% en la sustitución del cemento resistencia a compresión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 38: SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

ID	RESISTENCIA.A. COMPRESION	GRUPO
1,00	374,00	CONCRETO PATRON
2,00	378,00	CONCRETO PATRON
3,00	365,00	CONCRETO PATRON
4,00	366,00	CONCRETO PATRON
5,00	393,00	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
6,00	381,00	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
7,00	388,00	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
8,00	380,00	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a compresión del patrón y con adición de 10% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 39: Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

Pruebas de normalidad^a

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON CONCRETO	,271	4	.	,850	4	,225

a. No hay casos válidos para PATRON cuando GRUPO = ,000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. COMPRESION.10.POR. CIENTO	,268	4	.	,903	4	,444

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.225 y el concreto de 10% de adición de cenizas volantes de 0.444 ambos superiores al 5%, lo cual se trabaja con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 10% de cenizas volantes.

Tabla N° 40: Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

NORMALIDAD		
PATRÓN=0.225	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 10% ADICION DE CV =0.444	>	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

Obteniendo un resultado de que la adición del 10% de cenizas volantes en la sustitución del cemento influirá de manera favorable.

GRUPO 1-4: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 15% en la sustitución del cemento resistencia a compresión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 41: SPSS de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

ID	RESISTENCIA.A. COMPRESION	GRUPO
1,00	374,00	CONCRETO PATRON
2,00	378,00	CONCRETO PATRON
3,00	365,00	CONCRETO PATRON
4,00	366,00	CONCRETO PATRON
5,00	364,00	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
6,00	367,00	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
7,00	346,00	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
8,00	379,00	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a compresión del patrón y con adición de 15% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 42: Pruebas de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

Pruebas de normalidad^a

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON CONCRETO	,271	4	.	,850	4	,225

a. No hay casos válidos para PATRON cuando GRUPO = ,000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad^a

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. COMPRESION.15.POR. CIENTO	,441	4	.	,630	4	,001

a. No hay casos válidos para RESISTENCIA.A.COMPRESION.15.POR.CIENTO cuando GRUPO = ,000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.225 y el concreto de 15% de adición de cenizas volantes de 0.001 | muestras patrón son mayores del 5% pero las muestras de 15% no es mayor del 5%.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 15% de cenizas volantes.

Tabla N° 43: Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

NORMALIDAD		
PATRÓN=0.0225	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 15% ADICION DE CV=0.001	<	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

Obteniendo un resultado de que la adición del 15% de cenizas volantes en la sustitución del cemento no influirá de manera favorable en la cual es menor del 5%.

Flexión

GRUPO 1-2: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 5% en la sustitución del cemento resistencia a flexión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 44: SPSS de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

ID	RESISTENCIA.A. FLEXION	GRUPO
1,00	36,90	CONCRETO PATRON
2,00	36,70	CONCRETO PATRON
3,00	38,20	CONCRETO PATRON
4,00	37,30	CONCRETO PATRON
5,00	38,20	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
6,00	38,40	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
7,00	37,80	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV
8,00	37,30	CONCRETO CON 5% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a compresión del patrón y con adición de 5% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 45: Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. FLEXION.PATRON	,235	4	.	,907	4	,468

a. Corrección de significación de Lilliefors

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. FLEXION.5.POR.CIENTO	,214	4	.	,956	4	,755

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.468 y el concreto de 5% de adición de cenizas volantes

de 0.755 ambos superiores al 5%, lo cual se trabaja con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 5% de cenizas volantes.

Tabla N° 46: Cuadro de prueba de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 5%

NORMALIDAD		
PATRON=0.468	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 5% ADICION DE CV =0.755	>	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

La tabla indica la variable de la resistencia a flexión en ambos grupos se comporta normalmente.

obteniendo un resultado de que la adición del 5% de cenizas volantes en la sustitución del cemento influirá de manera favorable.

GRUPO 1-3: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 10% en la sustitución del cemento resistencia a flexión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 47: SPSS de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

ID	RESISTENCIA.A. FLEXION	GRUPO
1,00	36,90	CONCRETO PATRON
2,00	36,70	CONCRETO PATRON
3,00	38,20	CONCRETO PATRON
4,00	37,30	CONCRETO PATRON
5,00	39,10	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
6,00	38,70	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
7,00	39,60	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV
8,00	37,30	CONCRETO CON 10% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a flexión del patrón y con adición de 10% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 48: Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

Pruebas de normalidad							
GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA.A. FLEXION.PATRON CONCRETO	,235	4	.	,907	4	,468	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad							
GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA.A. FLEXION.10.POR. CIENTO CONCRETO	,260	4	.	,927	4	,576	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.468 y el concreto de 10% de adición de cenizas volantes de 0.576 ambos superiores al 5%, lo cual se trabaja con la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 10% de cenizas volantes.

Tabla N° 49: Cuadro de prueba de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 10%

NORMALIDAD		
PATRÓN=0.468	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 10% ADICION DE CV =0.576	>	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

Obteniendo un resultado de que la adición del 10% de cenizas volantes en la sustitución del cemento influirá de manera favorable.

GRUPO 1-4: Concreto Sin adición de cenizas Volantes – Adición de cenizas volantes en un 15% en la sustitución del cemento resistencia a flexión a los 28 días.

Se hizo las pruebas de normalidad de los datos conseguidos en el laboratorio, se organizó en el SPSS STATISTICS, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla N° 50: SPSS de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

ID	RESISTENCIA.A. FLEXION	GRUPO
1,00	36,90	CONCRETO PATRON
2,00	36,70	CONCRETO PATRON
3,00	38,20	CONCRETO PATRON
4,00	37,30	CONCRETO PATRON
5,00	37,80	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
6,00	37,80	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
7,00	34,70	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV
8,00	34,20	CONCRETO CON 15% DE ADICION DE CV

Fuente: Propia

Se introdujo la resistencia a compresión del patrón y con adición de 15% en la edad de 28 días.

En la siguiente tabla se puede observar las pruebas realizadas en el programa SPSS

Tabla N° 51: Pruebas de normalidad de flexión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

Pruebas de normalidad

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. FLEXION.PATRON CONCRETO	,235	4	.	,907	4	,468

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad^a

GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA.A. FLEXION.15.POR. CIENTO CONCRETO	,441	4	.	,631	4	,001

a. No hay casos válidos para RESISTENCIA.A.FLEXION.15.POR.CIENTO cuando GRUPO = ,000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Las muestras, con poseer grados de libertad son menores a 30, por eso se infiere a trabajar con Shapiro – Wilk, lo cual se puede observar que tiene una significancia para el concreto patrón de 0.468 y el concreto de 15% de adición de cenizas volantes de 0.001, la muestra patron supera el 5%, pero las muestras del 15% son inferiores al 5%.

A continuación, en la tabla siguiente se presenta los cuadros de normalidades de las muestras de patrón y con adición de 15% de cenizas volantes.

Tabla N° 52: Cuadro de prueba de normalidad de compresión sin adición y con adición de cenizas volantes en un 15%

NORMALIDAD		
PATRÓN=0.0225	>	$\alpha= 0.05$
CONCRETO CON 15% ADICION DE CV=0.001	<	$\alpha= 0.05$

Fuente: Propia

Obteniendo un resultado de que la adición del 15% de cenizas volantes en la sustitución del cemento no influirá de manera favorable en la cual o sobrepasa el 5%.

