



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, LIMA-2024”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Santana Zevallos Uriel (orcid.org/0000-0002-1019-174x)

Varillas Neyra Darwin Stalyn (orcid.org/0000-0001-9768-5816)

ASESOR:

Dr. Choque flores, Leopoldo (orcid.org/0000-000-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm², LIMA-2024", cuyos autores son VARILLAS NEYRA DARWIN STALYN, SANTANA ZEVALLOS URIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 11-07- 2024 16:39:33

Código documento Trilce: TRI - 0806588





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, SANTANA ZEVALLOS URIEL, VARILLAS NEYRA DARWIN STALYN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm², LIMA-2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VARILLAS NEYRA DARWIN STALYN DNI: 75321613 ORCID: 0000-0001-9768-5816	Firmado electrónicamente por: DVARILLASN el 15-07-2024 21:25:38
SANTANA ZEVALLOS URIEL DNI: 72430587 ORCID: 0000-0002-1019-174x	Firmado electrónicamente por: USANTANAZ el 15-07-2024 21:25:38

Código documento Trilce: INV - 1707848



Dedicatoria

Dedico mi investigación a mi madre Griselda, mi esposa Ada, mi hermana sarely las cuales me apoyaron siempre en el trascurso de mis estudios universitarios, así como también la dedico a mis hijas Ayllin y Cazzia las cuales me impulsan a seguir adelante para así poder brindarles mejores oportunidades a futuro.

Atte. Varillas Neyra Darwin Stalyn

Dedico esta investigación a mi familia por estar siempre presente en cada uno de los acontecimientos suscitados en el transcurso de mi carrera universitaria.

Atte. Santana Zevallos Uriel

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a dios por permitirnos tener salud y vida para poder cumplir con nuestras metas y objetivos.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros familiares que estuvieron a nuestro lado apoyándonos ya sea de manera moral o económica también agradecemos a la universidad Cesar Vallejo por brindarnos oportunidades para poder cumplir nuestra meta de convertirse en ingenieros civiles de profesión, por otro lado, agradecemos a los profesores que participaron en nuestra formación siendo asertivos en los conocimientos o estrategias brindadas para el correcto desempeño de nuestra carrera en el mundo laboral o empresarial.

Y por último el agradecimiento también va para nosotros ya que a pesar de las adversidades que se nos hayan presentado hemos seguido adelante para así poder cumplir con nuestra meta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Indice de contenidos	vi
Indice de tablas	vii
Indice de figuras	viii
Indice de graficas	ix
Resumen	x
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	23
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES	63
RERERENCIAS.....	64
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. <i>Clasificación del asentamiento del concreto</i>	13
Tabla N°2. <i>Composición del Clinker</i>	18
Tabla N°3. <i>Componentes del cemento</i>	18
Tabla N°4. <i>Medidas de tamices del estudio granulométrico</i>	20
Tabla N°5. <i>Porcentaje que pasa del agregado fino</i>	22
Tabla N°6. <i>Límites permisibles del agua</i>	23
Tabla N°7. <i>Composición química del caolín</i>	24
Tabla N°8. <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	24
Tabla N°9. <i>Contenido de Humedad del Agregado Grueso</i>	35
Tabla N°10. <i>Peso unitario del agregado fino</i>	35
Tabla N°11. <i>Peso unitario del agregado grueso</i>	36
Tabla N°12. <i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	37
Tabla N°13. <i>Peso Específico y absorción del Agregado Fino</i>	38
Tabla N°14. <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i>	39
Tabla N°15. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	41
Tabla N°16. <i>Características de los minerales o agregados</i>	43
Tabla N°17. <i>Características del cemento, agua y caolín</i>	43
Tabla N°18. <i>Diseño del concreto patrón</i>	44
Tabla N°19. <i>Diseño del concreto con el 1% de caolín</i>	45
Tabla N°20. <i>Diseño del concreto con el 2% de caolín</i>	46
Tabla N°21. <i>Proporción en peso de los materiales por m³</i>	47
Tabla N°22. <i>Proporción para las probetas ensayadas</i>	47
Tabla N°23. <i>Peso unitario del concreto fresco</i>	49

Tabla N°24. <i>Ensayo de resistencia a compresión a 7 días</i>	51
Tabla N°25. <i>Ensayo de resistencia a compresión a 14 días</i>	51
Tabla N°26. <i>Ensayo de resistencia a compresión a 28 días</i>	52
Tabla N°27. <i>Datos de muestras para ensayo de permeabilidad</i>	53
Tabla N°28. <i>Ensayo de profundidad de penetración de agua</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 . <i>Distribución de caolín en las regiones del Perú</i>	24
Figura N° 2 . <i>Principales usos del caolín</i>	25
Figura N° 3 . <i>cuarteo y tamizado del agregado fino</i>	38
Figura N° 4 . <i>cuarteo y tamizado del agregado grueso</i>	40
Figura N° 5 . <i>Etapas para la obtención del concreto</i>	42
Figura N° 6 . <i>slump de cada diseño realizado</i>	49
Figura N° 7 . <i>curado de probetas</i>	50
Figura N° 8 . <i>Toma de datos y perfilado de muestra</i>	53
Figura N° 9 . <i>Ensayo de profundidad de penetración de agua</i>	54

ÍNDICE DE GRÁFICAS:

Gráfica N° 1. <i>curva granulométrica del agregado fino</i>	40
Gráfica N° 2. <i>Curva granulométrica del agregado grueso</i>	42
Gráfica N° 3. <i>curva de slump</i>	48
Gráfica N° 4. <i>Curva de Trabajabilidad (Anova)</i>	55
Gráfica N° 5. <i>Resistencia a la compresión vs % de adición (Anova)</i>	42
Gráfica N° 6. <i>Profundidad de penetración vs % de adición (Anova)</i>	48

RESUMEN

En esta investigación planteada con el título de Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, LIMA-2024. la finalidad fue determinar los efectos que surgen en el concreto común debido a la adición del caolín en cantidades del 1% y 2% con respecto al peso total de la mezcla. En la ejecución de este proyecto se estudiaron dos variables la variable independiente fue Influencia de la adición de caolín y la variable dependiente fue propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para las cuales se determinó una población de adición de caolín y una cantidad de muestras que fue compuesta por 45 probetas de forma cilíndrica las cuales tuvieron edades diferentes de curado con 7 días, 14 días, y 28 días. Según, los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio con relación a la adición del caolín en el concreto con porcentajes de 1% y 2% en base al peso total del concreto.

Por ende, después de realizar un análisis de los resultados pudimos observar que en las propiedades del concreto en estado fresco disminuye la trabajabilidad a razón que el porcentaje de adición de caolín aumenta dado que se observó que el concreto patrón (0% de edición) tuvo un slump de 10 cm (4"), el concreto con adición de 1% de caolín tubo un slump de 6.3 cm (2.5"), y el concreto con adición de 2 % de caolín tubo un slump de 3.8 cm (1.5") debido a esto pudimos concluir que a mayor porcentaje de caolín menor es la trabajabilidad, por otro lado al analizar el concreto en estado endurecido podemos evidenciar que el resultado de la resistencia a compresión a los 28 días de edades con su respectivo curado en el concreto patrón se obtuvo una resistencia de 226 kg/cm^2 , con 1% de caolín 287 kg/cm^2 , con 2% de caolín 246 kg/cm^2 de acuerdo a esto se pudo ver que la adición de caolín en el concreto es muy importante ya que genera un aumento considerable en la resistencia del concreto.

De acuerdo a los resultados que se analizaron con respecto a permeabilidad pudimos ver que las muestras que tenían 2% de adición de caolín tuvieron menor permeabilidad llegamos a esto comparando la permeabilidad del concreto patrón con los demás concretos con sus respectivos porcentajes de edición en relación al peso de la mezcla.

Palabras clave: Caolín, Resistencia a compresión, Trabajabilidad, Permeabilidad

ABSTRACT

In this research proposed with the title of Influence of the addition of kaolin on the physical-mechanical properties of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, LIMA-2024. The purpose was to determine the effects that arise in common concrete due to the addition of kaolin in quantities of 1% and 2% with respect to the total weight of the mixture. In the execution of this project, two variables were studied, the independent variable was Influence of the addition of kaolin and the dependent variable was physical-mechanical properties of the concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. For which a population of kaolin addition was determined and a number of samples that was composed of 45 cylindrical-shaped specimens which had different curing ages with 7 days, 14 days, and 28 days. According to the results obtained in laboratory tests in relation to the addition of kaolin to concrete with percentages of 1% and 2% based on the total weight of the concrete.

Therefore, after analyzing the results we were able to observe that in the properties of the concrete in the fresh state, workability decreases because the percentage of kaolin addition increases since it was observed that the standard concrete (0% addition) had a 10 cm (4") slump, the concrete with the addition of 1% kaolin had a slump of 6.3 cm (2.5"), and the concrete with the addition of 2% kaolin had a slump of 3.8 cm (1.5") Due to this we were able to conclude that the higher the percentage of kaolin, the lower the workability. On the other hand, when analyzing the concrete in the hardened state, we can show that the result of the compressive strength at 28 days of age with its respective curing in the concrete pattern, a resistance of 226 kg/cm^2 was obtained, with 1% kaolin 287 kg/cm^2 , with 2% kaolin 246 kg/cm^2 . According to this, it could be seen that the addition of kaolin in the concrete is very important since generates a considerable increase in the strength of the concrete.

According to the results that were analyzed with respect to permeability, we could see that the samples that had 2% addition of kaolin had lower permeability. We arrived at this by comparing the permeability of the standard concrete with the other concretes with their respective editing percentages in relation to the weight of the mixture.

Keywords: Kaolin, Compressive strength, Workability, Permeability

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Uno de los elementos de mayor uso a nivel mundial es el concreto siendo este destinado a obras civiles que sirven para el desarrollo de las actividades humanas. En el Perú tenemos diferentes tipos de resistencias de concreto pero para emplearlos es más costoso que un concreto común o tradicional que cuenta con una resistencia de $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, pero sin embargo las condiciones en las que se fabrica no son las adecuadas y este no alcanza la resistencia esperada debido a esto es que en esta investigación no enfocamos en el caolín como una opción para mejorar el concreto común ya que el caolín de acuerdo a los elementos que lo componen cuenta con diversas propiedades que favorecen a los concretos analizados en compresión, permeabilidad, y demás propiedades. Siendo estas propiedades de suma importancia para cualquier dosificación del concreto.

El Perú, cuenta con yacimiento de caolín cuya explotación es relativamente pequeña en comparación con otro tipo de minerales. Siendo esta explotado principalmente en cordillera occidental e interandina por industrias relacionadas a ladrillera y cerámicas, pero teniendo un gran potencial para su aprovechamiento en otro tipo de industrias.

Actualmente mediante los diversos estudios realizados por estudiantes podemos encontrar diversos elementos adicionados al concreto con ello se pretende encontrar alternativas viables para los diversos diseños de mezclas que se usan en la industria de la construcción. Siendo el caolín, un elemento con diversos beneficios que aportan a este ya sea que se encuentre en estado fresco o endurecido en cualquier dosificación que se elabore.

Formulación del problema

Problema General

¿Qué efectos surgen en las propiedades físico – mecánicas debido a la adición de caolín al concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

Problemas específicos

¿Cómo influye en la trabajabilidad la adición de caolín en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Cuál es el impacto que genera en la resistencia a la compresión la adición de caolín en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Cómo influye en la permeabilidad la adición de caolín en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

Justificación

Justificación teórica

Esta investigación, nos menciona una mejor alternativa para el concreto tradicional cumpliendo con la normativa de calidad requerida utilizando los diversos métodos científicos establecidos para la obtención de la confiabilidad y validez correspondiente, realizando ensayos en laboratorio para cada probeta junto con un análisis de sus resultados idóneos. Los resultados deberán ser comparados para establecer la mejoría con la adición del producto mencionado.

Justificación metodológica

La investigación se llevó a cabo considerando un diseño experimental. Puesto que, se realizaron los ensayos preestablecidos correspondientes y mediante estos se obtuvieron datos los cuales fueron analizados minuciosamente en el gabinete. Sabiendo que estos son de suma importancia para así poder llegar a concluir el presente trabajo de investigación, demostrando que al adicionar al concreto el producto ya mencionado es viable y además una muy buena alternativa.

Justificación social

Esta investigación busca brindar nuevas alternativas de diseño de concreto, demostrando que algún porcentaje de adición de caolín al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es una opción viable que cumple los estándares de calidad en nuestro país.

Objetivos

Objetivo General

Determinar los cambios que se generan en las propiedades físico – mecánicas debido a la adición de caolín al concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Objetivos específicos

Determinar la influencia del caolín en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Analizar el impacto que genera en la resistencia a la compresión la adición de caolín en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Analizar cómo influye en la permeabilidad la adición de caolín en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Hipótesis

Hipótesis General

La adición de caolín producirá efectos positivos en las propiedades físico – mecánicas en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Hipótesis Especificas

La adición de caolín disminuirá la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

La incorporación de caolín mejorara de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

La incorporación del caolín reducirá la permeabilidad en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Delimitación de la investigación

Espacial

El desarrollo del proyecto se realizó netamente en Lima, en virtud que cuenta con las canteras de caolín, cantera de los agregados y los laboratorios idóneos para su desarrollo. Sin tener dificultades para su prospero desarrollo.

Temporal

La presente investigación se desarrolló en dos ciclos académicos el cual inicio la primera parte en abril-julio del 2023 y a la segunda parte en abril-julio del 2024 siendo estas las fechas de los ciclos académicos establecidos.

II. MARCO TEORICO

Antecedentes

Nacionales

Bayona y Berrospi (2021), en su tesis *“Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2021”*. Donde analizo la suplencia del cemento por cerámica reciclada en diversos porcentajes en un hormigón común ($f'c=210$ kg/cm²) para poder medir la resistencia la compresión originada. La investigación se desarrolló con un diseño experimental. De las cuales se elige 84 probetas para la muestra siendo sustituidas en porcentajes de 3% en 3%, desde 0% al 18% con relación al cemento en cada uno de sus diseños. Como resultado al cabo de 28 días, se determina que el porcentaje idóneo de reemplazar cemento por cerámica reciclada es el 3% obteniendo un $f'c=215.98$ kg/cm² como resultado a la compresión en la prueba realizada. Además, pudiendo determinar a través de los resultados que es inversamente proporcional con respecto a asentamiento, ya que, al reemplazar el 18% el asentamiento sufre una variación de 7.62cm a 9.525 cm.

Valladares (2020), *“Efecto de arcilla blanca (caolín) como reemplazo de agregado fino en el concreto hidráulico”*. Donde se evaluó las características físico-mecánicas del hormigón al sustituir en diversos porcentajes el agregado fino por la arcilla blanca (caolín). La investigación tiene un diseño experimental, los porcentajes analizados múltiplos de 5. Iniciando desde 0% y terminando con un 30% en sustitución del agregado fino. Se llegó a la conclusión que se genera proporción directa entre el contenido de aire y porcentaje de sustitución. Por otra parte, el resultado del cono de Abrams con el 5% y el 30% podemos decir que mientras el porcentaje de sustitución se incrementa la trabajabilidad se ve afectada. Al sustituir un 10% del agregado fino disminuye hasta un 5% con referencia al concreto patrón en el ensayo a compresión.

Velásquez (2021), en su tesis *“Influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre asentamiento, compresión, absorción, densidad y porosidad del concreto, Trujillo 2021”*. Cuyo objetivo fue determinar los beneficios del porcelanato reciclado al reemplazarlo en un concreto tradicional en estado

fresco y endurecido del concreto, este se realizó con una investigación explicativa con diseño experimental, donde la muestra de un análisis del concreto patrón hasta los 56 días en reemplazo de uno de los agregados ente caso fue el fino por porcelanato reutilizado pulverizado en porcentajes múltiples de 5% desde 0% hasta 60% tiene un aumento en el concreto en el estado endurecido. Mientras que al reemplazar el agregado grueso (piedra chancada) por porcelanato reutilizado en ciertos porcentajes desde 0% hasta 60% tiene un aumento en el concreto en el estado fresco.

Castañeda (2016), en su tesis *“Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento sustituido en un 5% y 10% por caolín activado mecánicamente de Tarica-Huaraz”*, Donde se determinó la máxima resistencia obtenida entre estos porcentajes analizados al reemplazar cemento por caolín. La obtención de datos se da con un diseño experimental. Para ello, la muestra analizada fue de 27 unidades de los cuales 9 unidades son del diseño patrón, 9 unidades con la adición del 5% y las 9 unidades restantes con el reemplazo del 10% del cemento. Se llegó a la conclusión, que al reemplazar de cemento por caolín en porcentajes de 5% y 10% obtuvo una disminución en los ensayos realizados a compresión de 4.57% y 9.83% respectivamente con respecto al diseño patrón.

Prieto Y Tello (2017), *“Influencia de la sustitución parcial del cemento por caolín, en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm²”*, cuyo objetivo fue examinar los beneficios generados concreto tradicional ($f'c=210$ kg/cm²) en estado fresco y endurecido al sustituir en porcentajes propuestos el cemento por el caolín. La investigación tuvo un diseño experimental, estando la muestra constituida por 84 unidades de los cuales 36 unidades serán evaluadas a compresión. Por ello, se concluyó que la sustitución en un 20% obtiene una variación significativa en su resistencia de 220.07 kg/cm² lo que significa que aumenta su resistencia en un 4.79 % respecto al diseño de mezcla patrón diseñado.

Toledo (2021) en su investigación la cual realizo un análisis comparativo de adobes modificados con caolín y los adobes tradicionales en amazonas podemos ver el caolín no solo es un producto beneficioso en el concreto, sino que también lo es en los abobes gracias a los resultados adquiridos en esta investigación vemos que en los ensayos de resistencia de carga hubo un aumento de la resistencia de hasta un

4% con respecto al adobe patrón por lo tanto el caolín sería viable también en la elaboración de adobes artesanales.

Obregón y Osorio (2022) en su artículo científico el cual estudiaron la influencia de las arcillas expandidas en el diseño de la mezcla propuesto para un concreto liviano en Huancavelica señalan que para sus estudios añadieron 5%,10%,15% y 20% directo a la mezcla esta influye beneficiosamente incrementando significativamente la resistencia del concreto liviano llegando a la conclusión que la arcilla expandida es un muy bien componente para generar mejorías las propiedades del concreto

Internacionales

Martínez (2012) en su tesis *“Caracterización física, química, mineralógica y morfológica del caolín nacional, para su aplicación en sistemas cementales empleados en pozos petroleros”*. Cuyo objetivo fue realizar una comparación de la resistencia producida y lo económico en un concreto tradicional con uno a base de puzolana natural (caolín). Establecer las características del caolín en la cantera del estado de Bolívar. el cual servirá como material puzolánico ya que se realizaron ensayos como: contenido de humedad, granulometría, análisis químicos, etc. Se concluye que el elemento en estudio tiene un cuarentainueve porciento de SiO₂, treintaicuatro porcientos de Al₂O₃, 0,54% de TiO₂, 0,56% de Fe₂O₃, 1,4% de K₂O y 0,19% de CaO+ MgO + Na₂O. y que solo el 5% de cemento puede ser sustituida por metacaolín.

Mancipe, Pereira y Bermúdez (2007) en su trabajo de investigación utilizo concreto de alta resistencia mediante puzolana natural, donde se realiza la comparación del concreto común y concreto con caolín. De los cuales sus diseños fueron realizados para resistencias de 4000, 4500 y 5000 PSI. Se llegó a la conclusión al reemplazar el 5% el cemento por el caolín se obtuvo 21(Mpa) en el ensayo a compresión siendo este el más óptimo.

Araujo (2016), *“Efecto de la finura del caolín calcinando como material de sustitución del cemento portland en morteros”*. Donde se evaluó el desempeño mecánico del caolín calcinado para sustitución del cemento portland en los morteros. Este se realizó con una investigación experimental. se llegó a la conclusión al reemplazar el cemento por el caolín calcinado a 800°C con un tamaño

de 45 um en un 30% genera una mejora en el ensayo realizado a la compresión en un 2,17% respecto a la muestra patrón. Además, genera una disminución en el costo de producción del mortero en un 3.8% del mortero tradicional.

Chang (2024) en su artículo de investigación en el cual preparo un superplastificantes de policarboxilato de baja temperatura y lo aplico en un sistema de mezcla de caolín calcinado con cemento demostró que el caolín nos solo es un buen material para la adición en los concretos sino que también es un material muy bueno para integrarla a la preparación de superplastificantes lo cual conlleva a que si se utiliza un plastificante a base de caolín en el concreto se estaría también ganando un buen porcentaje de carga por lo que el caolín integrado al concreto le brinda mayor resistencia, por otro lado también se estaría consiguiendo que el concreto sea menos permeable.

Tironi (2020) para su artículo científico incorporo las arcillas calcinadas para morteros de estructuras porosas en la cual evaluó el esfuerzo a la compresión. En este artículo nos menciona que los materiales puzolamicos (caolín) vienen generando un alto interés en la industria cementera por la finalidad o el objetivo de cuidar el medio ambiente así como también generar un aumento de resistencia en el concreto clásico así como también realizar mejoras en su durabilidad para ello en esta investigación se empleó arcillas (caolín) lo cual arrojó en los resultados que los concretos que contenían como componente las arcillas habían aumentado su resistencia en un 2% al ser evaluadas con respecto al concreto patrón.

Yiping (2024) en su artículo científico estudió el comportamiento de la eflorescencia del hormigón ante la adición del metacaolín, en este menciona que gracias a la adición del caolín la eflorescencia que se genera en un concreto normal que es de aproximadamente de un 60.16% gracias a este material se habría reducido a un 30.27% esto quiere decir que el caolín tendría diferentes beneficios que aportan al concreto ya que también queda en evidencia que aporta en disminuir la eflorescencia en el concreto u hormigón, por lo tanto según estas investigaciones realizadas el caolín sería un material viable para su uso en los concretos.

Salvaje (2020) en su artículo científico de metacaolín y arcillas calcinadas las cuales con empleadas como puzolanas en el hormigón menciona que estas han generado una muy buena atención en la última década con la finalidad de generar menores

porcentajes de consumo de cemento ya que de todos los componentes del concreto este sería el más contaminante y la finalidad por la que han recibido una atención especial es con seguir un material que le brinde mejoras al concreto, al realizar la investigación llegaron a la conclusión que la arcilla (caolín) es un material apropiado para emplearlo en los concretos generando aumento en resistencia, permeabilidad y durabilidad.

Castillo (2022) en su artículo donde se estudió la adición de arcillas calcinadas en el hormigón evaluando su durabilidad señala que la durabilidad del hormigón o concreto viene siendo un tema de mucha preocupación en el ámbito científico ya que esta es una de las debilidades que esta cuenta por lo cual para mejorar su durabilidad se incorporó arcillas calcinadas y se evaluó su durabilidad mediante ensayos correspondientes los cuales arrojaron que hubo una disminución de la absorción de agua esto quiere decir que el hormigón que contenía arcilla calcinada redujo su porosidad por ende al tener menos penetración de agua aumentaría su durabilidad gracias a la adición de arcilla.

Sánchez (2016) en su artículo el cual evaluó el potencial económico y ambiental del cemento a base de arcillas calcinadas en Cuba señala que aun en la actualidad la demanda de hormigón y cemento sigue en aumento exponencialmente por lo tanto la industria viene buscando mejoras para el concreto, así como también materiales que sean alternativos al cemento o que al adicionarlos en los componentes del concreto genere beneficios significantes es ahí donde ingresa a posicionarse las arcillas calcinadas (caolín) ya que según estudios que se han realizado señalan que sería un material viable tanto como para actuar como reemplazante de porcentajes altos del cemento así como también como adición al concreto para generar altos márgenes de resistencia así como otros beneficios que otorgue.

Martirena (2012) en su artículo el cual estudio el reemplazo del cemento por la mezcla de metacaolín y piedra caliza señala que la reemplazo del cemento por arcilla es viable ya que al sustituir en un 45% con una mezcla de 2:1 de caolín y piedra caliza produce mejores propiedades con respecto a los 7 y 28 días ya que los ensayos realizados de resistencia arrojaron un incremento de resistencia por lo cual una vez más podemos decir que las investigaciones citadas en este proyecto apuntan a que el caolín es un buen material para convertirse en un componente

importante en la producción del concreto por lo que le brinda diferentes mejoras permitiéndole al concreto ser más duradero.

Bases Teóricas

Teoría del Concreto

Para poder determinar los inicios en los que se utilizó el concreto dependerá de cómo se llega a interpretar el término “concreto” ya que en la antigüedad nuestros antepasados lo que empleaban para la construcción fueron materiales con características cementosas y eran obtenidos al moler las piedras caliza, así como también mediante la calcinación del yeso, en el momento en el cual se decide agregarles arena y agua a estos materiales fueron convirtiéndose en morteros, el cual mantenía características similares a las del yeso que era usado para la unión de piedras. Con el transcurrir de los años los materiales mencionados fueron mezclados con otros distintos materiales los cuales fueron aportando de manera gradual algunos beneficios para así poder llegar a la actualidad y obtener los materiales adecuados por lo que está compuesto hoy en día el hormigón.

Se dice que las primeras construcciones que existieron fueron gracias al ingenio de los comerciantes de nabatea estos se ubicaban al sur de siria y por otro lado también se los podía encontrar al norte de Jordania aproximadamente en el periodo 6500 a.c.

Ellos gracias a su ingenio llegaron a darse cuenta que la cal hidráulica podía llegar a endurecerse bajo el agua, por ello ejecutaron la construcción de hornos para así poder suministrar morteros cuando realicen la construcción de sus casas esto vino a ser en el año 700 a.c, esto género que sus comunidades tengan prosperidad en pleno desierto ya que con este material podían construir cisternas a prueba de agua.

Marco conceptual

Concreto

El concreto está conformada en gran parte de agregado fino y grueso, estos son unidos por una pasta de agua y cemento, opcionalmente algún aditivo para que modifique alguna de sus características. De la misma manera que los materiales pétreos, el concreto realiza un mejor trabajo cuando está sometido a la compresión caso contrario es cuando está sometido a flexión.

El concreto convencional tiene como propiedades principales la trabajabilidad, consistencia, resistencia, durabilidad y es económico. Cada una de estas características tienden a variar de acuerdo a la relación existente de agua-cemento en dicho diseño propuesto, cumpliendo estrictamente con las proporciones correctas de los agregados y cumpliendo con la calidad requerida en cada uno de sus procesos siguientes.

Tipos

Según su mecánica o composición:

Concreto ordinario: Es el elemento producido al realizar la aleación de cemento, los agregados, el agua y opcionalmente el aditivo.

Concreto en masa: Es el hormigón sin refuerzo de acero en su interior. Siendo idóneo para trabajos que estén sometidos a compresión.

Concreto armado: Es el hormigón con refuerzos de acero en su interior debidamente ubicados y diseñados. Este elemento estructural puede soportar los esfuerzos de compresión y tracción.

Concreto pretensado: Es el elemento que fue diseñado con una armadura especial en su interior el cual es tensado antes verter el concreto.

Concreto pos tensado: Es el elemento que fue diseñado con una armadura especial en su interior el cual es tensado después verter el concreto.

Concreto autocompactante: Es el elemento que tiene un diseño de mezcla especial y aditivos superplastificantes, lo que permite una acción de compactación en base al propio peso sin la ayuda de algún instrumento para la vibración.

Concreto ciclópeo: Este viene a ser un material lleva en su interior piedras de hasta 6”.

Concreto aerocluso: Es aquel hormigón diseñado con una mayor abundancia de aire incorporado.

Concreto unimodular: Este hormigón que está compuesta de manera simultánea por el mismo tamaño del agregado.

Concreto blindo: de uso común en pavimento, este concreto contiene dos capas: la capa menor de concreto ordinario y la otra de grava embutidas la cual le permite tener una superficie de rodadura.

Concreto celular: es el concreto que contiene burbujas producidas por un gas inerte distribuidas de manera proporcional en todo su volumen por medios físicos o químicos.

Concreto de alta densidad: es el concreto con un diseño especial en el cual los agregados son de densidad superior (barita, magnetita, hematita). Su uso es para revestir estructuras y protegerlos.

Propiedades del concreto

1. En estado fresco

El hormigón en condición fresco posee propiedades de plasticidad para poder amoldarse a cualquier forma. El concreto fresco cuenta con una vida útil desde que se termina de preparar hasta que inicia la fragua; esto puede variar de acuerdo al tipo de concreto que se requiera, el tipo de cemento que se usa, entre diversos factores (Fernández,2011).

a) Trabajabilidad

Viene a ser una propiedad del concreto la cual nos permite amoldarlo a diferentes formas sin tener absolutamente nada de segregación (Hernández, 2014)

Esta propiedad la podemos encontrar cuando el concreto se encuentra en estado fresco y la podemos medir mediante cono de Abrams con un proceso ya normado. Donde se obtiene la consistencia con la que el concreto fue diseñado.

Este ensayo, se realiza cumpliendo la NTP 339.035. Los valores se encuentran en un rango recomendado normado mediante el ACI 211.3 los cuales son:

Tabla 1: clasificación del asentamiento

Consistencia	Asentamiento (cm)	Grado de trabajabilidad
Seca	0 – 2.5	Muy pequeño
Semi plástica	2.5 – 7.5	Pequeño
Plástica	7.5 – 12.5	Medio
Alta plástica	12.5 - 20	Alto
Fluida	20 a mas	Muy alto

fuelle: Clasificación del asentamiento, ACI 211.3

Esta prueba no está normada en concreto que contenga áridos cuyo tamaño sea mayor a 40mm, y es conveniente usar este método dentro de los márgenes $\geq 1\text{cm}$ y $\leq 21\text{cm}$.

El agente de suma importancia que determina la trabajabilidad del concreto es el volumen de agua con la cual fue diseñada. Además, de otros tantos como: los agregados involucrados y sus características, la relación agua- cemento existente.

b) Exudación

En esta propiedad, con el concreto ya vertido cierta cantidad de agua (lechada) se presenta en la superficie lo que generaría algún afecto en las propiedades mecánicas siempre que no sean controladas de manera correcta. (Aceros Arequipa, 2020)

2. Propiedades en estado endurecido

En esta etapa el concreto logra obtener una forma determinada por el proceso de fraguado. De los cuales son dada por los agregados y la pasta de cemento lo que permite obtener una resistencia determinado.

a) Densidad

Según ASTM C-642, es la masa total de muestra analizada sobre el volumen de la misma ya endurecido.

La densidad del concreto se determinada por los agregados con los que se encuentran en su composición. La densidad elevada no manifiesta resistencia mecánica y durabilidad

b) Absorción

Esta propiedad se da a través de una relación entre el agua que se introduce en los espacios (poros) y su propio peso. atraviesa los poros saturables y la masa totalmente seca de la muestra analizada.

c) Porosidad

La porosidad es el volumen producido ocupado por los espacios vacíos en relación al total del volumen, ello se da como efecto de la evaporación del agua que contienen el concreto y del aire dentro de ella. Por la extensión se dividen en:

- Microporos: Son los espacios de aire cuyo diámetro es mayor a 0,2mm están de manera natural o intencionalmente introducidas.
- Poros capilares: Cuando aumentan la cantidad de poros se puede decir que la resistencia del concreto disminuye ante los diversos ataques que ya sea físicos, químicos y biológicos. Su tamaño se encuentra entre 0.00002mm a 0.2mm.
- Poros de gel o microporos: se evidencia en el netamente cuando el cemento se está iniciando la hidratación y cuando se encuentra endurecida.

d) Resistencia a la compresión

El desarrollo de este ensayo es fundamental para todo elemento estructural lo cual es satisfactorio siempre que haya cumplido todas las etapas de manera correcta. Además, obtenemos información sobre la calidad de la mezcla, la durabilidad que se propone tener y resistencia a la meteorización con la que fue diseñada.