V. DISCUSIÓN

1. Con respecto a los tesisistas MARILUZ y ULLOA, (2018), menciona que al evaluar la resistencia a compresión y propiedades, realizando un porcentaje de adición de 5%, 10% y 20% que el porcentaje optimo es del 10 % en adición de cenizas volantes, con la cual se comparte la conclusión de los tesisistas en la cual se hizo esta investigación con porcentajes de 5%, 10% y 15% de adición de cenizas volantes , realizando ensayos para determinar sus resistencias y mejoras en su dosificación, optando con un buen resultado desde el ensayo de slump de 2'', y encontrando mejoras en la resistencia de compresión y flexión al adicionar cenizas volantes de 10%, descubriendo que al adicionar mayores porcentajes de 10% de cenizas volantes las resistencias disminuyen y eso afecta.
2. Según los investigadores PEÑA y CONTRERAS, (2017), nos indican de que las adiciones de cenizas volantes deberían ser menores del 6% de adición, como también no mejora la permeabilidad adicionando mayores adiciones de cenizas volantes a 6%, con lo que no se comparte la conclusión de los tesisistas, ya que se investigó adiciones de cenizas volantes de 5%, 10% y 15% donde se obtuvieron mejores resultados a 10% en 28 días, con una resistencia a compresión de 385 Kg/cm² y una resistencia a la flexión 52 Kg/cm² por lo cual no se comparte la conclusión de los tesisistas.
3. Con respecto a los resultados de Gonzales y Mendoza (2016), ellos obtuvieron un asentamiento de 16.64% con fraguado en un 30% de CV, pero no tan bueno como la adición de un 10% de cenizas volantes, se puede indicar que el asentamiento slump se diferencia por la altitud y clima donde ellos lo realizaron fue en Arequipa, y las dosificaciones lo hice en el laboratorio de lima con el porcentaje de 15% me da un asentamiento de 1". Para ello se toma en cuenta para futuras investigaciones la importancia del

clima, en caso donde el clima esté en condiciones helada que perjudiquen su trabajabilidad y su resistencia, se comparte la conclusión.

4. Según PACHECO, (2021), indica que la resistencia a 15% aumentan significativamente por lo cual no se comparte la conclusión en la cual la investigación se dio de 5%, 10% y 15% de adición de cenizas volantes, en la cual la resistencia de 15% disminuyó significativamente con los demás diseños que se realizó. El mejor resultado que se optó para esta investigación es la adición de 10% de cenizas volantes como sustitución del cemento logrando obtener porcentajes mayores a los demás, donde el concreto sin adición de cenizas volantes era el patrón, en la cual se obtuvo del 10% un porcentaje mayor de 4.62% que los demás en la resistencia de compresión y un porcentaje de 4% de resistencia a la flexión.

5. Los diseños de mezclas con la adición de cenizas volantes, se toma referencia al concreto patrón G1 concreto con $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ sin adición de cenizas volantes. Donde no se comparte la conclusión del tesista Yañez (2019), que menciona que las resistencias, obtienen un mejoramiento a 7, 28 días y aumentan porcentualmente a 56 y 90 días, con adiciones de 10% y 20% de ceniza volante. Por lo tanto, no concuerda con los objetivos planteados que al adicionar mayor % de ceniza volante de 10 a 20% alcanzan mejores resultados, ya que nuestros resultados mencionan que al pasar los 10% de adición de cenizas volantes disminuye la resistencia como también la trabajabilidad, además indica una mejora significativa en las propiedades de la ceniza, lo que se puede traducir una resistencia mayor a la compresión, durabilidad y consistencia para mezclas donde se apliquen, se discrepa ya que eso, su durabilidad como consistencias son un poco malas es menos trabajable y al adicionar mayores porcentajes de ceniza volante de 10% no se puede trabajar.

6. Con respecto a los resultados de AGUDELO y ESPINOSA, (2017), donde nos indica que las mezclas se vuelven muy secas para la adición de cenizas volantes con un porcentaje de 20%, 25 y 30%, y que los porcentajes óptimos son de la adición de cenizas volantes de 2 y 10% de cenizas volantes, en la cual se comparte la conclusión según la investigación se da como resultado en 15% un slump de 1" la cual es una mezcla seca y no trabajable, la cual en 0% me da un slump de 2" que es trabajable.

VI. CONCLUSIÓN

1. Se determinó que la adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento en un 10% influye demasiado, favorece en la resistencia a compresión y flexión de manera significativa y es trabajable con un slump de 2", reduce el costo, para la implementación en pavimentos rígidos.
2. Se determinó la dosificación trabajable o cómo se puede decir mejorada, con adiciones de cenizas volantes de 5% y 10% la cual, 5% tiene un slump de 3" similar a un concreto convencional es muy trabajable y el de 10% con adición de cenizas volantes tiene un slump de 2" trabajable, y con adición del 10% su dosificación mejoro en comparación con los datos obtenidos del grupo de control $F'c=280\text{Kg/cm}^2$.
3. Se comprobó que la resistencia a compresión, al adicionar cenizas volantes con diferentes porcentajes mejora su resistencia, la óptima fue el de 10% para mejorar un concreto con $F'c=280\text{Kg/cm}^2$, logrando una resistencia de 385Kg/cm^2 , que superó al grupo control. Seguido del 5%, se discrimina la adición de cenizas volantes en un 15% que logra una resistencia de 364Kg/cm^2 siendo inferior con el grupo de control en la cual logro una resistencia de 368Kg/cm^2 .
4. Se comprobó la resistencia a flexión, los resultados buenos se obtuvieron al adicionar un 10% de cenizas volantes con una resistencia de 38.7Kg/cm^2 , seguido de la adición de 5% con un 37.3Kg/cm^2 , un concreto patrón con resistencia a 37.3Kg/cm^2 y por último la adición de cenizas volantes con 15% obtuvo un resultado de 36.1Kg/cm^2 .

VII. RECOMENDACIONES

1. Se propone la implementación de cenizas volantes de las centrales termoeléctricas que se encuentran en nuestro país, uno de ellos sería la CT de Huaycoloro, con el propósito de disminuir la contaminación del medio ambiente.
2. Elaborar ensayos, en los laboratorios que contengan certificados de calidad y calibración de sus herramientas de laboratorio, para optar resultados de grados de viabilidad y confiabilidad, y ser usados como referentes para investigaciones futuras.
3. Se recomienda la adición de cenizas volantes en un 10%, ya que mejora su trabajabilidad y aumentan sus resistencias a compresión y flexión.
4. Se recomienda el uso de las cenizas volantes en un 10%, reduce el costo de material que es el cemento, como la implementación de su uso en pavimentos rígidos.

REFERENCIAS

- VIJAYA, Reddy y SRINIVASA, Rao. Experimental studies on mechanical properties and impact characteristics of ternary concrete with steel fiber [en línea]. 28 de noviembre – 26 de diciembre 2019 [fecha de consulta: 03 de mayo del 2020]. India

Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.344>
- AMERICAN Concrete Institute (ACI). Technical Standard ACI-211. United States 2017.
- AMERICAN Society of Testing Materials (ASTM). United States 2017.
- NORMA Técnica Peruana (NTP). Lima, Perú 2018.
- DEL VALLE, Angelica, PÉREZ, Tezozómoc y MARTÍNEZ, Miguel. El fenómeno de la corrosión en estructuras de concreto reforzado. Secretaria de Comunicaciones y Transportes - Instituto Mexicano del Transporte [en línea]. 2001, n.o. 182. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2020].

Disponible en <http://www.academia.edu/19448477>.
ISSN: 0188-7297.
- ARGIZ, C, MENÉNDEZ, E y SANJUÁN, M. Effect of mixes made of coal bottomash and fly ash on the mechanical strength and porosity of Portland cement. [en línea]. enero-marzo 2013, Vol.63, 309. [Fecha de consulta: 17 de abril 2020].

Disponible en <http://digital.csic.es/bitstream/10261/73549/1/1403.pdf>
ISSN 0465-2746 e ISSN: 1988-3226.
- Santaella Valencia, Luz Elena Caracterización física química y mineralógica de las cenizas volantes. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. 2001,

(10), 47-62 [Fecha de consulta 17 de abril de 2020] ISSN: 0124-8170.
Disponibile en: [https://www. https://www.redalyc.org/pdf/911/91101007.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/911/91101007.pdf)

- CONTRERAS, Karol, PEÑA, Jose. Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017.

Disponibile: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1388/browse?type>

- Los jóvenes peruanos campeones mundiales de concreto [en línea]. el comercio.pe. 01 de marzo de 2018. [Fecha de consulta: 03 mayo 2020].
Disponibile en: <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/jovenes-peruanos->

- FONSECA, Leonardo. Empleo de ceniza volante colombiana como material cementicio suplementario y sus efectos sobre la fijación de cloruros en concretos. Tesis (Doctor en Ingeniería -Ciencia y Tecnología de Materiales). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2016.

Disponibile en: http://bdigital.unal.edu.co/53975/1/74374320_2016.pdf

- CALABUIG, Rafael. Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas. Tesis (). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

Disponibile: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59468/Calabuig%>

- AGUDELO, Angie, ESPINOZA, Bryan. Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termo Paipa. Tesis (Ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017.

Disponibile en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14479/4/Documento%20Ceniza%20volante%20TERMOPAIPA.pdf>

- GONZALES, Paula, MENDOZA, Isaac. Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa. Tesis (Ingeniero civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2016.
Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5830>
- UNIVERSIDAD César Vallejo (Perú). Referencia estilo ISO 690 Y 690-2, of.2017: Adaptación de la norma de la Internacional Organization for Standardization (ISO). Lima: UCV, 2017. 34 pp.
- PEDRAZA Sandra, PINEDA Yaneth y GUTIÉRREZ Oscar. Influence of the unburned residues in fly ash additives on the mechanical properties of cementmortars. *Procedia Materials Science* 9, 2015. pp. 496 – 503.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.05.022>
- ARIAS, Fidias. Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica [en línea]. 6 ed. Venezuela: Episteme, 2012 [fecha de consulta: 28 agosto del 2020]. Disponible en <https://n9.cl/malc> ISBN: 9800785299
- HERNANDEZ, G. Determinación de la influencia de la calidad de los agregados en el concreto. Tesis (Licenciatura). Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán, 2013.
- Indecopi. N T P 339.035. Método De Ensayo Para La Medición Del Asentamiento Del Concreto De Cemento Portland. Lima: 2009.
- Indecopi. Ntp 400.022. Método De Ensayo Normalizado Para Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino. Lima, 2002.

- Juan Carlos Reina Cardoza, “Influencia De La Tasa De Aditivo Superplastificante, En Las Propiedades Del Concreto De Alta Resistencia En Estado Fresco Y Endurecido”, El Salvador 2010.
- NTP 339.033:2015: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.
- NTP 339.088:2014: CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.
- NTP 339.034:2015: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
- NTP 339.215.2016: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la medición de resistencias a la compresión a tempranas edades y proyectadas a edades mayores.
- NTP 334.104:2001: CEMENTOS. Adiciones minerales del hormigón (concreto) puzolana natural cruda o calcinada y ceniza.
- NTP 334.108:2001: CEMENTOS. Metodo de ensayo para la determinación de la proporción de fases en cemento portland y Clinker de cemento portland mediante análisis por difracción de rayos x.
- AASHTO M295 “Especificación estándar para cenizas volantes de carbon y puzolanas naturales crudas o calcinadas para uso en concreto” 2019.
- REVISTA National ready mixed concrete association [en línea]. Norte

Virginia: Asociación Nacional de Concreto Mezclado., [fecha de consulta: 16 de abril de 2020]. Disponible en <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP1es.pdf>

- Perez, J. (2018) Influencia de la ceniza volantes “fly ash” como sustituto parcial del cemento portland IP en las propiedades del concreto $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ Juliaca-perú.
- Milla, J. (2018) Resistencia de un concreto $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ con cemento sustituido en 20% y 25% por cenizas volantes, Chimbote-Perú.
- Huasquisto, S. (2015) Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción-EG-205.Lima, Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5,10,15 POR CIENTO EN F'c=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS PAUCARTAMBO PASCO 2021						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
¿De que manera influyen la adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento en 5%,10%,15% en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021?	Determinar la influencia de adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento en 5%,10%,15% en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021	La adición de cenizas volantes en la sustitución del cemento por el porcentaje optimo influye de manera significativa en el concreto para pavimentos rígidos	cenizas volantes	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Color	1. TIPO DE ESTUDIO Aplicativo 2. ENFOQUE Cuantitativo. 3. MÉTODO Deductivo 4. DISEÑO DE ESTUDIO Cuasi-Experimental 5. ALCANCE Descriptivo 5. POBLACIÓN 96 Probetas, 48 Compresión y 48 Flexión
					Granulometría	
Densidad						
5%						
10%						
15%						
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS		PORCENTAJE		
¿En que favorece la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en el diseño en estado fresco en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos?	Conocer de como favorece las cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos en la dosificación del concreto	Mediante las cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje optimo se mejora la dosificación del concreto para pavimentos rígidos	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Como aporta la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en la resistencia a compresion en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos?	Comprobar el aporte de las cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos en estado endurecido en la resistencia a compresión	Mediante la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje optimo se mejora la resistencia a compresión, en estado endurecido para pavimentos rígidos	pavimentos rígidos	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	Granulometría	
					Humedad natural	
					Peso especifico	
					Peso unitario	
				DISEÑO DE MEZCLA F'c=280KG/CM2	Cemento	
					Agregados	
					Agua	
				TRABAJABILIDAD	Slump	
¿En que influye la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en la resistencia a flexion en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos?	Determinar la influencia de adición de cenizas volantes como sustitución del cemento en 5%,10%,15% en F'c=280kg/cm2 para pavimentos rígidos en la resistencia a flexión	Mediante la adición de cenizas volantes como sustitución del cemento por el porcentaje optimo se mejora la resistencia a flexión, en estado endurecido para pavimentos rígidos		PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a Compresión	
					Resistencia a Flexión	

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>	<u>CONCEPTO</u>	<u>CONCEPTO OPERACIONAL</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICACIONES</u>	<u>ESCALA DE MEDICIÓN</u>
VARIABLE DEPENDIENTE.- Pavimentos Rígidos	*El pavimento rígido es una losa de concreto, que es apoyada por una sub rasante y una base, su alta rigides del concreto permite que las cargas sean transmitidas a la subrasante con presiones muy bajas. (Universidad tecnologica nacional,2019. p4)	Las doisificaciones del diseño de mezcla para pavimentos rígidos con $F'c=28Kg/cm^2$ se mediara mediante los criterios del MTC.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	Granulometría	Escala de Razon
				Humedad Natural	
				Peso específico	
				Peso unitario	
			DISEÑO DE MEZCLA $F'c=280KG/CM^2$	Cemento	
				Agregados	
				Agua	
TRABAJABILIDAD	Slump				
PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a compresión				
	Resistencia a flexión				
VARIABLE INDEPENDIENTE.- Cenizas volantes	*Las CV son similares a los silicoaluminosos, estos salen de las plantas térmicas y que se puede decir son un problema actualmente, por ser desechos industriales contaminantes. Es un agregado solido que proviene de la combustión y/o quemado del carbón hecho polvo, provienen de las termoeléctricas como también de los hogares, que es llevado por los gases de combustión..(ASTM C 618-05, 2016. p.5)	Las cenizas volantes (CV) son identificadas como desecho de las industrias, para el ambito de las obras y/o construccion seria una opcion de adición en su construccion y diseño obteniendo resultados mediante ensayos de laboratorio. (Contreras y Peña, 2017. p.12)	Características Físicas	Color	Escala de Razon
				Granulometría	
				Densidad	
			PORCENTAJE	5%	
				10%	
				15%	

ANEXO 3: VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS 1



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION JUICIO DE EXPERTO TESIS

ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO
EN 5%,10%,15% EN F´C=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
PAUCARTAMBO PASCO 2021

Responsable:

Chuco Arroyo, Ronaldo Mario

Indicaciones: Ingeniero participante en la encuesta se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems de preguntas del casillero que cree conveniente de acuerdo a su criterio y experiencia profesional denotando si cuenta o no con los requisitos mínimos de formulación para su posterior aplicación.

Nota: Para cada pregunta se considera la es de 1 a 4 donde

4: Excelente

3: Muy bueno

2: Bueno

1: Necesita mejorar

N°	DESCRIPCION	1	2	3	4
01	¿Adición de cenizas volantes en el diseño de mezcla para un concreto con F´c=280Kg/cm2 para obtener una mejor trabajabilidad?		X		
02	¿Reemplazo del cemento por porcentajes de cenizas volantes?			X	
03	¿Disminución del costo de inversión del concreto?			X	
04	¿Mejora la resistencia a compresión del concreto?		X		
05	¿Mejora la resistencia a flexión?		X		
06	¿Las cenizas volantes mejoran las propiedades mecánicas?		X		
07	¿Le parece que se debería implementar el uso de las cenizas volantes en la construcción?			X	
08	¿Se podría implementar la adición de las cenizas volantes en lugares fríos?			X	



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERA CIVIL

09	¿A parte de todo lo mencionado cree usted que las cenizas volantes mejoran sus propiedades a los 28 días?			X	
10	¿Las cenizas volantes mejoran la calidad del concreto?		X		

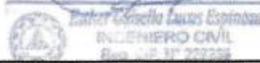
Entrevistado:

Apellidos y Nombres: Lucas Espinosa, Esther Giusella

CIP: 226239

Teléfono: 946289381

Correo: Espinosa_2@outlook.com

Esther Giusella Lucas Espinosa
INGENIERO CIVIL
Reg. N° 17 22222

FIRMA Y SELLO DEL ENTREVISTADO

ANEXO 4: VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS 2



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION JUICIO DE EXPERTO TESIS

ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO
EN 5%,10%,15% EN F'c=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
PAUCARTAMBO PASCO 2021

Responsable:

Chuco Arroyo, Ronaldo Mario

Indicaciones: Ingeniero participante en la encuesta se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems de preguntas del casillero que cree conveniente de acuerdo a su criterio y experiencia profesional denotando si cuenta o no con los requisitos mínimos de formulación para su posterior aplicación.