Según la norma ASTM C39 para el ensayo se emplean maquetas cilíndricas cuyo diámetro es de 0.10m (4") y 0.20m (8") para la altura siendo estas las más comunes. Pudiéndose usar otras medidas de probetas que contengas una relación diámetro-altura iguala dos. Par

después estar sumergido durante 28 días, para después poder realizar el ensayo. Según la NTP 330.034 este ensayo se realiza sometiéndolo a una carga de compresión de manera constante hasta que falle la muestra.

Y así obtener los valores en la resistencia de compresión se realiza una división entre la carga que mayor se obtenga que pueda soportar y el área en la que recae dicha carga. Normalmente se denota en (Kg/cm²) o también a través del sistema internacional en mega-pascales (MPa). Comúnmente, se realizan tres probetas por cada edad del concreto siendo estas edades 7, 14 y 28 días los cuales deben estar en constante curado.

Normalmente se logra su máxima resistencia de diseño a los 28 días, la normativa nos menciona que los 7 días no debe ser menor al 65% ya con ello nos podemos guiar si el nuestro diseño va por buen camino para cumplir con lo establecido.

Factores que influyen en la resistencia

✓ **Relación agua cemento**

Esta relación será crucial en el diseño de cualquier tipo de concreto ya que se debe tener un control estricto para asegurar la resistencia deseada.

✓ **Forma, Tamaño y Textura de los Agregados**

Cumpliendo con las normativas estipuladas para el diseño de concreto tanto en cantidad y calidad de los elementos que lo conforman para su correcto funcionamiento una vez endurecido.

e) Permeabilidad

Se refiere a la forma en que un sólido permite que un líquido lo penetre, sin alterar su estructura interior, en el caso de realizarse este proceso se puede decir que dicho sólido o cuerpo es permeable, porque en un tiempo determinado un fluido atraviesa el elemento y también la rapidez en que el líquido pasa por el cuerpo está ligado a las características

esenciales como: la porosidad de un elemento, la densidad del líquido estimado y la presión que está ejerciendo el fluido.

Cuando un sólido llega a ser permeable tiene que ser poroso, lo cual un material debe de contener vacíos o espacios porosos en su interior donde pueda filtrar la fluidez.

La permeabilidad también se puede establecer de acuerdo a la ley de Darcy o utilizando tablas derivadas a ella, la permeabilidad es una porción de la constante en la ley de Darcy que está conectada con las diferencias de sus propiedades físicas y la velocidad de fluido en una categoría de presión aplicado al promedio de porosidad.

Como se determina en la geología, la permeabilidad de la tierra, tiene un importante acontecimiento en los estudios hidráulicos y de drenajes como se puede detallar en regadíos, y tiene una capacidad portante del suelo para estudios de erosión y mineralogías.

Como también, la permeabilidad en la tierra se puede observar a través de grietas, fallas o cualquier defecto estructural producido por la naturaleza, como por ejemplo rocas permeable que las calizas y la arenisca.

Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión

La finalidad u objetivo de esta prueba es para evaluar la profundidad en la que se penetra el agua mediante la presión que se ejerce en el concreto que se encuentra en estado rígido, los datos que se pueden adquirir en esta prueba son muy beneficiosos para realizar una evaluación de la permeabilidad que cuanta la muestra de hormigón. Para elaborar esta prueba se requieren probetas con características cilíndricas a las cuales luego de pasar por un curado de 28 días son extraídas de la posa o tanque de curado para ser cortadas en dos mitades de aproximadamente 15 centímetros de longitud para luego ser colocadas en la máquina para el ensayo, una vez colocadas en la maquina se les ejerce una presión de agua de (500 ± 50) Kpa por un periodo de (72 ± 2) h en el transcurso de ejecución del ensayo se revisa

periódicamente en qué estado se encuentran las probetas y revisar que no se generen fugas para evitar pérdida de presión, luego de aplicada la presión de agua por un tiempo determinado se retiran las probetas para luego romperlas en mitades en forma perpendicular a la superficie en la que se ejerció la presión de agua, una vez rota se realiza la medición de la penetrado el agua.

Componentes del concreto

1. Cemento

Es una materia primordial para todo el sector de la construcción, siendo este el aglomerante entre los demás elementos que conforman el concreto. Además, los elementos en los cuales se usan son: prefabricados, pavimentos, tubo, fibrocemento, entre otros.

a) Cemento Portland

Es un elemento que reacciona de manera instantánea con el agua que al entran en contacto con los agregados finos y gruesos forman el concreto. Según NTP 334.0009, el cemento portland se obtiene al realizar la mezcla de caliza y arcilla para obtener Clinker formado en su mayoría por silicatos de calcio hidratado ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y sulfato de calcio (Ca SO_4) como elemento de adición en uno de sus procesos. Se podría decir: cemento portland= Clinker portland + yeso.

Tienen un tamaño máximo de 0.09mm, siendo las partículas menores de 0.045 las que ocupan un mayor porcentaje cuyo diámetro promedio es de 0.01 mm. Para poder demostrarlo que todo el elemento pasa por el tamiz 0.045 mm (N° 325) la cual esta normada en ASTM C430.

b) Composición química

Los elementos de la composición están distribuidos de manera equitativa en toda la masa del concreto.

Tabla 2: Composición del Clinker

Oxido componente	Porcentaje tipico	Abreviatura
CaO	58 % - 67%	C
SiO ₂	16 % - 26%	S
Al ₂ O ₃	4 % - 8%	A
Fe ₂ O ₃	2 % - 5%	F
SO ₃	0.1 % - 2.5%	
MgO	1 % - 5%	
K ₂ O Y Na ₂ O		

Fuente: Mayta, (2014)

Debido a los diversos tipos de cementos que tenemos a nivel nacional, cada una de ellas tiene en su composición una variación ya sea en porcentaje o cantidad de elementos los cuales deben cumplir con ciertos tipos de especificaciones lo cual se encuentra normada por NTP 334.0009.

Tabla 3: Componentes del cemento

Nombre Químico	Componente	Porcentaje (%)	Formula Abreviada	Nombre
Silicato tricálcico	3CaO, SiO ₂	40 a 50	C3S	Alita
Silicato bicálcico	2CaO, SiO ₂	20 a 30	C2S	Belita
Aluminato Tricálcico	3CaO, AlO ₃	10 a 15	C3A	
Ferrito aluminato tetracalcico	4CaO, Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	5 a 10	C4AF	Celita
Cal libre			CaO	
Magnesia libre (Periciasa)			MgO	

Fuente: Huamán, (2015)

2. Agregados

Son elementos inertes cuyo tamaño se encuentra entre 0mm y 100mm, se encuentran de manera natural o artificial pudiendo ocupar un gran porcentaje al volumen total. el 80 % del volumen total es ocupado por los agregados lo que hace que el concreto sea económico. Además, brindarles resistencias mecánicas, entre otras.

a) Por su naturaleza

i. Naturales

Estos elementos se encuentran en tres grupos: Los calizos, los silíceos, los ígneos y metamórficos.

ii. Artificiales

Son elementos que se obtienen a través de un proceso industrial los cuales cumplen con ciertas características para no alterar las propiedades del concreto.

b) Por su tamaño

i. Agregado fino

Según NTP 400.037 (2002) Se obtiene mediante descomposición natural o ya sea artificial siempre que pasen por el tamiz que esta normalizado 9.5mm (p.5).

ii. Agregado grueso

Este elemento es procedente o se genera mediante la descomposición de la roca de manera natural aso como también artificial. Las cuales son retenidas por el tamiz N° 4 (NTP 400.037, 2002, p.6).

Tabla 4: Medidas de tamices del estudio granulométrico

Tamiz Normalizado	Diámetros (mm)	Clasificación
3"	76	Grava Gruesa
2 1/2"	63.5	
2"	50.8	
1 1/2"	38.1	
1"	25.4	
3/4"	19.05	
1/2"	12.7	Grava Fina
3/8"	9.52	
N°4	4.75	Arena Gruesa
N°8	2.36	
N°16	1.18	Arena Media
N°30	0.6	
N°50	0.3	Arena Fina
N°100	0.15	
N°200	0.075	
Cacerola		Limos y Arcillas

Fuente: NTP 400.037. 2002

c) Propiedades físicas

i) Humedad y Absorción

La humedad se refiere al agua que tienen los agregados de forma natural; ya que ello permite mediante los ensayos obtener de manera correcta la cantidad agua que se requiera para poder diseñar cualquier tipo de mezcla y/o concreto.

La absorción viene a ser el cantidad o porcentaje de agua que requiere el concreto o el agregado para ser saturado en relación a la propia masa de todos los materiales totalmente libres de humedad.

ii) Peso específico

Es el peso que conforma las partículas del agregado en estudio por el volumen generado por la misma incluyendo los vacíos que hay en el interior. (Rivera, 2014)

Clasificación

- **NORMAL:** Cuentan con peso unitario que oscila entre 1000-1800 kg/m³. Además, son los agregados de mayor demanda para las obras civiles.
- **LIVIANOS:** Son los agregados donde su peso unitario oscila entre 700-800 kg/m³.
- **PESADOS:** Son aquellos agregados en el cual su peso unitario está sobre los 2000 kg/m³.

iii) Peso unitario

Es la cantidad de cierto elemento que ocupa un volumen deseado teniendo en cuenta que siempre se generan espacios entre las partículas que lo conforman dicho volumen. El ACI establece que pueden ser medidas con las partículas suelta o compactadas, las son promovida a granel (material suelto) (Rivera, 2014).

iv) Granulometría

Los agregados son sometidos a un análisis granulométrico el cual permite saber de manera correcta los tamaños con que cuenta el elemento. Es decir, son distribuidos mediante los tamices en partículas de similar tamaño que se encuentran dentro de un rango establecido. (Fernández, 2011)

Se refiere específicamente al material granular. Del cual debemos conocer las características y clasificación de tamaño para un correcto uso en cada proyecto.

a. Tamaño máximo nominal

La NTP 400.011 determina que es donde se realiza la primera retención en el tamiz de acuerdo al elemento analizado.

b. Tamaño máximo

Según la NTP 400.011 establece como aquella sección del tamiz donde se permite el paso en su totalidad de la muestra analizada.

c. Módulo de finura

Según SANCHEZ (2010) Nos permite entender que grado de finura tiene el elemento analizado. Esto se obtiene a través de las cantidades acumuladas mediante una sumatoria en cada uno de los tamices para así poder dividirlo entre 100 (p.78).

Requisitos granulométricos

1. Para el agregado fino

Este elemento debe cumplir estrictamente lo normado en NTP 400.037 comprendido en los límites. Además, el agregado debe estar bien graduada y no retener más del 45% en dos tamices sucesivos cumpliendo con la recomendación del módulo de finura que debe estar entre 2.3 y 3.1. Además, elemento debe estar en condiciones óptimas.

Tabla 5: Porcentaje que pasa del agregado fino

MALLA ASTM	% QUE PASA
3/8 (9.5 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 a 100
N°8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: NTP 400.037, 2002

2. Agregado grueso

Este elemento está comprendido desde el tamiz inicial hasta lo retenido en 3/8" esto se encuentran estipulados por la NTP 400.037. Además, el agregado debe estar bien graduada, así como se representa en anexo 1.

3. Agua

Este elemento al entrar en contacto con el cemento le ocasiona la reacción química que le permite obtener la propiedad de fraguar y poder endurecerse en un bloque determinado.

El agua en la construcción:

- a) **Agua de mezcla:** Es el volumen líquido necesario en cada diseño de mezcla, que le permita obtener una trabajabilidad óptima en su estado plástico.
- b) **Agua de curado:** Se le llama así la aplicación de agua para reducir el calor de hidratación cuando el concreto está endureciendo y así poder alcanzar las propiedades con las cuales fueron diseñadas.

Tabla 6: Límites permisibles del agua

Descripción	Límites permisibles	
Sólidos en suspensión	5 000 p.p.m	Máximo
Materia Orgánica	3 p.p.m	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1 000 p.p.m	Máximo
Sulfato (ION SO ₄)	600 p.p.m	Máximo
Cloruros (ION Cl)	1 000 p.p.m	Máximo
PH	5 a 8	

Fuente: NTP 339.088, 2006, p. 10

4. Caolín

El caolín proviene básicamente de la desintegración de rocas feldespáticas la cual se refiere a arcillas donde abunda la caolinita. Este elemento se llama así por la montaña donde se hizo el hallazgo. (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2009).

Este mineral tiene una particularidad que es de color blanco con algunos tonos de amarillo y/o rojizo por las impurezas que presenta. Es un elemento muy fino cuyo tamaño aproximado es de 63 micras también es poroso. (Lorenz & Gwosdz, 2005).

Este elemento contiene caolinita como mineral principal pudiendo encontrar otros elementos dependiendo de la roca madre. Este mineral requiere ciertos procesos mecánicos para poder obtener el caolín de alta calidad de 20 micras de tamaño de sus partículas. (Gallarday, 2007).

4.1 Yacimientos mineros de caolín en el Perú

La explotación de este elemento se da en la cordillera occidental e interandina. además, se cuenta con la presencia de algunas canteras en la llanura pre andina. el caolín en la cordillera occidental se relaciona básicamente al vulcanismo cenozoico. siendo las regiones de Lima, La Libertad, Junín, Ica, Áncash y Cajamarca que cuentan con yacimientos de caolín. (Díaz y Ramírez, 2016)

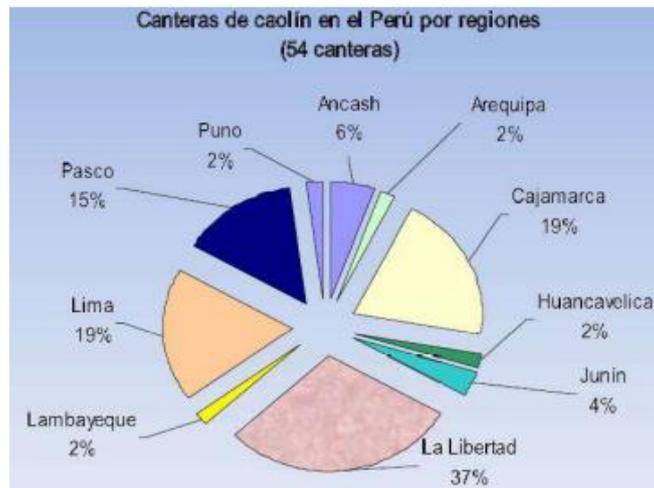


Figura 1: Distribución del Caolín en las regiones del Perú
Fuente:(Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2009)

4.2 Composición química

Tabla 07: composición química del caolín

ELEMENTO	PORCENTAJE
SiO ₂	62.43%
Al ₂ O ₃	24.41%
LOI	7.19%
Fe ₂ O ₃	0.57%
TiO ₂	1.51%
MgO	0.29%
P ₂ O ₅	0.09%
Na ₂ O	0.13%
CaO	0.01%
K ₂ O	2.57%
MnO	0.01%
otros	0.81%
Total	100%

Fuente: (INGEMMET, 2017)

4.3 Usos del caolín

Este elemento es de gran utilidad en las diferentes industrias debido a las características esenciales propias de su naturaleza como su blancura, resistente a agentes químicos, etc.

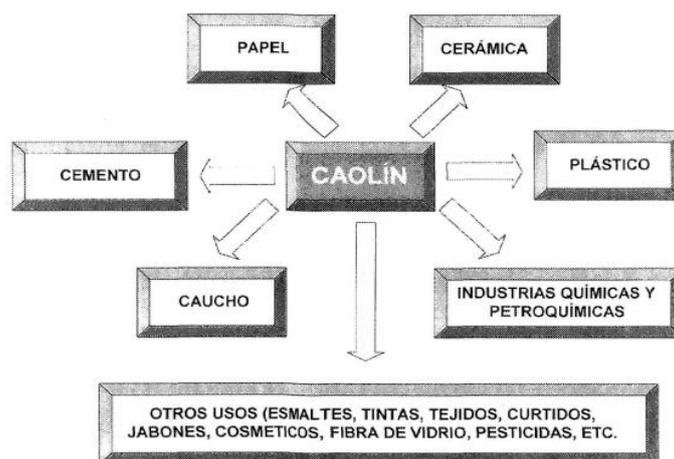


Figura 2: Principales usos del caolín

Fuente:(Bartolomé, 2007)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Todas las investigaciones que se desarrollan de forma aplicada se encuentran desalineada de la información netamente teórica debido a que está en constante búsqueda de procesos prácticos y bien establecidos, por ende, se tiene que ejecutar diversos estudios donde se podrían realizar cambios, acoplar o desarrollar determinados ámbitos pudiendo establecer nuevos prototipos en base a los conocimiento adquirido y tecnología aplicada. (Rodríguez, 2015, p.23)

Con lo mencionado anteriormente, se establece que la investigación que se está desarrollando es aplicada porque se desarrollan en el laboratorio ensayos propuestos permitiéndonos adquirir datos para así poder analizar cada uno de los resultados los cuales nos permitieron llegar a las correctas conclusiones para la investigación.

Nivel de investigación

Para este proyecto se determinó que cuenta con un nivel de investigación explicativo, la finalidad es poder precisar los acontecimientos físicos o sociales y solo especificar acerca de relacionar conceptos [...], y más aún tiende a explicar la secuencia del fenómeno y como lo encontramos en relación a las variables. (Hernández et al,2018, p. 95).

En el desarrollo de este proyecto se evidencia en que existe una causa-efecto. Puesto que, nuestra investigación es manipulada y controlada para poder evidenciar los efectos.

Diseño de investigación

Esta investigación se desarrolla de forma prospectiva la cual se lleva a cabo alterando una variable teniendo un control estricto sobre él, el experimento un acto provocado por el investigador en la que se manipula y/o interviene en una de las variables para poder generar alguna variación significativa lo que nos permite evidenciar a través de la observación. (Rodríguez, 2015, p.25)

la investigación es experimental dado que comprueba de manera afirmativa las hipótesis que se menciona en dicha investigación, en cada ensayo realizado se obtienen resultados que son analizados por el investigador teniendo en cuenta las variables de estudio.

En un diseño experimental, las variables intencionalmente son modificadas para poder obtener relación causa- efecto, con lo mencionado anteriormente, la investigación presenta el diseño que se muestra.



GE : G. experimental

GC :G. control

X :V. independiente

X' :Tratamiento convencional

Y1, Y3: sin adición de caolín

Y2, Y4: con adición de caolín

Método de investigación

Para iniciar con este modelo es de suma importancia partir de las hipótesis dado que esto encamina a nuevas suposiciones, por ende, se inicia con la hipótesis inferida por datos reales y utilizando todas las normas de inferencia, se consigue un pronóstico que debe ser verificado con ciertos hechos, a cerca del grado de autenticidad con respecto a la hipótesis de la cual se ha iniciado, así mismo las suposiciones empíricas de la hipótesis cambian de sentido de sí misma, las conclusiones que obtendremos del inicio son de suma importancia dado que demostrarían la inconsistencia lógica de la hipótesis lo que permitiría reconsiderar para poder replantearlo.(Rodríguez y Péres 2017, p. 185)

Esta investigación se desarrolla con un método *hipotético-deductivo* dado que cuenta con un desarrollo de argumentación científico para poder establecer una hipótesis de algún fenómeno o situación para de esta manera cotejar con nuestra realidad mediante la gestación de los experimentos.

Enfoque de la investigación

Según Ñaupas y Mejía (2014, p.80). mencionan que para el desarrollo del enfoque cuantitativo utiliza métodos y técnicas cuantitativas como características resaltantes, dado que, se relaciona directamente medición, magnitudes y cuantificación de unidades para el desarrollo de la muestra y la observación.

Esta investigación se realizará con un *enfoque cuantitativo*, lo que nos permitirá realizar una recolección de datos y poder analizarlos para poder cumplir con el desarrollo de los cuestionamientos que presenta la investigación pudiendo constatar las hipótesis propuestas en la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Se determina un enfoque cuantitativo dado que las variables en estudio siguen otro camino con respecto a la hipótesis lo que permite realizar pruebas para poder realizar análisis estadísticos. Las variables tienen características esenciales como ser observables en relación a algo y son susceptibles a la alteración de sí mismo o con algún otro. (Gallardo 2017, p. 50)

Con respecto a lo anterior, se determina que la investigación tiene dos variables:

- ✓ V. Independiente: Influencia de la adición de caolín
- ✓ V Dependiente: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$

Operacionalización de las variables

La variable es la parte analizada del problema o fenómeno el cual permite adicionar cierto grado de valores y así puedan ser estudiadas de manera cuantitativa o cualitativa, entendiendo claramente dicha relación entre la causa y efecto entre los fenómenos en estudio. (Tamayo 2013, p.169).

según lo que mencionado para establecer la operacionalización de variables es de suma importancia conocer los parámetros que se rigen para la medición para poder relacionar las variables propuestas y se puedan desarrollar en el proyecto.

La operacionalización de variables se encuentra anexada en la investigación de forma explícita. Anexo 2

3.3. Población muestra y muestreo

Población

Es un grupo de elementos con cualidades similares y que en ellas se obtiene cierta inferencia del problema de la investigación. (Gallardo,2017, p.63)

Para esta investigación, el tamaño de la población consta de las cantidades de probetas para cada ensayo realizar las cuales son realizadas antes y después de adicionar el caolín para poder determinar la variación del comportamiento físico y mecánicos del concreto.

Muestra

Se representa por un grupo de toda la población teniendo características que las variables en estudio. Tomar en consideración que no todas las investigaciones, cuentan con la muestra. (Hernández y Fernández 2010, p.217). según lo anterior podemos decir que la muestra es una parte de la población en la que recaen los ensayos predeterminados para poder aportar una solución al problema de nuestra investigación.

La investigación contara 45 unidades de ensayos para la muestra, de los cuales 9 unidades de ensayo son para permeabilidad y 36 unidades de ensayo de compresión con caolín en porcentajes de 1% y 2% del peso total del concreto.

Muestreo

El investigador elige las opciones para determinar los elementos que se integraran a la muestra, lo cual nos da la opción de elegir el método con el que se recolectara los datos para continuar con la investigación. (Mohammad 2013, p.78)

la investigación se desarrollará con un muestreo no probabilístico puesto que los ensayos realizados en la investigación son por conveniencia del autor para la recolección de datos.

Unidad de análisis

Suelen tener características con tendencia similar las cuales se encuentran en un grupo pudiendo ser estos objetos, personas, fenómenos que se puedan medir para el desarrollo de la investigación. (Heinemann, 2003, p.150)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La forma correcta de recopilación de información o datos consiste en adquirir cierta información de aquellas variables que forman parte de la investigación, donde los resultados son el principio para nuestro análisis que en conjunto con las hipótesis y variables forman parte de la estructura cuantitativa. (Hernández y Fernández, 2010, p. 226)

En la investigación se recurrió a diferentes fuentes de bibliográficas nacionales e internacionales en relación al tema de estudio que nos permite adquirir conocimientos que forman la base de la investigación. Además, en la investigación que se realizará se aplicará el procedimiento de la técnica de observación experimental. Puesto que, en la investigación contamos con varias hipótesis que una vez que obtengamos los resultados se obtendrá una afirmación o una contradicción de estas.

Instrumentos de recolección de datos

Son empleadas para su correcto almacenamiento de información y/o resultado recolectados en cada uno de los ensayos propuestos por el investigador. Para cada una de las variables en estudio están determinados ciertos instrumentos (Valderrama, 2013, p.195).

Los instrumentos de recolección son elaborados por los propios autores para poder adecuarse a los valores adquiridos mediante los distintos ensayos ejecutados en el laboratorio para la investigación.

3.5. Validez y confiabilidad de las técnicas e instrumentos

Validez

En esta etapa, un instrumento determinado permite medir la variable de estudio para conseguir resultados confiables en la investigación. En ella encontramos la eficacia del instrumento para predecir un suceso de importancia para el investigador (Salman y Ayllón 2003, p. 130).

En la investigación para determinar la validez nos apoyamos de tres normas: la primera es la NTP 339.034 para el ensayo del slump, el ensayo de penetración de agua bajo presión la cual está estipulada en UNE12390-8-2009 norma española y

por último NTP 339.034 determina las resistencias a compresión en las probetas cilíndricas, como también podemos señalar que el laboratorio donde se desarrollara los ensayos cuenta con certificación ISO 9001.

Confiabilidad

Se atribuye gran porcentaje de semejanza entre los resultados obtenidos dado que en casos reales se aplican muchas veces lo que nos permite resultados con un alto grado de confiabilidad. (Silva y Brain, 2011, p.36)

La investigación se validará de acuerdo a los certificados del laboratorio donde se realizan los ensayos dado que cuenta con certificación ISO 9001. Además, los equipos cuentan con certificado de calibración otorgados por el INACAL.

3.6. Procedimiento

Según castro, parra y Arango (2020): para obtener los objetivos establecidos se debemos ejecutar los correctamente los procedimientos científicos de la investigación.

La muestra establecida será de 54 unidades de análisis de los cuales 18 unidades de análisis son del concreto patrón, 36 unidades de análisis con adición de caolín con un 1% y 2% del peso del concreto.

Etapas I

- Está basada principalmente en la revisión de fuentes bibliográficas nacionales y/o internacionales para la adquisición de conocimiento del tema de investigación.
- Se indago diversos laboratorios donde se realizará todos los ensayos propuestos.
- Se definió la obtención el caolín.
- Se definió la cantera donde se realizará la extracción de los agregados.
- Se realizó un correcto traslado de los agregados al laboratorio.
- Se definió los ensayos a realizar en el laboratorio.

Etapa II

- Se hizo la adquisición del caolín a través de la empresa PRODUCTOS INDUSTRIALES PERU.
- De la cantera roncadora se hizo la extracción de los agregado fino y grueso y su correcto traslado al laboratorio.

Etapa III:

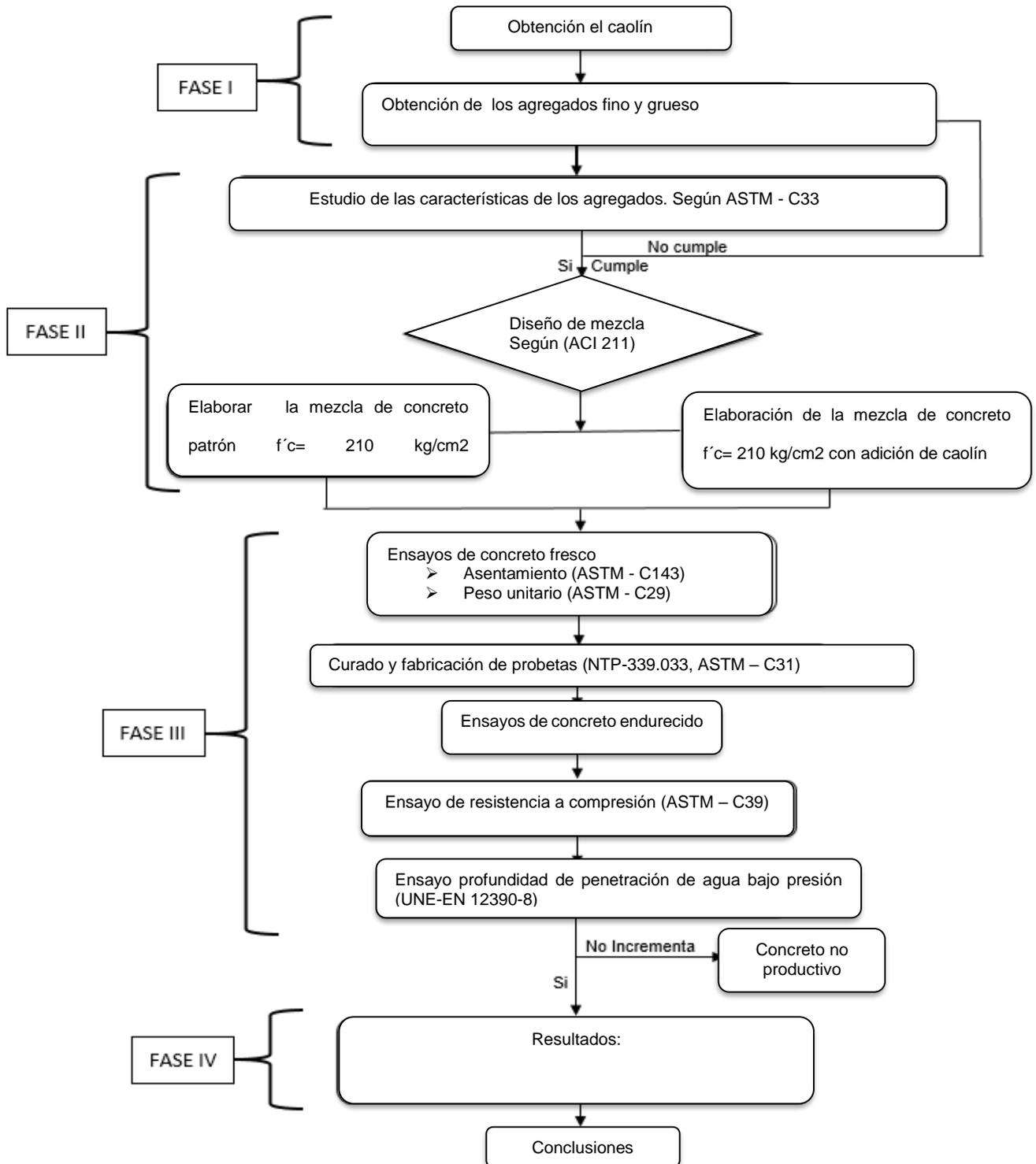
En el laboratorio se realizó los diversos ensayos:

- Se realizó el análisis granulométrico a los a una muestra de los materiales adquiridos en la cantera. Según NTP 400.012.
- Se ejecutó correctamente el diseño de mezcla patrón, diseño de mezcla + 1% de caolín y diseño de mezcla + 2% de caolín. Acatando la norma ACI 211.
- Se realizó ensayos del cono de Abrams para la obtención del slump. Según NTP 339.035.
- Se obtuvo el peso unitario de cada una de los diseños de concreto propuestos, así como también el contenido de aire en cada diseño de mezcla. Según NTP 334.069.
- Se realizó el correcto curado de las probetas. Según NTP 334.069.
- Se realizó el ensayo de resistencia a compresión de los 7, 14 y 28 días y luego pasamos a su análisis. Según NTP -339.033.
- Se realizó un análisis de profundidad de agua a presión. Estipulada en la norma española UNE-EN 12390-8.

Etapa IV:

- En esta etapa, se ha realizado ensayos en el laboratorio obtuvimos datos de suma importancia para poder continuar con nuestra investigación y poder reflejarlos en los resultados, pudiendo realizar de manera correcta las conclusión y recomendación.

Diagrama de flujo:



Fuente: elaboración propia

IV. RESULTADOS

Cada uno de los ensayos físicos que se realizan están debidamente normados: El análisis granulométrico por ASTM C136, para el agregado grueso se utilizó el ASTM C-127 y con ello obtenemos el peso específico y para el agregado fino por ASTM C-128 se obtiene su peso específico.