Nota: Para cada pregunta se considera la es de 1 a 4 donde

4: Excelente

3: Muy bueno

2: Bueno

1: Necesita mejorar

N°	DESCRIPCION	1	2	3	4
01	¿Adición de cenizas volantes en el diseño de mezcla para un concreto con F'c=280Kg/cm2 para obtener una mejor trabajabilidad?			X	
02	¿Reemplazo del cemento por porcentajes de cenizas volantes?			X	
03	¿Disminución del costo de inversión del concreto?				X
04	¿Mejora la resistencia a compresión del concreto?			X	
05	¿Mejora la resistencia a flexión?		X		
06	¿Las cenizas volantes mejoran las propiedades mecánicas?			X	
07	¿Le parece que se debería implementar el uso de las cenizas volantes en la construcción?			X	
08	¿Se podría implementar la adición de las cenizas volantes en lugares fríos?			X	



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERA CIVIL

09	¿A parte de todo lo mencionado cree usted que las cenizas volantes mejoran sus propiedades a los 28 días?			X	
10	¿Las cenizas volantes mejoran la calidad del concreto?			X	

Entrevistado:

Apellidos y Nombres: Ing. Huaynate Ventocilla Daniel

CIP: 199990

Teléfono: 932045621

Correo: Danihuaynate@hotmail.com

FIRMA Y SELLO DEL ENTREVISTADO

ANEXO 5: VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS 3



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERA CIVIL

VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION JUICIO DE EXPERTO TESIS

ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO
EN 5%,10%,15% EN F´C=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
PAUCARTAMBO PASCO 2021

Responsable:

Chuco Arroyo, Ronaldo Mario

Indicaciones: Ingeniero participante en la encuesta se le pide su colaboración para que luego de un riguroso análisis de los ítems de preguntas del casillero que cree conveniente de acuerdo a su criterio y experiencia profesional denotando si cuenta o no con los requisitos mínimos de formulación para su posterior aplicación.

Nota: Para cada pregunta se considera la es de 1 a 4 donde

4: Excelente

3: Muy bueno

2: Bueno

1: Necesita mejorar

N°	DESCRIPCION	1	2	3	4
01	¿Adición de cenizas volantes en el diseño de mezcla para un concreto con F´c=280Kg/cm2 para obtener una mejor trabajabilidad?			X	
02	¿Reemplazo del cemento por porcentajes de cenizas volantes?			X	
03	¿Disminución del costo de inversión del concreto?				X
04	¿Mejora la resistencia a compresión del concreto?				X
05	¿Mejora la resistencia a flexión?			X	
06	¿Las cenizas volantes mejoran las propiedades mecánicas?			X	
07	¿Le parece que se debería implementar el uso de las cenizas volantes en la construcción?			X	
08	¿Se podría implementar la adición de las cenizas volantes en lugares fríos?		X		

09	¿A parte de todo lo mencionado cree usted que las cenizas volantes mejoran sus propiedades a los 28 días?			X	
10	¿Las cenizas volantes mejoran la calidad del concreto?			X	

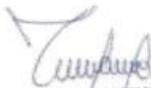
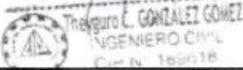
Entrevistado:

Apellidos y Nombres: *Gonzalez Gomez, Theysquis*

CIP: *189618*

Teléfono: *921825428*

Correo: *theysquis.18.66@outlook.com*

FIRMA Y SELLO DEL ENTREVISTADO

ANEXO 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-024-2021

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica
Capacidad del equipo : 1,555 kN (350,000 lbf. ó 159 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : 36-0735/06 ACCU-TEK 350 Digital Series
N° de serie del equipo : 140500026
Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
N° de serie panel digital : 1887-1-00242
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Método B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 80248

CMC-024-2021

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
6	100	100.11	99.63	100.36	100.03	-0.03	0.1
13	200	199.53	200.45	200.27	200.08	-0.04	0.1
19	300	299.56	300.32	300.35	300.08	-0.03	0.1
26	400	400.02	400.21	400.26	400.16	-0.04	0.1
32	500	499.63	500.27	500.33	500.08	-0.02	0.1
39	600	600.24	600.36	600.22	600.27	-0.04	0.1
51	800	799.86	800.28	800.26	800.13	-0.02	0.1
64	1000	1000.03	1000.63	1000.42	1000.36	-0.04	0.1
77	1200	1200.72	1200.61	1200.71	1200.68	-0.06	0.1
96	1500	1499.10	1498.70	1499.26	1499.02	0.07	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-036-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Masterlem SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
Tipo de equipo : Máquina para ensayos de flexión en vigas de concreto endurecido
Capacidad del equipo : 50 kN (11 000 lbf.)
División de escala : 0,2 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
N° de Serie : 11934853/1
Modelo : CT-376
Tipo de indicador de carga : Analógico
N° de serie del indicador : 11934853/1
Procedencia : USA
Código : No Indica.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24.1 °C / 60%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24.3 °C / 58%
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Patrón de referencia : Patrón utilizado HBM, C18/100 kN, N° de serie 00283T00, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, método B, certificado de calibración reporte N° 822023841(ASRET)L1820. Con trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).
Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-04-23

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-04-29	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	5.000	5.420	5.463	5.469	5.451	-8.3	0.3
20	10.000	10.303	10.091	9.974	10.123	-1.2	0.2
30	15.000	14.782	14.700	14.695	14.726	1.9	0.1
40	20.000	19.919	19.908	19.884	19.903	0.5	0.1
50	25.000	25.082	25.048	25.214	25.115	-0.5	0.1
60	30.000	30.264	30.282	30.144	30.230	-0.8	0.1
70	35.000	35.018	35.037	34.847	34.968	0.1	0.1
80	40.000	39.988	39.950	39.860	39.933	0.2	0.1
90	45.000	44.756	44.984	44.727	44.822	0.4	0.1
100	50.000	49.886	49.922	49.943	49.917	0.2	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



ANEXO 6: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

	INFORME	Código	M-FT-70
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	de 2 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° : T072-1-21
 Nombre del proyecto : "Adición de cenizas volantes como susustitucion del cemento 5% , 10, 15% Fecha de ensayo : 27/09/2021
 en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021"
 Ubicación del proyecto : Paucartambo -Pasco-Perú. Fecha de emision : 15/10/2021
 Identificación muestra : Agregado Fino Moyobamaba

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA				ASTM C 33/C33M-18			
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"	
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
# 4	4.75 mm	25.00	4.00	4.00	96.00	100.00	
# 8	2.36 mm	87.51	14.00	18.00	82.00	100.00	
# 16	1.18 mm	138.15	22.10	40.10	59.90	85.00	
# 30	0.59 mm	102.52	16.40	56.50	43.50	60.00	
# 50	0.30 mm	131.27	21.00	77.50	22.50	30.00	
# 100	0.15 mm	102.52	16.40	93.90	6.10	10.00	
Fondo		38.13	6.10	100.00	0.00	0.00	