4.1 Análisis de los agregados

4.1.1 Ensayo de Contenido de Humedad

Para llevar a cabo el proceso debemos seguir estrictamente lo estipulado en: ASTM D2216 Y NTP 339.127. La cual consiste en trabajar con dos muestras, para poder realizar el pesaje en los recipientes con su respectiva numeración o codificación de los agregados en este caso el fino y grueso. La muestra analizada estuvo en el horno a 105 C° +/- 5°C durante 18 horas como mínimo y 24 horas como máximo. Para el valor del contenido de humedad se requieren los datos que se obtuvieron en el laboratorio y que se presentan en la tabla 08 y tabla 9.

Tabla 08: Contenido de Humedad del Agregado Fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO ASTM-C 566-19		Muestra N°	Muestra N°	
		1	2	
A	Peso del agregado en estado natural (gr)	630.97	656.1	
B	Peso del recipiente (gr)	228.5	228.5	
C	Peso del agregado natural + Peso del recipiente (gr)	859.47	884.6	
D	Peso del agregado seco ensayado (gr)	608.45	631.5	
E	Peso del agregado seco + Peso del recipiente (gr)	836.95	860	Promedio
F	Contenido de Humedad ((A-D) /D) *100 %	3.7	3.9	3.8.

Fuente: elaboración propia

Estos datos son recolectados en el laboratorio y plasmado en la tabla anterior, se toman dos muestras como mínimo para analizarlos de lo cual sacamos un promedio y se obtiene 3.8%, pudiendo interpretar que este material en estado natural presenta esa cantidad de agua en su estado natural.

Tabla 9: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO ASTM-C 566-19		Muestra N°	Muestra N°	
		1	2	
A	Peso del agregado en estado natural (gr)	846.9	897.2	
B	Peso del recipiente (gr)	228.5	228.5	
C	Peso del agregado en estado natural + Peso del recipiente (gr)	1075.4	1125.7	
D	Peso del agregado seco ensayado (gr)	843.7	893.5	
E	Peso del agregado seco + Peso del recipiente (gr)	1072.2	1123	Promedio
F	Contenido de Humedad ((A-C) /C) *100 (%)	0.38	0.41	0.40

Fuente: elaboración propia

Estos datos son recolectados en el laboratorio y plasmado en la tabla anterior, se deduce que el valor promedio obtenido de las dos muestras analizadas del agregado grueso es de 0.4%, pudiendo interpretar que el agregado en estado natural presenta esa cantidad de agua.

4.1.2 Peso unitario de los agregados

Peso unitario del agregado fino

Para el inicio de este ensayo debemos conocer las unidades de medida. Además, debemos obtener el volumen del molde en la que se colocara el agregado fino. Para iniciar el llenado de la muestra analizada en el molde y con ello se obtiene el peso específico suelto al efectuar una división entre ambas. Una vez obtenida el peso unitario se procede a la obtención del peso unitario compactado lo cual consiste en un debido proceso de compactación como se establece en la NTP N° 400.017: primeramente, precisar el volumen del molde para luego colocar en 3 capas con 25 golpes en cada uno de ellas y finalmente llevarla a la balanza.

Tabla 10: Peso Unitario del Agregado Fino

PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29-17a		Suelto		Compactado	
		M1	M2	M1	M2
A	Peso del agregado (kg)	4.69	4.69	5.66	5.67
B	Volumen del recipiente (m3)	0.003		0.003	
C	Peso Unitario (A/B)	1563	1563	1887	1889
Promedio kg/m3		1563		1888	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10, se estipulan los resultados que se consiguieron del laboratorio de acuerdo al ensayo realizado para el agregado fino de lo cual se obtuvo el peso unitario suelto que es 1563 kg/m³ y peso unitario compactado cuyo valor es 1888 kg/ m³.

Peso unitario del agregado grueso

En esta actividad se realiza prácticamente siguiendo los mismos pasos que se hacen para el agregado fino. Debemos obtener el volumen del molde en la que se colocara el agregado. Para iniciar el llenado de la muestra analizada en el molde y con ello se obtiene el peso específico suelto al efectuar una división entre ambas. Una vez obtenida el peso unitario se procede a la obtención del peso unitario compactado lo cual consiste en un debido proceso de compactación como se establece en la NTP N° 400.017: primeramente, precisar el volumen del molde para luego colocar en 3 capas con 25 golpes en cada uno de ellas y finalmente realizar la toma de dato del peso.

Tabla 11: Peso Unitario del Agregado Grueso

Descripción		Suelto		Compactado	
		M1	M2	M1	M2
A	Peso del agregado (kg)	10.49	10.55	11.69	11.7
B	Vol. del recipiente (m3)	0.00703		0.00703	
C	Peso unitario (A/B)	1499	1501	1663	1665
Promedio kg/m3		1500		1664	

Fuente: elaboración propia

4.1.3 Peso Específico y Absorción del agregado

Peso específico y absorción del agregado grueso

Del agregado grueso que es llevado al laboratorio se realiza un cuarteo hasta obtener la muestra con la que se está trabajando la cual es pesada. Además, se lava para eliminar todo tipo de impurezas para inmediatamente se deje sumergido durante 24 horas en una vasija. Después de todo este proceso se realiza un secado de manera superficial para inmediatamente realizar su respectivo pesaje. La muestra en estudio se llevará al horno durante 24 horas para la determinación de ciertos datos de suma importancia. Como se evidencia en siguiente tabla.

Tabla 12: Peso Específico y absorción del Agregado Grueso

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127-15		Muestra N°			
		1	2		
A	Peso de la muestra SSS a 105°C	1083.2	1179.2		
B	Peso de la muestra sumergida canastilla	1735.7	1881.1		
C	Peso de la muestra seco	1719.3	1842.5	Promedio	
D	Peso específico de masa seca g/cm ³	2.66	2.68	2.72	g/cm ³
E	Peso específico SSS g/cm ³	2.69	2.7	2.74	g/cm ³
F	Peso específico Aparente g/cm ³	2.81	2.78	2.79	g/cm ³
G	Absorción	.98	0.9	0.9	%

Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior, se realizó la toma de datos de la muestra analizada en condición totalmente seco que tiene un valor de 2.73 gr/cm³. De lo anterior, la absorción es el dato más útil para el inicio del diseño de mezcla y así poder determinar la cantidad de agua requerida en nuestro diseño.

Peso específico y absorción del agregado fino

Iniciamos con el cuarteo del agregado para tener una muestra lo más uniforme posible de los cuales se usa el pasante del tamiz N°4 para así obtener una muestra la cual se llevará al horno a 110°C +/- 5°C. Después que se saca del horno de la muestra analizada se divide en dos. inmediatamente después se lleva al molde para obtener la humedad, se introduce la muestra analizada en la fiola en pocas cantidades después agregamos cierta cantidad de agua y dejarlo reposar en baño

maría con el fin de reducir el aire contenido para luego dejarlo en el horno por 24 horas los cuales de muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13: Peso Específico y absorción del Agregado Fino

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO ASTM C127-15		Muestra N°			
		1	2		
A	Peso de la muestra SSS + peso del agua+ peso del balón +	985.7	986		
B	Peso de la muestra analizada SSS + peso del balón	671.9	672.2		
C	Peso del agua (W=A-B)	313.8	313.5		
D	Peso del agregado secado al horno +tara	666.6	666.7		
E	Peso del balón	173	173.1		
F	Peso del agregado secado al horno (A=D-E)	493.6	493.6		
G	Volumen del balón (v=500)	500	500	Promedio	
H	Peso específico de masa seca g/cm ³ [(H)/(C-F)]	2.66	2.65	2.66	g/cm ³
I	Peso específico SSS g/cm ³ [(C)/(C-F)]	2.69	2.88	2.785	g/cm ³
J	Peso específico Aparente g/cm ³ [(H)/(H-F)]	2.75	2.74	2.745	g/cm ³
K	Absorción [(C-H) /H] * 100	1.3	1.3	1.3	%

Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior, se realizó la toma de datos de la muestra analizada en condición totalmente seco que tiene un valor de 2.65 gr/cm³. De lo anterior, la absorción es el dato más útil para el inicio del diseño de mezcla y así poder determinar la cantidad de agua requerida en nuestro diseño.

4.1.4 Análisis granulométrico de los agregados

Análisis granulométrico del agregado fino

La muestra representativa fue extraída de la cantera de Roncadora. Primeramente, se homogeniza la muestra con el fin de que se lo mas uniforme posible. Seguidamente se realiza el cuarteo de la muestra representativa de la cual se obtuvo 865.40 gr.



Figura 3: Cuarteo y tamizado de agregado fino

Fuente: elaboración propia

El desarrollo de la granulométrica de la muestra representativa de realizo cumpliendo la norma técnica peruana (NTP) la cual consiste en la clasificación de los diversos tamaños que se encuentran en la muestra los cuales son retenidas en cada tamiz que contiene en tamizador y una vez cumplido el tiempo se realiza el pesaje retenido en cada tamiz. Ya que con estos valores obtenidos son importantes para el desarrollo de la siguiente tabla.

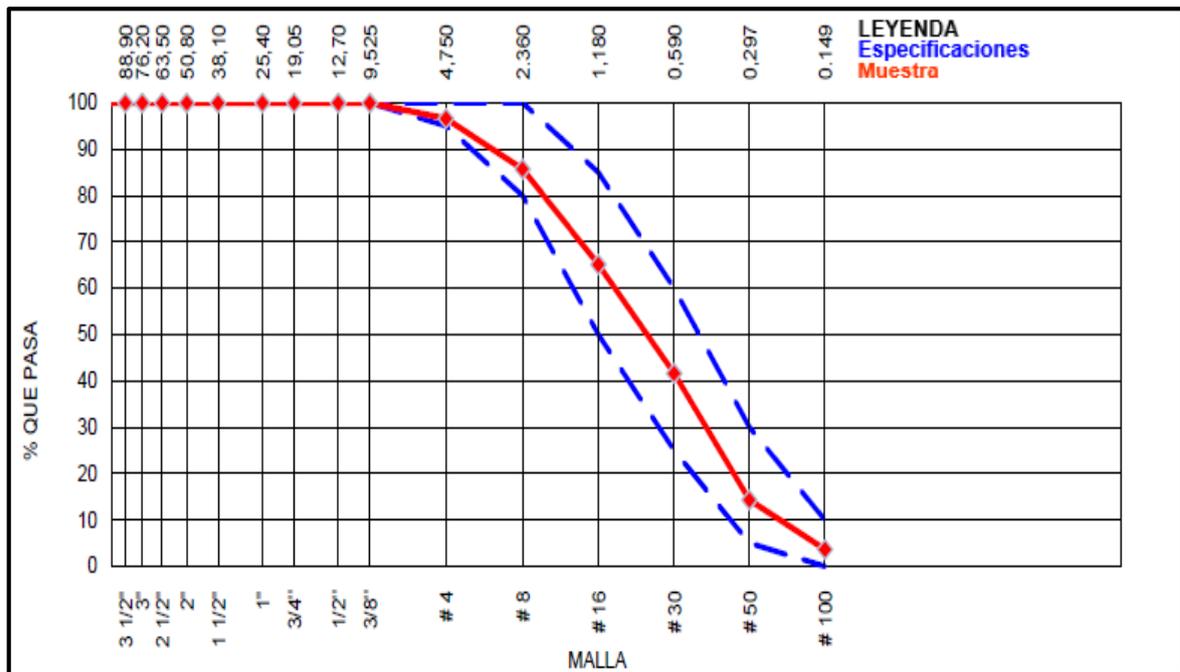
Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim. Sup"	ASTM "Lim. Inf"
1"	25.40 mm	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	-	-	100.00	100.00	100.00	100.00
#4	4.75 mm	29.42	3.4	3.40	96.60	100.00	95.00
#8	2.36 mm	94.33	10.90	14.30	85.70	100.00	80.00
#16	1.18 mm	177.41	20.50	34.80	65.20	85.00	50.00
#30	0.59 mm	203.37	23.50	58.40	41.60	60.00	25.00
#50	0.30 mm	236.25	27.30	85.70	14.30	30.00	5.00
#100	0.15 mm	92.6	10.70	96.30	3.70	10.00	0.00
Fondo		32.02	3.70	100.00	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Una vez completada la tabla anterior, nos centramos en el porcentaje retenido acumulado para determinar el módulo de fineza cuyo valor de la muestra analizada es de 2.93. Además, se determinó que el tamaño máximo nominal para esta muestra analizada viene a ser el n°4 la cual cumple con los lineamientos de para considerar a la muestra analizada con agregado fino.

Grafica 1: Curva Granulométrica del agregado fino



Fuente: elaboración propia

De la gráfica anterior, compuesto por dos líneas segmentadas y una línea continua. De los cuales las líneas segmentadas pertenecen al límite superior y al límite inferior respectivamente y la línea continua es la curva granulométrica generado por las cantidades del % retenido acumulado de la muestra. Con lo que se puede evidenciar que las cantidades retenidas se encuentran dentro de los límites cumpliendo con lo estipulado en el ASTM. Pudiendo determinar que la muestra representativa se encuentra apto para cualquier diseño de mezcla.

Análisis granulométrico del agregado grueso

La muestra en análisis fue extraída de la cantera de Roncadora. Al igual que para el agregado fino se inicia con la homogenización la muestra con el fin de que se lo mas uniforme posible. Seguidamente se realiza el cuarteo de la muestra representativa de la cual se obtuvo 13 700 gr.



Figura 5: Cuarteo y tamizado de agregado grueso

Fuente: elaboración propia

El desarrollo de la granulométrica del agregado grueso siguiendo los mismos pasos del agregado fino. la cual consistió en la clasificación de los diversos tamaños que se encuentran en la muestra los cuales son retenidas en cada tamiz que contiene en tamizador y una vez cumplido el tiempo se realiza el pesaje retenido en cada tamiz. Ya que con estos valores obtenidos se pasa al desarrollo de la siguiente tabla.

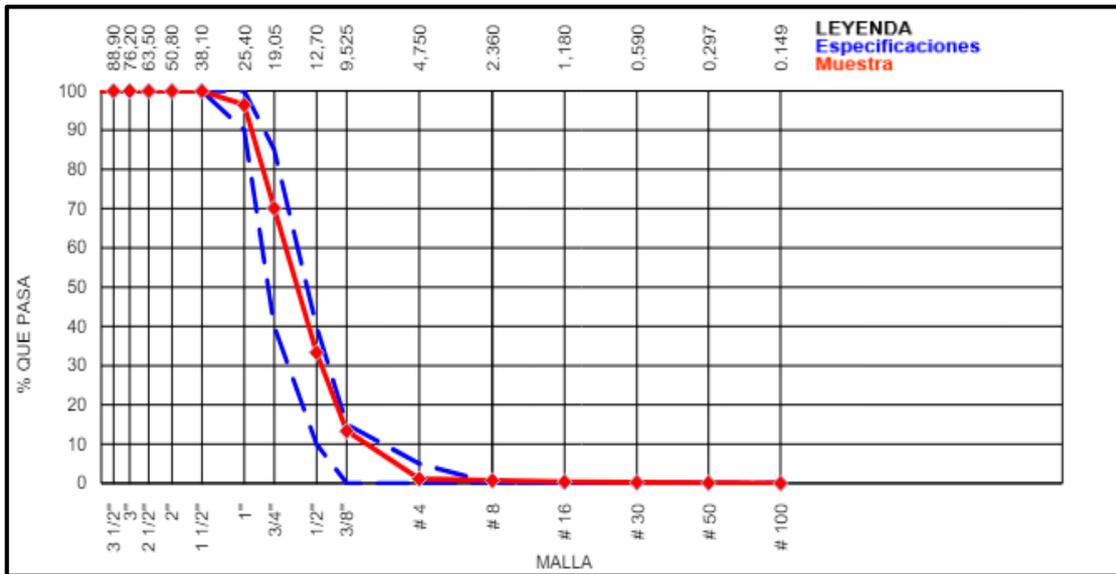
Tabla 15: Análisis granulométrico del agregado grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim. Sup"	ASTM "Lim. Inf"
1" 1/2"	38.10 mm	-	-	-	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	479.52	3.5	3.5	96.50	100.00	90.00
3/4"	19.05 mm	3603.25	26.30	29.80	70.20	85.00	40.00
1/2"	12.70 mm	5055.52	36.90	66.70	33.30	40.00	10.00
3/8"	9.53 mm	2740.12	20.0	86.70	13.30	15.00	0.00
#4	4.75 mm	1671.47	12.20	98.80	1.20	5.00	0.00
#8	2.36 mm	68.50	0.50	99.30	0.70	0.00	0.00
#16	1.18 mm	54.80	0.40	99.70	0.30	0.00	0.00
#30	0.59 mm	9.70	0.10	99.80	0.20	0.00	0.00
#50	0.30 mm	9.00	0.10	99.90	0.10	0.00	0.00
#100	0.15 mm	8.720	0.10	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo		2.50	0.00	100.00	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Una vez completada la tabla anterior, nos centramos en determinar el tamaño máximo nominal de que es de 1". Ya que este dato es de suma importancia para realizar el diseño de mezcla. Además, con esos valores del % acumulado que pasa se podrá elaborar correctamente la curva granulométrica como se muestra a continuación.