Modulo de fineza 2.90



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

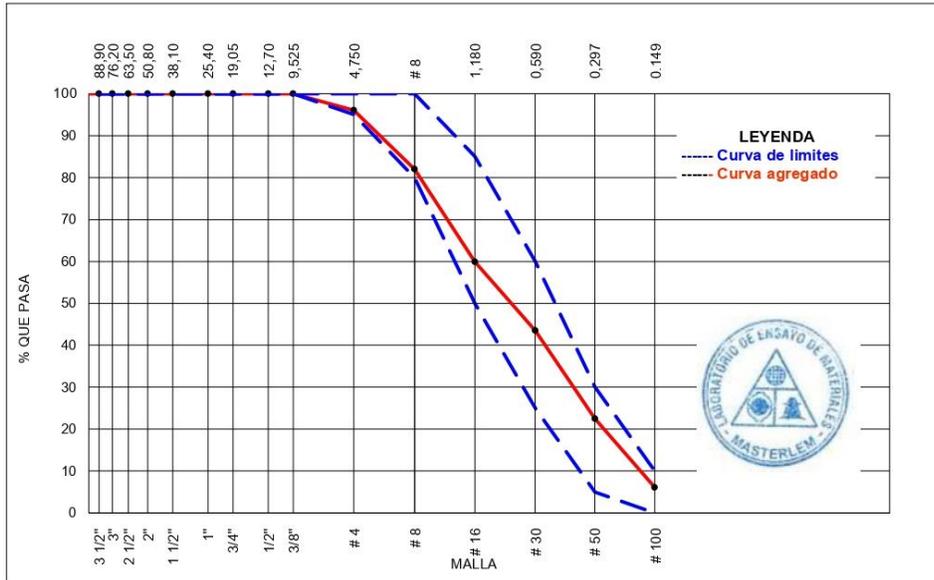

 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84288

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
 web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-70
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	2 de 2

Solicitante	Ronaldo Mario Chuco Arroyo	Expediente N°:	T072-1-21
Nombre del proyecto	"Adición de cenizas volantes como susustitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021"	Fecha de ensayo:	27/09/2021
Ubicación del proyecto	Paucartambo -Pasco-Perú.	Fecha de emision:	15/10/2021
Identificación muestra	Agregado Fino Moyobamaba		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-70
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	de 2 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° : T072-8-21

Nombre del proyecto : *Adición de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021* Fecha de ensayo : 27/09/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo -Pasco-Perú. Fecha de emision : 15/10/2021

Identificación muestra : Agregado Grueso Moyobamaba

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO GRUESO HUSO 56				ASTM C 33/C33M-18			
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"	
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1"	25.40 mm	120.2	2.1	2.1	97.9	90.00	
3/4"	19.05 mm	1832.0	32.2	34.4	65.6	40.00	
1/2"	12.70 mm	2026.7	35.7	70.0	30.0	10.00	
3/8"	9.53 mm	1150.7	20.2	90.3	9.7	0.00	
# 4	4.75 mm	429.4	7.6	97.8	2.2	0.00	
# 8	2.36 mm	22.9	0.4	98.2	1.8	0.00	
# 16	1.18 mm	101.0	1.8	100.0	0.0	0.00	
# 30	0.59 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	
# 50	0.30 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	
# 100	0.15 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	

Modulo de fineza 7.21 Tamaño Máximo 1 1/2 Pulgada
Tamaño Nominal 1 Pulgada



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


 ADELA CHIPANA TAIBE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

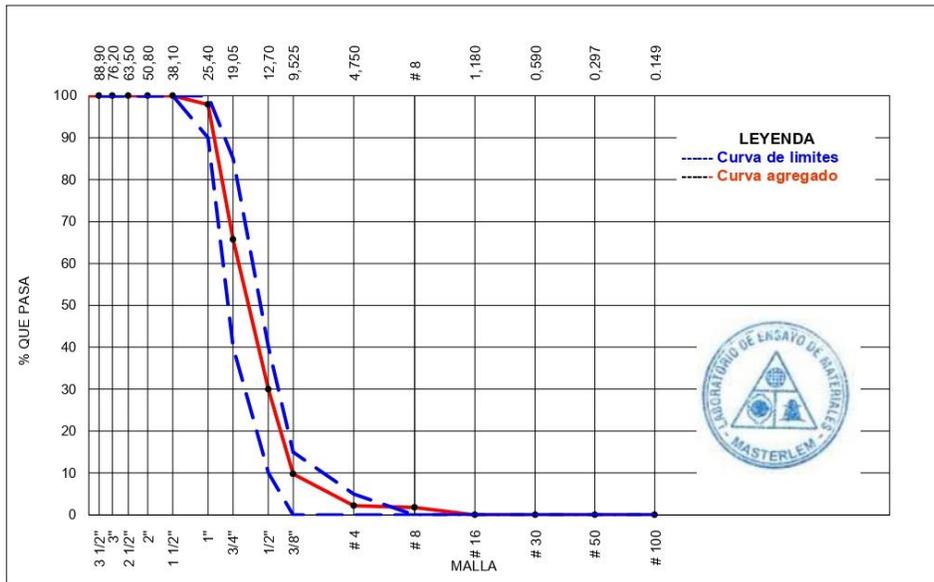
CONTROL DE CALIDAD


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-70
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	2 de 2

Solicitante	Ronaldo Mario Chuco Arroyo	Expediente N°:	T072-8-21
Nombre del proyecto	"Adicion de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021"	Fecha de ensayo:	27/09/2021
Ubicación del proyecto	Paucartambo -Pasco-Perú.	Fecha de emision:	15/10/2021
Identificacion muestra	Agregado Grueso Moyobamaba		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-72
	INFORME GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° : T-072-4-21
Nombre del proyecto : Adicion de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo : 27/09/21
Fecha de emision : 15/10/21
Ubicación del proyecto : Paucartmabo- Pasco-Perú
Identificación muestra : Agregado Fino Moyobamaba

INFORME GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO ASTM C128 - 15

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Peso específico de la masa	g/cc	2.59
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.62
3	Peso específico aparente	g/cc	2.67
4	Porcentaje de absorcion	%	1.3

Certificados de calibracion de equipos
Certificados de calibracion de balanza N° CCB 006-2021
Certificado de calibracion de homo N° CMI 006-2020



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-70
	INFORME GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° : T-072-6-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como susustitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo : 27/09/21
Fecha de emision : 15/10/21
Ubicación del proyecto : Paucartambo-Pasco-Perú
Identificación muestra : Agregado grueso Moyobamba

INFORME GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127 - 15

N°	Resultados	Unidades	Resultados
1	Peso específico Sat. Sup. Seca	g/cc	2.63
2	Peso específico de masa	g/cc	2.61
3	Peso específico aparente	g/cc	2.68
4	Absorción de agua	%	1.0

Certificados de calibracion de equipos
Certificados de calibracion de balanza N°CCB-006-2021
Certificados de calibracion de homo N° CMI 006-2020



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-72
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante	Ronaldo Mario Chuco Arroyo	Expediente N°	T-072-3-21
Nombre del proyecto	Adicion de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021	Fecha de ensayo	: 27/09/21
		Fecha de emision	: 15/10/21
Ubicación del proyecto	Paucartambo-Pasco - Perú.		
Identificación muestra	Agrego fino Moyobamba		

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566-19
--

Cantera : Agregado Fino Moyobamba	2.2 %
-----------------------------------	-------

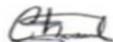
Certificados de calibracion de equipos

Certificados de calibracion de balanza N° CCB 006-2021
 Certificado de calibracion de homo N° CMI 006-2020



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
 web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-72
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T-072-5-21
Nombre del proyecto : Adicion de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo : 27/09/21
Fecha de emision : 15/10/21
Ubicación del proyecto : Paucartambo-Pasco-Perú
Identificación muestra : Agregado Fino Moyobamaba

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566-19
--

Cantera : Agregado Grueso Moyobamba	0.2 %
-------------------------------------	-------

Certificados de calibracion de equipos

Certificados de calibracion de balanza N° CCB 006-2021
Certificado de calibracion de horno N° CMI 006-2020



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO

----- ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

----- OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

----- JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	AE-FO-15
	PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO	Versión	01
		Fecha	30-04-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-2-21
Nombre del proyecto : Adicion de cenizas volantes como susutitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo : 27/09/21
Fecha de emision : 15/10/21
Ubicación del proyecto : Paucartambo-Pasco-Perú.
Identificación muestra : Agregado Fino Moyobamaba

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO ASTM C29/ C29-17a

Informacion	Unidad	Resultados
Peso Unitario Suelto de la Muestra	kg/m ³	1397
Peso Unitario Compactado de la Muestra	kg/m ³	1542