Grafica 2: Curva Granulométrica del agregado grueso



Fuente: elaboración propia

La grafica 2, consta de dos líneas segmentadas y una línea continua. De los cuales las líneas segmentadas pertenecen al límite superior y al límite inferior y la línea continua es la curva granulométrica de la muestra la cual se encuentra dentro de los límites cumpliendo con lo estipulado en la NTP 400.037. Asumiendo que el elemento se encuentra apto para un buen diseño de mezcla.

4.2 Diseño de Concreto

Para un correcto diseño de concreto debemos tener en cuenta la calidad de los materiales que se van a usar y un control estricto de las cantidades de cada elemento para la obtención de un concreto con las características requeridas en la investigación.

La elaboración de las probetas parte de una dosificación correcta y una preparación adecuada cumpliendo con el ACI 211. Luego están son desmoldadas y se realiza el curado de concreto para posteriormente se ejecuten los ensayos propuestos en

la investigación. Los datos obtenidos en laboratorio mediante procesos ejecutados tanto en el agregado grueso y el agregado fino son representados en la tabla 16 ya que con ellos iniciara el diseño del concreto para la investigación. Además, de las características del elemento de adición como es el caolín.



Figura 7: Etapas para la obtención del concreto

Fuente: elaboración propia

Tabla 16: Características de los materiales o agregados

Propiedades y/o características físicas	Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza	2.92	-
Tamaño máximo nominal	-	1"
Perfil	-	angular
Peso específico	2.65 gr/cm ³ .	2.7 gr/cm ³ .
Peso unitario suelto (PUS)	1563 gr/cm ³ .	1500 gr/cm ³ .
Peso unitario Compactado (PUC)	1888 gr/cm ³ .	1664 gr/cm ³ .
% Humedad (W)	3.80%	0.40%
absorción (%)	1.30%	0.9%

Fuente: elaboración propia

Estas son características de los agregados con los que se cuentan para el desarrollo diseño de mezcla. Los cuales fueron obtenidos mediante ciertos procesos, ensayos y análisis en la toma de datos.

Tabla 17: Características del cemento, Agua y Caolín

Descripción	Tipo	Tamaño	Peso Específico (kg/m ³)
Cemento Sol	Portland I	-	3150
Agua	Potable	-	1000
caolín	-	75 (um)	2650

Fuente: elaboración propia

De las tablas 16 y 17, encontramos el resumen de las características de los elementos con los cuales se iniciará el desarrollo el diseño del concreto patrón y seguidamente características de los demás elementos que conformaran el concreto a producir para el desarrollo de la investigación.

Tabla 18: Diseño del Concreto Patrón

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
CEMENTO SOL TIPO I, AGUA POTABLE, CANTERA RONCADORA		
A)	VALORES DE DISEÑO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	
	Resistencia a la Compresión Requerida	$f'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	4 "
	factor cemento	8.7
	Relación Agua -Cemento	0.59
	Contenido de aire	1.3
B)	ANALISIS DE DISEÑO	
	Vol. Abs. Del cemento	0.12
	Vol. Abs. Del agua	0.193
	Vol. Abs. Del aire	0.013
	FACTOR CEMENTO	
	Vol. Abs. Del agregado fino	0.307
	Vol. Abs. Del agregado grueso	0.367
C)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (SECO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	220 l/m^3
	Agregado Fino	826 kg/m^3
	Agregado Grueso	915 kg/m^3
	Peso Total	2331 kg/m^3
D)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (HUMEDO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	203 l/m^3
	Agregado Fino	857 kg/m^3
	Agregado Grueso	918 kg/m^3
	Peso Total	2349 kg/m^3
E)	PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (kg/bolsa)	
	Cemento	1
	Agua	23 (lt)
	Agregado Fino	2.32
	Agregado Grueso	2.48
F)	PROPORCIONES EN VOLUMEN CORREGIDO ($\text{p}3$)	
	Cemento	1
	Agua	23 (lt)
	Agregado Fino	2.07
	Agregado Grueso	2.47

Fuente: elaboración propia

Tabla 19: Diseño del Concreto con el 1% de caolín

DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2 + 1\% \text{ DE CAOLIN}$		
CEMENTO SOL TIPO I, AGUA POTABLE, CANTERA RONCADORA		
A)	VALORES DE DISEÑO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	
	Resistencia a la Compresión Requerida	$f'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	2.5 "
	factor cemento	8.7
	Relación Agua -Cemento	0.59
	Contenido de aire	1.2
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO	
	Vol. Abs. Del cemento	0.12
	Vol. Abs. Del agua	0.193
	Vol. Abs. Del aire	0.013
	FACTOR CEMENTO	
	Vol. Abs. Del agregado fino	0.307
	Vol. Abs. Del agregado grueso	0.367
C)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (SECO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	220 l/m^3
	Agregado Fino	814 kg/m^3
	Agregado Grueso	902 kg/m^3
	Caolín	23.5 kg/m^3
	Peso Total	2330 kg/m^3
D)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (HUMEDO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	203 l/m^3
	Agregado Fino	845 kg/m^3
	Agregado Grueso	906 kg/m^3
	Caolín	23.5 kg/m^3
	Peso Total	2348 kg/m^3
E)	PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (kg)	
	Cemento	1
	Agregado Fino	2.28
	Agregado Grueso	2.45
	caolín	0.05
	Agua	23 (lt)
F)	PROPORCIONES EN VOLUMEN CORREGIDO (p^3)	
	Cemento	1
	Agregado Fino	2.05
	Agregado Grueso	2.44
	caolín	2.7 (kg)
	Agua	23 (lt)

Fuente: elaboración propia

Tabla 20: Diseño del Concreto con el 2% de caolín

DISEÑO DE MEZCLA $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2 + 2\% \text{ DE CAOLIN}$		
CEMENTO SOL TIPO I, AGUA POTABLE, CANTERA RONCADORA		
A)	VALORES DE DISEÑO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$	
	Resistencia a la Compresión Requerida	$f'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	1.5 "
	factor cemento	8.7
	Relación Agua -Cemento	0.59
	Contenido de aire	1.0
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO	
	Vol. Abs. Del cemento	0.12
	Vol. Abs. Del agua	0.193
	Vol. Abs. Del aire	0.013
	FACTOR CEMENTO	
	Vol. Abs. Del agregado fino	0.307
	Vol. Abs. Del agregado grueso	0.367
C)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (SECO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	220 l/m^3
	Agregado Fino	803 kg/m^3
	Agregado Grueso	889 kg/m^3
	Caolín	46.9 kg/m^3
	Peso Total	2329 kg/m^3
D)	PROPORCIONES DE MATERIALES POR m^3 (HUMEDO)	
	Cemento	370 kg/m^3
	Agua	204 l/m^3
	Agregado Fino	833 kg/m^3
	Agregado Grueso	893 kg/m^3
	Caolín	46.9 kg/m^3
	Peso Total	2347 kg/m^3
E)	PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (kg/bolsa)	
	Cemento	1
	Agregado Fino	2.25
	Agregado Grueso	2.41
	caolín	0.11
	Agua	23 (lt)
F)	PROPORCIONES EN VOLUMEN CORREGIDO (p^3)	
	Cemento	1
	Agregado Fino	2.02
	Agregado Grueso	2.40
	caolín	5.4 (kg)
	Agua	23 (lt)

Fuente: elaboración propia

4.3 Diseño de Concreto en función a sus pesos

Una vez realizado el diseño base cumpliendo con todos los lineamientos de ACI 211, seguidamente se procede con la obtención de los diseños propuestos con la adición de caolín en 1% y 2% con respecto al peso del concreto de nuestra realizada.

Tabla 21: Proporción en peso de los componentes del concreto por m³

CONCRETO PARA 1 m ³					
Diseño de concreto	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg/m ³)	Agregado grueso (kg/m ³)	Agua (l/m ³)	Caolín (kg/m ³)
Concreto Patrón	380	843	930	212	-
C. P + 1 % de caolín	380	843	930	212	21.9
C. P. + 2 % de caolín	380	843	930	212	43.8

Fuente: elaboración propia

Realizando un correcto procedimiento en los diseños se obtienen las proporciones en peso de los respectivos diseños los cuales se muestra en la tabla 21. Tomando en consideración que cada uno de estos pesos son para cada metro cubico que se desea realizar.

Tabla 22: Proporción para las probetas que ensayamos

PROPORCIONES DE MATERIALES PARA LAS PROBETAS A ENSAYAR					
Diseño de concreto	Cemento	Agregado Fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua (l)	Caolín (Kg)
Concreto Patrón	16.4	32.94	35.2	11.2	-
C. P + 1 % de caolín	16.4	32.94	35.2	11.2	1.04
C. P. + 2 % de caolín	16.4	32.94	35.2	11.2	2.08

Fuente: elaboración propia

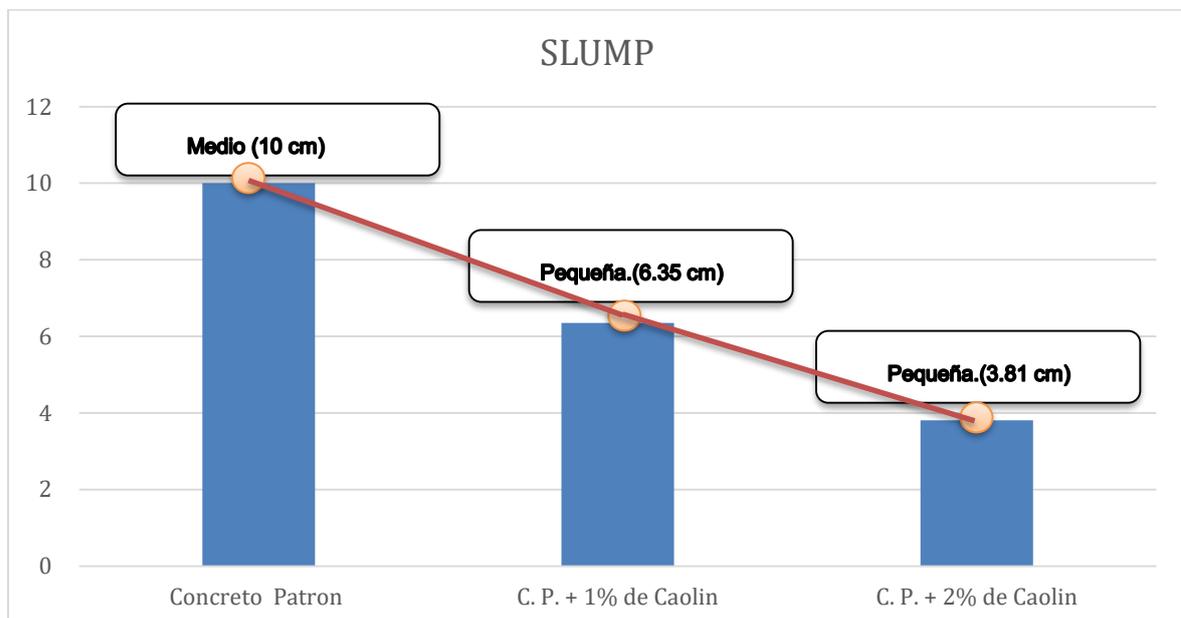
Las proporciones que se fueron tomadas en cuenta para la fabricación de las probetas para cada diseño se muestran en a la tabla 22. Puesto que, con ello se obtuvo la cantidad de materiales para las 45 muestras a analizar y 2 probetas adicionales considerando el desperdicio correspondiente.

4.4 Ensayos al Concreto

4.4.1 Ensayo de Cono de Abrams

Este proceso nos permitió conocer el asentamiento ya que ello sirve para poder conocer la consistencia y la trabajabilidad del concreto que se produce en cada uno de los diseños propuestos que se ensayan. Para el desarrollo de este proceso el cual consiste en que el concreto se está analizando en estado fresco verterlo en el cono de abrams hasta un tercio del total para inmediatamente con una varilla lisa introducir 25 veces, de la misma manera verter concreto hasta los 2/3 partes del total y volver a introducir 25 veces y así llenar el total del cono para luego introducir otras 25 veces finales. Luego, retiramos el cono de abrams de manera vertical y luego invertir el como para proceder a medir el asentamiento que se genera en cada una de los diseños realizados.

Grafica 3: Curva de slump



Fuente: elaboración propia

La figura anterior, representa los respectivos asentamientos de cada diseño realizada cumpliendo con los establecido en la ASTM C143. En esta grafica se lora evidenciar que existe una relación inversa entre la adición de caolín y el asentamiento. De lo expuesto anteriormente, esto se debido al tamaño de las

partículas del caolín que termina ocupando los espacios que se encuentran en el concreto.



Figura 9: Slump de cada diseño realizado

Fuente: elaboración propia

4.4.2 Peso Unitario

Este ensayo nos permite conocer peso unitario para los cuales se debe conocer el volumen y peso del molde a utilizar. En este proceso, el concreto que se está analizando en estado fresco se colocó en un molde hasta un tercio del total para inmediatamente darle 25 golpes por el contorno del molde con una comba de goma, de la misma manera verter concreto hasta los 2/3 partes del total y volver a generar 25 golpes nuevamente, así llenar el total del molde para luego golpear 25 veces finales e inmediatamente enrasarlo. Luego, llevamos el modo con todo el concreto y lo pesamos en una balanza calibrada.

Tabla 23: Peso unitario del concreto fresco

PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO C 318/ NTP 339 046				
Muestra	Diseño de concreto	Peso del concreto sin molde (kg)	volumen (m ³)	Peso unitario (kg/m ³)
12	Concreto Patrón	19.05	0.0071	2467
12	C. P. + 1% de caolín	19.01	0.0071	2465
12	C. P. + 2% de caolín	18.98	0.0071	2463

Fuente: elaboración propia

De la anterior tabla, se puede evidenciar que para obtener el peso unitario de cada muestra diseñada necesitamos la toma de datos del molde y el peso del concreto que ocupa dicho molde del concreto empleando el peso del concreto entre el volumen que tiene el molde. Además, podemos notar que la relación existente entre la adición de caolín y peso específico es inversamente proporcional. Ya que, a medida que se adiciona caolín el peso del concreto disminuye.

4.4.3 Curado de probetas

Para la investigación, las probetas realizadas estarán debidamente codificadas para tener un seguimiento correcto sobre las edades de las muestras para realizar el ensayo de roturas de probetas. Lo cual significa que cada periodo se irá extrayendo de la posa de curado a 7, 14 y 28 días los cuales serán el tiempo de curado que inicia el día siguiente a la preparación del concreto e inmediatamente después del desmoldar.



Figura 10: Curado de probetas

Fuente: elaboración propia

4.4.4 Resistencia a la compresión

El inicio para el desarrollo de este ensayo, se localiza los especímenes que cumplan los 7 días de edad con su correcto curado de cada uno de los diseños realizados. De ello, se recolecta información del diámetro y altura de cada una de las probetas y así poder obtener el área de la misma. Una vez realizada la toma de datos de todas las muestras pasamos a colocar los especímenes en la prensa hidráulica para su respectiva rotura. De ello, se determinará el tipo de falla y la fuerza a la cual fue sometida dicha probeta. Una vez obtenida la fuerza a la cual

fue sometida y el área de cada probeta podremos la resistencia de cada una realizando el ensayo a compresión.

Tabla 24: Ensayo de Resistencia a Compresión a 7 días

IDENTIFICACION	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	ALTURA (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PROMEDIO
PROBETAS DEL PATRON	23/04/2024	30/04/2024	7	100	7854	200	129	16.42	167	169
				100	7854	199	131	16.68	170	
				100	7854	200	129	16.42	167	
				99	7698	200	130	16.89	172	
PROBETAS CON 1% DE CAOLIN	23/04/2024	30/04/2024	7	99	7698	199	138	17.93	183	177
				99	7698	199	134	17.41	177	
				100	7854	200	137	17.44	178	
				100	8117	201	132	16.81	171	
PROBETAS CON 2% DE CAOLIN	23/04/2024	30/04/2024	7	101	8012	200	141	17.6	179	181
				99	7698	200	139	18.06	184	
				99	7698	200	139	18.06	184	
				100	7854	201	137	17.44	178	

Fuente: elaboración propia

De la tabla 24, evidencian resultados a 7 días de curado de cada una de los diseños de mezcla realizada en la investigación lo cual nos permite obtener una resistencia aproximada del 65% -70% del diseño requerido según ACI 211. Pudiendo verificar que los resultados se encuentran dentro de lo establecido. además, que la adición del caolín en 1% y 2% aumenta la resistencia en compresión a 4.7% y 7.1% respectivamente en comparación al diseño patrón.

Tabla 25: Ensayo de resistencia a compresión a 14 días

IDENTIFICACION	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	ALTURA (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PROMEDIO
PROBETAS DEL PATRON	23/04/2024	7/05/2024	14	99	7698	201	154	20.0	204	200
				101	8012	201	154	19.2	196	
				102	8117	200	157	19.3	197	
				100	7854	201	156	19.9	202	
PROBETAS CON 1% DE CAOLIN	23/04/2024	7/05/2024	14	101	8012	203	167	20.8	212	207
				103	8332	202	163	19.6	199	
				102	8117	202	165	20.3	207	
				102	8117	202	168	20.7	211	
PROBETAS CON 2% DE CAOLIN	23/04/2024	7/05/2024	14	102	8171	201	167	20.4	208	216
				101	8012	200	169	21.1	215	
				99	7698	200	165	21.4	218	
				100	7854	201	171	21.8	222	

Fuente: elaboración propia

De la tabla 25, se evidencian resultados a 14 días de curado de cada una de los diseños de mezcla realizada en la investigación lo cual nos permite obtener una resistencia aproximada del 90% del diseño requerido según ACI 211. Pudiendo verificar que los resultados se encuentran dentro de lo establecido. Además, que la adición del caolín en 1% y 2% en la resistencia en compresión genera un aumento significativo de 3.5% y 8% respectivamente en comparación al diseño patrón.

Tabla 26: Ensayo de resistencia a compresión a 28 días

IDENTIFICACION	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	ALTURA (mm)	CARGA MAXIMA (KN)	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PROMEDIO
PROBETAS DEL PATRON	23/04/2024	21/05/2024	28	101	8012	202	173	21.6	220	226
				101	8012	202	180	22.5	229	
				101	8012	201	177	22.1	225	
				99	7698	201	175	22.7	232	
PROBETAS CON 1% DE CAOLIN	23/04/2024	21/05/2024	28	102	8117	201	186	22.9	234	237
				99	7698	200	180	23.4	238	
				102	8117	200	187	23.0	235	
				99	7698	201	183	23.8	242	
PROBETAS CON 2% DE CAOLIN	23/04/2024	21/05/2024	28	101	8012	203	196	24.5	249	246
				102	8117	202	199	24.5	250	
				101	8012	202	193	24.1	245	
				102	8117	202	191	23.5	240	

Fuente: elaboración propia

De la tabla 26, evidenciamos resultados a 28 días de curado de cada una de los diseños de mezcla realizada en la investigación lo cual nos permite obtener una resistencia aproximada al 100% del diseño requerido según ACI 211. Pudiendo verificar que los resultados se encuentran dentro de lo establecido. Además, que la adición del caolín en 1% y 2% en la resistencia en compresión genera un incremento del 4.8% y 8.8% respectivamente en comparación al diseño patrón.

4.4.5 Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión

Una vez cumplido los 28 días de curado, los especímenes son llevados al horno hasta lograr secarlo correctamente y de forma inmediata se realiza una perfilado de superficie de tal manera que no tenga desperfectos la cara que va ser colocada en el equipo y así pueda aplicarse la presión de agua de manera satisfactoria.



Figura 11: Toma de datos y Perfilado de muestra

Fuente: elaboración propia

Continuamos con la obtención de toma de datos de cada uno de los especímenes tales como: diámetro y altura. Además, de verificar que no tenga ningún desperfecto el espécimen. Los cuales se indican en la siguiente tabla de la toma de datos.

Tabla 27: Datos de los especímenes para ensayo de permeabilidad

IDENTIFICACION	MUESTRA	DIAMETRO (mm)	Altura (mm)	OBSERVACIONES
PROBETAS DEL PATRON	M-1	150	150	-
	M-2	150	150	-
	M-3	150	150	-
PROBETAS CON 1% DE CAOLIN	M-1	151	150	-
	M-2	152	150	-
	M-3	152	150	-
PROBETAS CON 2% DE CAOLIN	M-1	152	150	-
	M-2	151	150	-
	M-3	151	150	-

Fuente: elaboración propia

Para el inicio de ensayo se coloca correctamente las muestras en el equipo teniendo en cuenta que no se genere ninguna filtración. Puesto que, sería incorrecto el inicio del ensayo. Una vez verificado lo anterior se deja por 72 horas en el equipo aplicando en una presión constante de 500 +/- 50 kpa.



Figura 12: ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión

Fuente: elaboración propia

Transcurrido los días estipulados, pasamos al retiro de las muestras del equipo para realizar una corte de manera perpendicular al lado donde se aplicó el agua. De ello obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 28: Resultados de profundidad de agua bajo presión

IDENTIFICACION	MUESTRA	PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA (mm)	OBSERVACIONES
PROBETAS DEL PATRON	M-1	69	CONFORME
	M-2	68	CONFORME
	M-3	69	CONFORME
PROBETAS CON 1% DE CAOLIN	M-1	66	CONFORME
	M-2	64	CONFORME
	M-3	64	CONFORME
PROBETAS CON 2% DE CAOLIN	M-1	61	CONFORME
	M-2	61	CONFORME
	M-3	60	CONFORME

Fuente: elaboración propia

De la tabla 28, podemos evidenciar que a razón que incrementa el porcentaje de adición de caolín reduce la permeabilidad. Lo que significa que al adicionar un 2% de caolín al diseño patrón reduce su permeabilidad en 11.6% con respecto al diseño patrón. Lo que generaría resistencia a la humedad y/o infiltración de agua que este en contacto con este concreto asegurando su durabilidad a largo plazo.

CONSTATAION DE HIPOTESIS

Se recurre al estadístico ANOVA para la prueba de las hipótesis de los cuales obtenemos el valor P y la obtención de las medias. Cuyo fin es la validación de hipótesis evaluado en el Minitab.

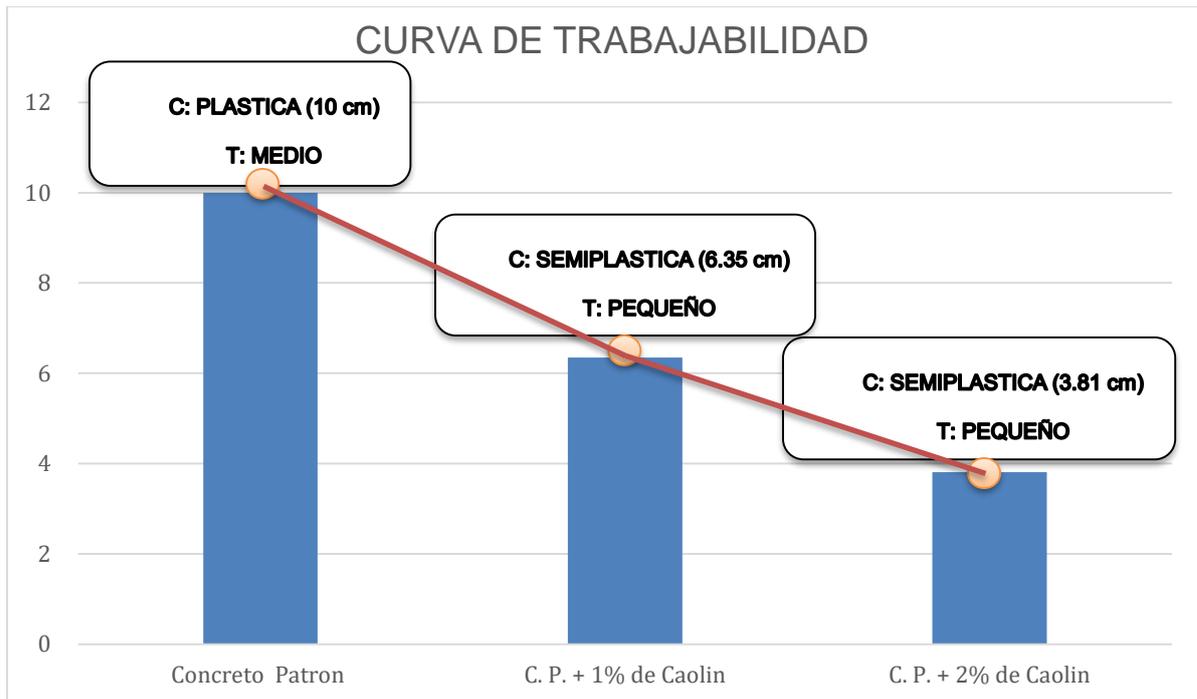
La obtención del valor P nos permite aceptar o rechazar de la hipótesis propuesta. Lo cual tiene dependencia del nivel de significancia.

- Si $P >$ Nivel de Significancia. Se acepta la H_0 .
- Si $P <$ Nivel de Significancia. Se rechaza la H_0 .

CONSTATAION DE HIPOTESIS (H1)

La obtención de slump en cada diseño nos permite conocer el grado de trabajabilidad y el tipo de consistencia que tiene el concreto. Así como se menciona en la tabla 1.

Grafica 4: Curva de Trabajabilidad



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 4, se muestran los datos obtenidos del slump. Puesto que, con ello se determina la trabajabilidad y la consistencia que tiene el concreto los cuales están avalados por los certificados del laboratorio donde nos indica la relación entre el caolín y el grado de trabajabilidad. En consecuencia, la **hipótesis específica 1** es aceptada.

CONSTATAACION DE HIPOTESIS (H2)

CONSTATAACION DE HIPOTESIS A 28 DIAS

Método

Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales

Para esta constatación tenemos los valores obtenidos del laboratorio en el ensayo realizado a compresión de los cuales son: diseño un concreto patrón, diseño de

concreto patrón + 1% de caolín y el diseño de concreto patrón + 2% de caolín. De lo anterior, se formula la siguiente hipótesis.

La incorporación de caolín mejorara de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Datos del factor

Factor	Niveles Valores	
PORCENTAJE DE ADICION	3	0.0; 1.0; 2.0

Desarrollo de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PORCENTAJE DE ADICION	2	763.2	381.58	18.90	0.001
Error	9	181.8	20.19		
Total	11	944.9			

Síntesis del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
4.49382	80.77%	76.49%	65.81%

Medias

PORCENTAJE DE ADICION	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0.0	4	226.50	5.20	(221.42; 231.58)
1.0	4	237.25	3.59	(232.17; 242.33)
2.0	4	246.00	4.55	(240.92; 251.08)

Desv.Est. agrupada = 4.49382

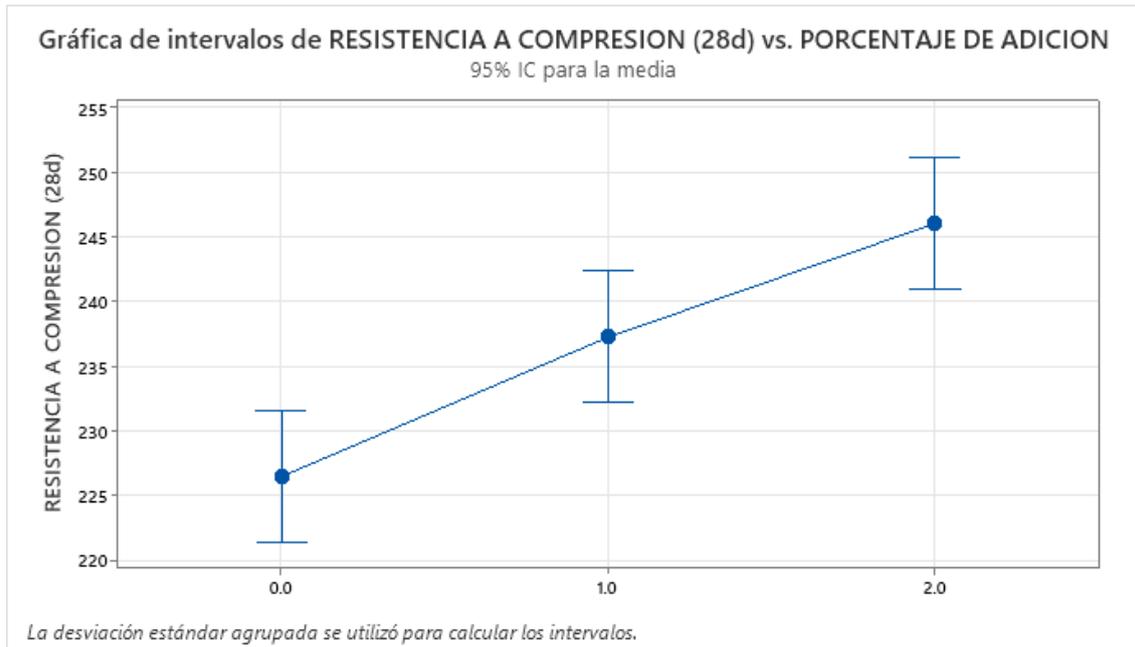
Tomando en cuenta el valor P podemos determinar si la hipótesis es aceptado o rechazada. Por otro lado, podemos considerar que si todas las medias son iguales se aceptara la hipótesis nula (H_0) para nuestra investigación.

La hipótesis nula es la negación de la hipótesis planteada en la investigación la cual es demostrada con los datos obtenidos para cada investigación.

Ho: La incorporación de caolín **no** mejorara de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

H1: La incorporación de caolín mejorara de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Grafica 5: Intervalos de resistencia a la compresión vs % de adición



Fuente: elaboración propia

De la figura 5, se visualiza que todas las medias difieren entre sí en cada uno de los porcentajes analizados y que el valor de p es de 0.001. Por otro lado, notamos que la media de cada porcentaje aumenta respecto a la prueba patrón. Se determina que la hipótesis propuesta en la investigación es aceptada para ambos métodos.

CONSTATAACION DE HIPOTESIS (H3)

Método

Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales

La obtención de los valores obtenidos es del laboratorio en el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión de los cuales, se realizó un diseño de mezcla para el concreto patrón, diseño de mezcla para el concreto patrón + 1% de adición de caolín y el diseño de mezcla del concreto patrón + 2% de adición de caolín. En la que se formula la siguiente hipótesis.