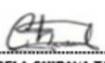
Certificados de calibracion de equipos

Certificados de calibracion de balanza N° CCB-014-2020
Certificados de calibracion de horno N° CMI 006-2020

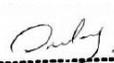


Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAIA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-80
	PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO GRUESO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T-072-7-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como susustitucion del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rigidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :27/09/21
Fecha de emision : 15/10/21
Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco- Perú
Identificación muestra : Agregado Grueso Moyobamba

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO GRUESO ASTM C29/ C29-17a

Información	Unidad	Resultados
Peso Unitario Suelto de la Muestra	kg/m3	1515
Peso Unitario Compactado de la Muestra	kg/m3	1756

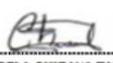
Certificados de calibracion de equipos
Certificados de calibracion de balanza N° CCB-014-2020
Certificados de calibracion de horno N° CMI 006-2020



Observaciones

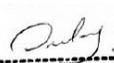
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-9-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :4/10/21 Fecha de emision :16/10/22

Ubicación del proyecto : Paucartambo-Pasco-Perú.
Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm² Patron

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla patron f'c = 280 kg/cm²

Procedencia del cemento : Andino Tipo I
Procedencia del agua : Potable Lima
Procedencia del agregado grueso : Moyobamba
Procedencia del agregado fino : Moyobamba

Asentamiento pulgadas : 3
Factor cemento bolsa/m³ : 11.5
Relacion a/c seco : 0.45
Relacion a/c obra : 0.45

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	490	490
Agua	l/m ³	220	220
Agregado grueso	kg/m ³	827	829
Agregado fino	kg/m ³	758	774

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente °C : 22.5
Temperatura mezcla °C : 21.1
Humedad relativa % : 95
Peso unitario concreto kg/m³ : 2340
Rendimiento m³ : 0.99
Contenido de aire % : 1.5
Fecha de vaciado d/m/a : 4/10/21

Proporciones en peso corregido : 1 : 1.6 : 1.7 : 19 Litros/bolsa

Proporciones en volumen corregido : 1 : 1.3 : 1.8 : 19 Litros/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-10-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :4/10/21
Fecha de emisión :16/10/22

Ubicación del proyecto : Paucartambo -Pasco - Perú

Identificación muestra : Diseño Mezcla 5% Ceniza volante fc 280 Kg/cm²

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 5% Ceniza Volante f'c = 280 kg/cm²

Procedencia del cemento	:	Andino Tipo I	
Procedencia del agua	:	Potable Lima	
Procedencia del agregado grueso	:	Moyobamba	
Procedencia del agregado fino	:	Moyobamba	
Asentamiento	pulgadas	:	3
Factor cemento	bolsa/m ³	:	11.0
Relacion a/c seco	:	:	0.47
Relacion a/c obra	:	:	0.47
Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	465.5	465.5
Agua	l/m ³	220	220
Agregado grueso	kg/m ³	823	824
Agregado fino	kg/m ³	753	770
Ceniza volante	kg/m ³	24.5	24.5

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	22.5
Temperatura mezcla	°C	:	21.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	2298
Rendimiento	m ³	:	1.00
Contenido de aire	%	:	1.5
Fecha de vaciado	d/m/a	:	:4/10/21



Proporciones en peso corregido : 1 : 1.7 : 1.8 : 20 Litros/bolsa 2.2 kg de ceniza volante por bolsa

Proporciones en volumen corregido : 1 : 1.3 : 1.8 : 20 Litros/bolsa 2.2 kg de ceniza volante por bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° : T 072-11-2
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm² para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo : 04/10/21 Fecha de emision :16/10/22
Ubicación del proyecto : Paucartambo -Pasco- Perú
Identificación muestra : Diseño 10% Ceniza volante fc 280 kg/cm²

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 10% Ceniza volante f c = 280 kg/cm²

Procedencia del cemento	:	Andino Tipo I		
Procedencia del agua	:	Potable Lima		
Procedencia del agregado grueso	:	Moyobamba		
Procedencia del agregado fino	:	Moyobamba		
Asentamiento	pulgadas	:	2	
Factor cemento	bolsa/m ³	:	10.4	
Relacion a/c seco	:	:	0.50	
Relacion a/c obra	:	:	0.50	
Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo	
Cemento	kg/m ³	:	441	441
Agua	l/m ³	:	220	220
Agregado grueso	kg/m ³	:	818	820
Agregado fino	kg/m ³	:	749	766
Ceniza volante	kg/m ³	:	49	49

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	23.0
Temperatura mezcla	°C	:	22.1
Humedad relativa	%	:	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	:	2284
Rendimiento	m ³	:	1.01
Contenido de aire	%	:	1.5
Fecha de vaciado	d/m/a	:	4/10/2021

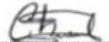


Proporciones en peso corregido : 1 : 1.7 : 1.9 : 21 Litros/bolsa 4.7 kg ceniza volante por bolsa
Proporciones en volumen corregido : 1 : 1.3 : 1.8 : 21 Litros/bolsa 4.7 kg ceniza volante por bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO

ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-82
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 1

Solicitante	Ronaldo Mario Chuco Arroyo	Expediente N°	T 072-12-21
Nombre del proyecto	Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5%, 10, 15% en fc 280 kg/cm ² para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021	Fecha de ensayo	4/10/21
		Fecha de emisión	:16/10/22
Ubicación del proyecto	Paucartambo - Pasco - Perú		
Identificación muestra	Diseño 15% Ceniza volante fc 280 kg/cm ²		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Diseño de mezcla 15% Ceniza Volante f'c = 280 kg/cm²

Procedencia del cemento	Andino Tipo I
Procedencia del agua	Potable Lima
Procedencia del agregado grueso	Moyobamba
Procedencia del agregado fino	Moyobamba

Asentamiento	pulgadas	1
Factor cemento	bolsa/m ³	9.8
Relacion a/c seco		0.53
Relacion a/c obra		0.53

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	416.5	416.5
Agua	l/m ³	220	220
Agregado grueso	kg/m ³	813	815
Agregado fino	kg/m ³	745	762
Ceniza Volante	kg/m ³	73.5	73.5

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	23.1
Temperatura mezcla	°C	22.2
Humedad relativa	%	95
Peso unitario concreto	kg/m ³	2298
Rendimiento	m ³	1.00
Contenido de aire	%	1.5
Fecha de vaciado	d/m/a	4/10/21



Proporciones en peso corregido : 1 : 1.8 : 2.0 : 22 Litros/bolsa 7.5 kg de ceniza volante por bolsa

Proporciones en volumen corregido : 1 : 1.3 : 1.8 : 22 Litros/bolsa 7.5 kg de ceniza volante por bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


 ADELA CHIPANA TAIPE
 TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84288

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-13-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :11/10/21 Fecha de emision :22/10/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú
Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm2 a 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga maxima kN	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño patron M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22950	0.028	281	6
Diseño patron M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22520	0.027	276	4
Diseño patron M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23478	0.028	287	5
Diseño patron M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	101	203	8012	23490	0.029	293	4
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24120	0.029	295	5
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	25452	0.030	311	5
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23985	0.029	294	5
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	22890	0.029	280	5
Diseño 10 ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24120	0.029	299	5
Diseño 10 ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24750	0.031	303	5
Diseño 10 ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23989	0.029	294	4
Diseño 10 ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23990	0.027	294	5

Certificados de calibración de equipos
Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


.....
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


.....
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


.....
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84296

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-13-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :11/10/21 Fecha de emisión :22/10/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

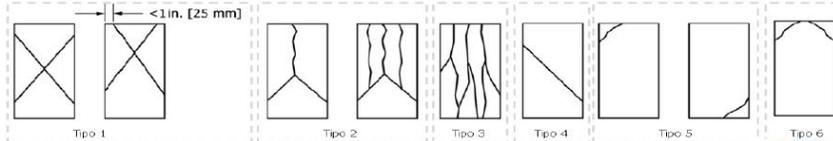
Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm2 a 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño 15 ceniza volante M-1	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23180	0.028	284	5
Diseño 15 ceniza volante M-2	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	23480	0.028	287	1
Diseño 15 ceniza volante M-3	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24210	0.029	296	5
Diseño 15 ceniza volante M-4	4/10/2021	11/10/2021	7	102	203	8171	24750	0.030	303	5

Tipo de fallas

- Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.
Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



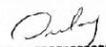
Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


.....
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


.....
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


.....
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-14-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en Fecha de ensayo 11/10/2021
fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emision 22/10/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 7 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga maxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicacion de falla
Diseño patron M 1	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	450	28.9	3.78	Tercio central
Diseño patron M 2	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	450	28.4	3.72	Tercio central
Diseño patron M 3	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	27.1	3.55	Tercio central
Diseño patron M 4	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	27.6	3.61	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 1	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	29.8	3.90	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 2	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	28.4	3.73	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 3	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	29.9	3.92	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 4	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	28.4	3.73	Tercio central

Certificados de calibracion de equipos

Pie de Rey - Certificados de calibracion CMC 073 - 2019

Maquina de Flexion - Certificados de calibracion CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-14-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en Fecha de ensayo 11/10/2021
fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emision 22/10/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 7 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Diseño 10% ceniza volante M 1	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	450	28.9	3.78	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 2	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	29.8	3.90	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 3	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	29.9	3.91	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 4	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	28.5	3.74	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 1	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	451	25.8	3.38	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 2	4/10/2021	11/10/2021	7	151	151	450	27.2	3.56	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 3	0/01/1900	11/10/2021	7	151	151	451	28.3	3.70	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 4	0/01/1900	11/10/2021	7	151	151	451	28.5	3.74	Tercio central

Certificados de calibracion de equipos

Pie de Rey - Certificados de calibracion CMC 073 - 2019

Maquina de Flexion - Certificados de calibracion CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-15-21
Nombre del proyecto : Adicion de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :18/10/21 Fecha de emision :22/10/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm² a 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga maxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño patron M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26020	0.032	325	2
Diseño patron M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	28590	0.035	357	1
Diseño patron M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27650	0.033	338	2
Diseño patron M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	26590	0.032	325	5
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26250	0.032	328	4
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29189	0.035	357	2
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	27389	0.034	342	1
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27980	0.034	342	2
Diseño 10 ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	26250	0.035	361	4
Diseño 10 ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29050	0.035	356	5
Diseño 10 ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29000	0.035	355	4
Diseño 10 ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	101	203	8012	27110	0.033	338	5

Certificados de calibración de equipos
Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-15-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :18/10/21
Fecha de emision :22/10/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

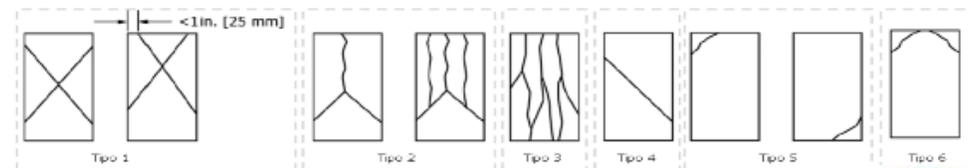
Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm2 a 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga maxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño 15 ceniza volante M-1	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27126	0.033	332	6
Diseño 15 ceniza volante M-2	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	28589	0.034	350	6
Diseño 15 ceniza volante M-3	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	29514	0.035	361	5
Diseño 15 ceniza volante M-4	4/10/2021	18/10/2021	14	102	203	8171	27657	0.033	338	5

Tipo de fallas

- Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.
Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibracion de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-16-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en Fecha de ensayo 18/10/2021
fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emision 22/10/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú
Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 14 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18									
Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga maxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicacion de falla
Diseño patron M 1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	450	32.4	4.30	Tercio central
Diseño patron M 2	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	451	32.4	4.34	Tercio central
Diseño patron M 3	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	31.1	4.08	Tercio central
Diseño patron M 4	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	451	31.6	4.19	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 1	4/10/2021	18/10/2021	14	151	150	450	33.8	4.44	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.2	4.48	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 3	4/10/2021	18/10/2021	14	150	151	451	33.8	4.48	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M 4	4/10/2021	18/10/2021	14	151	150	451	33.3	4.40	Tercio central

Certificados de calibracion de equipos

Pie de Rey - Certificados de calibracion CMC 073 - 2019
Maquina de Flexion - Certificados de calibracion CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO


.....
ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO


.....
OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD


.....
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-16-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en Fecha de ensayo 18/10/2021
fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emision 22/10/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 14 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga maxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicacion de falla
Diseño 10% ceniza volante M 1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	450	34.7	4.62	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	35.3	4.63	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 3	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.4	4.51	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M 4	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	451	34.9	4.57	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 1	4/10/2021	18/10/2021	14	150	150	450	34.9	4.65	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 2	4/10/2021	18/10/2021	14	151	151	450	35.1	4.59	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 3	0/01/1900	18/10/2021	14	150	151	451	34.7	4.60	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M 4	0/01/1900	18/10/2021	14	151	151	450	33.8	4.41	Tercio central

Certificados de calibracion de equipos

Pie de Rey - Certificados de calibracion CMC 073 - 2019

Maquina de Flexion - Certificados de calibracion CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO



ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-17-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :2/11/21
Fecha de emision :06/11/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm2 a 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área mm ²	Carga máxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño patron M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	100	203	7854	29350	0.037	374	1
Diseño patron M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	30290	0.037	376	1
Diseño patron M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	26469	0.035	355	2
Diseño patron M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	100	203	7854	26766	0.036	366	3
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	31300	0.038	391	1
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	29265	0.036	365	2
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	31097	0.039	396	1
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	29184	0.036	364	1
Diseño 10 ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	31300	0.038	393	2
Diseño 10 ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	102	203	8171	31166	0.037	381	1
Diseño 10 ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	31065	0.038	388	1
Diseño 10 ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	101	203	8012	30450	0.037	380	1

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020

Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO  ADELA CHIPANA TAIPE TEC. DE LABORATORIO	JEFE DE LABORATORIO  OMAR MEDINA ABANTO JEFE DE LABORATORIO	CONTROL DE CALIDAD  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL <small>Reg. del CIP N° 84286</small>
--	--	---

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-84
	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Versión	00
		Fecha	02-09-2021
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T072-17-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc 280 kg/cm² para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de ensayo :2/11/21
Fecha de emisión :06/11/21

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

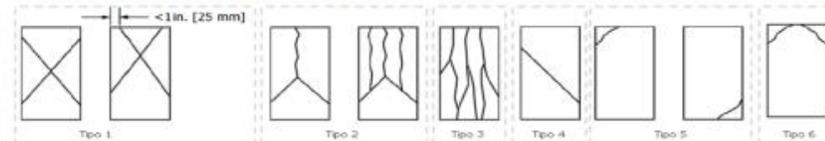
Identificación muestra : Resistencias fc 280 kg/cm² a 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kg	Resistencia a la compresion kN/mm ²	Resistencia a la compresion kg/cm ²	Tipo falla
Diseño 15 ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	26	101	203	8012	29126	0.036	364	6
Diseño 15 ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	26	101	203	8012	29909	0.036	367	4
Diseño 15 ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	26	102	203	8171	28290	0.034	346	5
Diseño 15 ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	26	102	203	8171	30943	0.037	379	5

Tipo de fallas

- Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.
Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 005-2020
Certificado de calibración N° Prensa CMC-024-2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO

ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del COP N° 84286

MASTERLEM SAC RUC 20506076235 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
web: www.masterlem.com.pe email: servicios@masterlem.com.pe wassap: 950 270 955 – 01 5407661

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	1 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-18-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc Fecha de ensayo 2/11/2021
280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emisión 6/11/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 28 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18									
Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Diseño patron M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	36.9	4.63	Tercio central
Diseño patron M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	451	36.7	4.90	Tercio central
Diseño patron M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	151	150	451	36.2	5.04	Tercio central
Diseño patron M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	450	37.3	4.94	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	36.2	5.10	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	36.4	5.04	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	451	37.6	5.01	Tercio central
Diseño 5% ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	37.3	4.96	Tercio central

Certificados de calibración de equipos

Pie de Rey - Certificados de calibración CMC 073 - 2019

Maquina de Flexion - Certificados de calibración CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO

ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84296

	INFORME	Código	M-FT-86
	MÉTODO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO AL TERCIO CENTRAL	Versión	00
		Fecha	02-09-21
		Páginas	2 de 2

Solicitante : Ronaldo Mario Chuco Arroyo Expediente N° T 072-18-21
Nombre del proyecto : Adición de cenizas volantes como sustitución del cemento 5% , 10, 15% en fc Fecha de ensayo 2/11/2021
280 kg/cm2 para pavimentos rígidos Paucartambo Pasco 2021 Fecha de emisión 01/11/2021

Ubicación del proyecto : Paucartambo - Pasco -Perú

Identificación muestra : Diseño 280 kg/cm2 resistencias a 28 días

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18									
Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Modulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Diseño 10% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	39.1	5.21	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	150	451	38.7	5.10	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M-3	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	451	39.6	5.18	Tercio central
Diseño 10% ceniza volante M-4	4/10/2021	2/11/2021	28	150	151	450	37.3	4.94	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M-1	4/10/2021	2/11/2021	28	150	150	450	37.6	5.04	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M-2	4/10/2021	2/11/2021	28	151	151	450	37.6	4.94	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M-3	0/01/1900	2/11/2021	28	150	151	451	34.7	4.60	Tercio central
Diseño 15% ceniza volante M-4	0/01/1900	2/11/2021	28	151	150	450	34.2	4.50	Tercio central

Certificados de calibración de equipos
Pie de Rey - Certificados de calibración CMC 073 - 2019
Maquina de Flexion - Certificados de calibración CPR 036 - 2021



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

TECNICO DE LABORATORIO

Adela Chipana Taipe

ADELA CHIPANA TAIPE
TEC. DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Omar Medina Abanto

OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

Jorge Francisco Ramirez Japaja

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA – ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>
<p>TESIS</p>	<p>ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5,10,15 POR CIENTO EN F´C=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS PAUCARTAMBO PASCO 2021</p>
<p>TESISTA</p>	<p>CHUCO ARROYO, RONALDO MARIO</p>

Dosificación del Concreto



Imagen 1: Diseño de Concreto Patrón

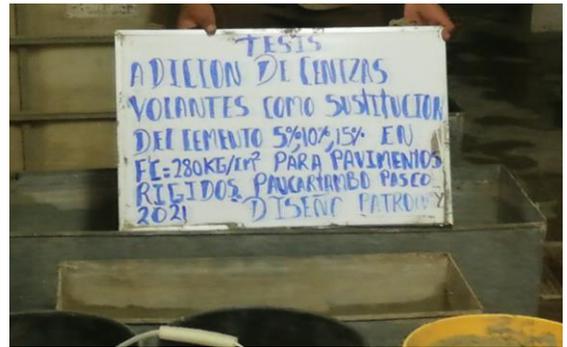


Imagen 2: Diseño de Concreto Patrón



Imagen 3: Diseño de Concreto 5% Adición de CV



Imagen 4: Diseño de Concreto 5% Adición de CV



Imagen 5: Diseño de Concreto 10% Adición de CV

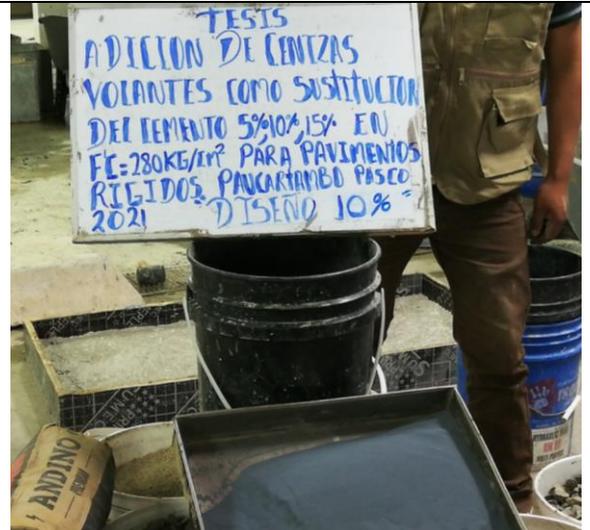


Imagen 6: Diseño de Concreto 10% Adición de CV



Imagen 7: Diseño de Concreto 15% Adición de CV



Imagen 8: Diseño de Concreto 15% Adición de CV



Imagen 9: Pesado de Cenizas Volantes



Imagen 10: Adición de Cenizas Volantes en la mezcla de concreto



Imagen 11: Medicion de la Mezcla de concreto(Asentamiento) Metodo Slump



Imagen 12: Medicion de la Temperatura del Concreto

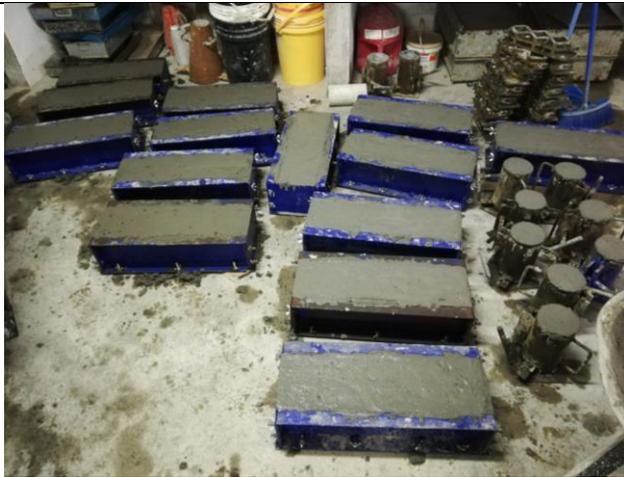


Imagen 13: Pobetas de concreto Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Estado Fresco



Imagen 14: Pobetas de concreto Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Estado Fresco



Imagen 15: Pobetas de concreto Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Estado Endurecido



Imagen 16: Pobetas de concreto Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Estado Endurecido



Imagen 17: Pobetas de concreto Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Estado Endurecido



Imagen 18: Pobetas de concreto Cilindricas, Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Curado



Imagen 19: Pobetas de concreto Prismaticas, Sin adición y Con adición de Cenizas volantes, Curado



Imagen 20: Rotura del concreto Patrón Cilindricas (Compresión) Sin adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 21: Rotura del concreto Patrón Cilindricas (Compresión) Sin adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 22: Rotura del concreto Patrón Cilindricas (Compresión) Sin adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 23: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 5% de adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 24: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 5% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 25: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 5% de adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 26: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 10% de adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 27: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 10% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 28: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 10% de adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 29: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 15% de adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 30: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 15% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 31: Rotura del concreto Cilindricas (Compresión) 15% de adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 32: Rotura del concreto Patrón Prismaticas (flexion) Sin adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 33: Rotura del concreto Patrón Prismaticas (flexión) Sin adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 34: Rotura del concreto Patrón Prismaticas (flexion) Sin adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 35: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 5% de adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 36: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 5% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 37: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 5% de adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 38: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 10% de adición de Cenizas Volantes 7 días



Imagen 39: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 10% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 40: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 10% de adición de Cenizas Volantes 28 días



Imagen 41: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 15% de adición de Cenizas Volantes 7 días

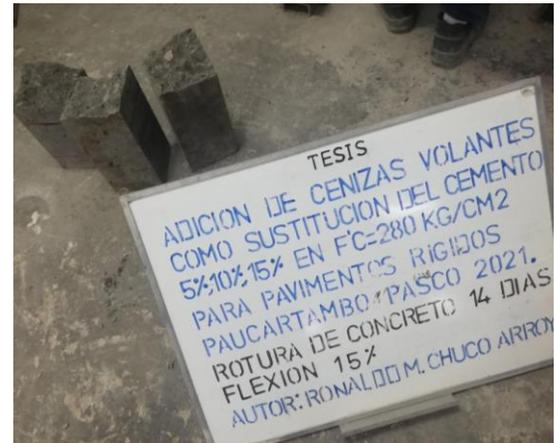


Imagen 42: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 15% de adición de Cenizas Volantes 14 días



Imagen 43: Rotura del concreto Prismaticas (flexión) 15% de adición de Cenizas Volantes 28 días



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHUCO ARROYO RONALDO MARIO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES COMO SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 5,10,15 POR CIENTO EN F´C=280KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS PAUCARTAMBO PASCO 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CHUCO ARROYO RONALDO MARIO DNI: 72944772 ORCID 0000-0003-0528-2927	Firmado digitalmente por: RCHUCO el 20-12-2021 19:59:44

Código documento Trilce: INV - 0482872