La incorporación del caolín al concreto reducirá la permeabilidad en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
PORCENTAJE DE ADICION	3	0.0; 1.0; 2.0

Desarrollo de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PORCENTAJE DE ADICION	2	96.000	48.0000	72.00	0.000
Error	6	4.000	0.6667		
Total	8	100.000			

Síntesis del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.816497	96.00%	94.67%	91.00%

Medias

PORCENTAJE DE ADICION	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0.0	3	68.667	0.577	(67.513; 69.820)
1.0	3	64.667	1.155	(63.513; 65.820)
2.0	3	60.667	0.577	(59.513; 61.820)

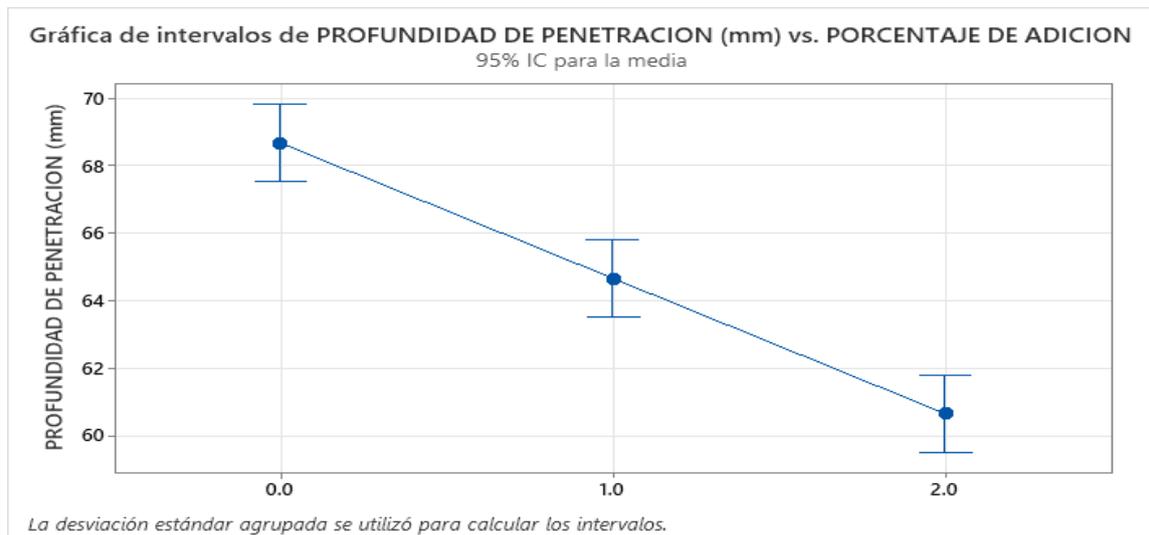
Desv.Est. agrupada = 0.816497

Tomando en cuenta el valor P podemos determinar si la hipótesis es aceptada o rechazada. Por otro lado, podemos considerar que si todas las medias son iguales se aceptaría la hipótesis nula (H_0).

H_0 : La incorporación del caolín al concreto **no** reducirá la permeabilidad en el concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

H_1 : La incorporación del caolín al concreto reducirá la permeabilidad en el concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

Grafica 6: Profundidad de penetración vs % de adición



Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se visualiza la reducción de la profundidad de penetración se reduce a razón que se incrementa el porcentaje de adición. Además, podemos evidenciar que las medias difieren entre sí y que el valor de p es menor al nivel de significancia. Se determina que la hipótesis propuesta en la investigación es aceptada. Concluyendo que la incorporación del caolín al concreto reducirá la permeabilidad en el concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

V. DISCUSIÓN

En los ensayos del cono de Abrams ejecutados en cada uno de nuestros diseños propuestos tales como el concreto patrón, concreto patrón con adición de 1% y concreto patrón con adición de 2% de caolín obtuvimos un decrecimiento en la trabajabilidad y consistencia en los diseños propuestos en nuestra investigación. Con lo mencionado anteriormente le sucedió a Pastrana et al (2019) determino que al adicionar polvo de residuo de concreto de 25 micras en concreto autocompactante el asentamiento disminuye a medida que el porcentaje de adición aumenta.

Considerando la adición de caolín en nuestro concreto patrón se observa que se genera resultados favorables con respecto a los valores obtenidos en la resistencia a la compresión donde la añadió el 1% de caolín y 2% de caolín a los 28 días de edad aumenta en 4,8% y 8.8% respectivamente. Lo mencionado anteriormente es corroborado por Pino y Cáceres (2021) determino que al adicionar el 6% de arcilla calcinada al concreto se generó una variación favorable en la resistencia a la compresión de un 4.53% con respecto a su diseño de mezcla patrón.

Tomando en cuenta los resultados arrojados en el ensayo de profundidad de agua bajo presión pudimos notar que gracias a la adición de 1% y 2% de caolín en el concreto la permeabilidad en dichas muestras se redujo considerablemente en un 5,8 % y 11,17 en relación a la cantidad adicionada de caolín, observando las muestras tuvimos una profundidad de penetración de agua 60 mm y según lo mencionado en la norma española UNE-EN 12390-8 (2020) nos dice que se denomina que un concreto es impermeable siempre y cuando no sobrepase la profundidad máxima considerada la cual es 50mm con respecto a esto podemos decir que si bien es cierto el caolín genera disminución de la permeabilidad aún no se puede considerar como concreto impermeable ya que debe ser menor e igual que la profundidad máxima admitida.

VI. CONCLUSION

1. Se concluyó que los efectos producidos en la trabajabilidad para el concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ de esta investigación se va reduciendo en cuanto la adición de adición aumenta. En nuestra investigación al adicionar el 2% de caolín siendo este el de mayor porcentaje de adición se evidencia que aún mantiene con una consistencia semiplástica y un grado de trabajabilidad pequeño lo cual sigue siendo óptimo para que se realice algún trabajo deseado.
2. En conclusión, podemos decir que la resistencia a la compresión aumenta de manera significativa al adicionar caolín con respecto al concreto patrón. Adquiriendo un valor promedio de $f'c= 246 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, lo cual se manifiesta como una mejora a la compresión de un 8.8% con respecto al diseño patrón en nuestra investigación.
3. Se concluyó que con los resultados obtenidos al adicionar del 2% reduce la permeabilidad del concreto en un 11.65 % con respecto al diseño patrón. ya que en este caso se obtuvo una profundidad de penetración media de 68.67mm y 60,67 mm respectivamente. Además, se puede decir que el diseño de concreto + 2% de caolín generan prácticamente los mismos beneficios a la permeabilidad que un diseño de concreto con aditivo impermeabilizante.
4. De acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación y los antecedentes en ensayos como durabilidad del concreto y eflorescencia. La adición de caolín genera beneficios al concreto en diversas propiedades a la vez tales como: durabilidad, resistencia la compresión, eflorescencia y permeabilidad del concreto

VII. RECOMENDACIÓN

Se recomienda realizar otras investigaciones de adición de caolín en el concreto incrementando el porcentaje de adición y aplicado en los diversos tipos de resistencias que se tiene en el Perú para poder evidenciar si es que también brinda mejoras.

También recomendamos que en futuras investigaciones de adición de caolín en el concreto realicen otros tipos de ensayos de laboratorio con el fin de brindar mayores aportes sobre este método de uso del caolín.

Por otro lado, también recomendamos a otros investigadores ya sean profesionales u personas que tengan la finalidad de emplear nuevos recursos para elaboración de un concreto con mejoras tomar en cuenta el material que se empleó en esta investigación ya que queda demostrado que el caolín es un producto viable en el concreto generándole cambios positivos en sus propiedades.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Trabajos de investigación

BALLONA, Isabel y BERROSPI, Carlos. Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://acortar.link/IXh5Sr>

BAUTISTA, Lilianna y B, Carlos. Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://acortar.link/IXh5Sr>

CAVERO, María. Influencia del porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz y la concentración del activador alcalino sobre la remoción de iones cromo de filtros geopoliméricos basados en metacaolín. Tesis (Titulo en Ingeniería de materiales). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/BI7vOA>

MARTINEZ, Francis. Caracterización física, química, mineralógica y morfológica de caolín nacional, para su aplicación en sistemas cementantes empleados en pozos petroleros. Tesis (Titulo en licenciada en Geoquímica). Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 2012.

Disponible en: <https://acortar.link/eYgk20>

PINO, Dorli y CACERES, Felipe. Adición de arcilla calcinada al concreto estructural para mejorar propiedades físicas del concreto f'c 280 y 350 kg/cm², en la provincia de Puno- 2021. Tesis (Título de ingeniero civil). Arequipa: Universidad continental, 2021.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12261>

SACHAN, Ajanta. Identification of the Microfabric of Kaolin Clay and its Impact on the Shear Strength Behavior. Tesis (Titulo en Ingeniería). Tennessee: Universidad de Tennessee, 2005.

Disponible en: <https://acortar.link/hVbMrM>

VALLADARES, Gladys. Efecto de arcilla blanca (caolín) como reemplazo de agregado fino en el concreto hidráulico. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/b9yJZO>

VELAZQUEZ, Gerson. Influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre asentamiento, compresión, absorción, densidad y porosidad del concreto, Trujillo 2021. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2021.

Disponible en: <https://acortar.link/2bUZFd>

Artículos Científicos

CASTILLO, Rances et al. Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de hormigones [en línea]. septiembre 2010[fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000100002>

ISBN: 0718-5073

DIAZ, Alejandra y RODRIGUEZ, Italo. Potencial, producción y comercio de las rocas y minerales industriales del Perú 1970-2017 [en línea]. Agosto 2018, [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/yWCSd2>

HERNANDEZ, Román et all. Kaolin Bleaching by Leaching Using Phosphoric Acid Solutions. [en línea]. Junio 2015, [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1745>

ISSN: 1870-249X

MORAÑO, Alfonso et all. El caolín y la arena sílicea como materiales de construcción [en línea]. diciembre 2011. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/CDDPoZ>

ROSSIGNLO, Joao y LORANDI Ismael. Efeito do metacaulim nas propriedades do concreto leve estrutural. [en línea]. Junio 2007, [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/XGS0dX>

ISSN: 1806-2563

SALAS, Andrés et al. Propiedades de ingeniería de concretos adicionados con ceniza de cascarilla de arroz y metacaolín colombianos [en línea]. Junio 2013[fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.25100/iyc.v15i2.2609>

TORRES, Jannetb, MEJIA, Rubí y DELVASTO, Silvio. Efecto del porcentaje de adición de metacaolín en las propiedades finales del concreto adicionado [en línea]. Marzo 2010[fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/pnhH2x>

ISSN: 0123-2126

CASTILLO, Rances y DÍAS, Adrian (2011) *Estudio de la adición de arcillas en la durabilidad de hormigones*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000100002>

Berriel, S y Domínguez, Rosa (2016) *Assessing the environmental and economic potential of Limestone Calcined Clay Cement in Cuba*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.125>

GEORGES, Antoni y ROSSEN, Jhon (2012) *Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2012.09.006>

SABIR, B y SALVAJE, Wild (2001) *Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete: a review*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00092-5)

YUPING, Lao y XIANG, Gao (2023) *Study on the efflorescence behavior of concrete by adding metakaolin*. [Fecha de consulta 13 de Mayo del 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.108396>

TIRONI, A y TREZZA, B (2012) *Incorporation of Calcined Clays in Mortars: Porous Structure and Compressive Strength*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2012.06.049>

CHANG, Quinglu y PANG, Hu (2023) *Preparation of amphoteric polycarboxylate superplasticizer at low temperature and its application in cement-calcined kaolin blended system*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140542>

TOLEDO, Alberto (2021) *Análisis comparativo de adobe modificado con caolín y adobe tradicional en el distrito de Pisuquia, Amazonas*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85768>

OBREGÓN, Miguel y OSORIO, Angel (2022) *Influence of Expanded Clay on Design of High Performance Lightweight Concrete Mix in Lircay Angaraes-Huancavelica District*". [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: [DOI:10.54943/ricci.v2i1.214](https://doi.org/10.54943/ricci.v2i1.214)

PASTRANA, Jhonny et al (2019) *Physico-mechanical properties of self-compacting concrete produced with concrete waste powder* [Fecha de consulta 15 de junio del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.2170>

libros:

SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJIA, Katia. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. Julio 2018, [Fecha de consulta: 11 de junio de 2023].

Disponible en: <https://cutt.ly/xweN8b7c>

ISBN: 978-612-47351-4-1

RODRIGUEZ, Ernesto. Metodología de la investigación [en línea]. agosto 2015, [Fecha de consulta 11 de junio de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/ekAfrt>

ISBN: 968-5748-66-7

ÑAUPAS, Humberto y MEJIA, Elías. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa [en línea]. abril 2014, [Fecha de consulta 11 de junio de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/57IXUY>

ISBN: 978-958-762-188-4

GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación [en línea]. Huancayo: Universidad Continental, Inc., 2017 [Fecha de consulta: 11 de junio de 2023].

Disponible en: <https://bit.ly/3vMVdlj>

ISBN: 978-612-4196

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica [en línea] septiembre 2013. [fecha de consulta: 16 de junio de 2023].⁴

Disponible en: <https://acortar.link/mBMly7>

ISBN: 968-18-5872-7

HERNANDEZ, Roberto y FERNANDEZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea] enero 2010. [fecha de consulta: 16 de junio 2023]

Disponible en: <https://acortar.link/puVNTs>

ISBN: 978-607-15-0291-9

SILVA, Rosario y BRAIN, Luisa. Valides y confiabilidad del estudio [en línea]. Octubre 2011[fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://bit.ws/EtN9>

ISBN: 970-32-3807-06

Norma

UNE (2020) ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión

Revista

YANGUATIN, H, TOBON, J y RAMIREZ, J. Reactividad puzolánica de arcillas caoliníticas, una revisión. [en línea]. agosto 2017, N° 2 [Fecha de consulta: 30 de abril de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/dg3Sj0>

ISSN: 0718-5073

ANEXO

Anexo N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c =210 kg/cm2, LIMA-2024.						
PROBLEMA Problema General:	OBJETIVOS Objetivo General:	HIPÓTESIS Hipótesis General:	VARIABLE INDICADORES			METODOLOGIA E INSTRUMENTOS
¿Qué efectos surgen en las propiedades físico - mecánicas debido a la adición de caolín al concreto f'c= 210kg/cm2?	Determinar los efectos que surgen en las propiedades físico - mecanicas debido a la adición de caolín al concreto f'c= 210kg/cm2.	La adición de caolín producirá efectos positivos en las propiedades físico - mecánicas del concreto f'c= 210kg/cm2.	Variable Independiente (x1): Influencia de la adición de caolín			TIPO DE INVESTIGACION: APLICADA
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	METODO DE INVESTIGACION: HIIPOTETICO-DEDUCTIVO
¿Cómo influye en la trabajabilidad la adición de caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2?	Determinar la influencia en la trabajabilidad la adición de caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2.	La adición de caolín disminuirá la trabajabilidad del concreto f'c =210 Kg/cm2	Dosificación	Proporciones de: 1% y 2%	Razón	ENFOQUE: CUANTITATIVO
¿Cuál es el impacto que se genera en la resistencia a la compresión al adicionar caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2?	Analizar el impacto que se genera en la resistencia a la compresión al adicionar caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2.	La incorporación del caolín mejorara de manera significativa la resistencia a compresión del concreto f'c= 210kg/cm2.	Variable dependiente (x2): propiedades físico - mecánicas del concreto f'c =210 kg/cm2.			DISEÑO DE INVESTIGACION: EXPERIMENTAL
¿Cómo influye en la permeabilidad la adición de caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2?	Analizar cómo influye en la permeabilidad la adición de caolín en el concreto f'c= 210kg/cm2.	La incorporación del caolín reducirá la permeabilidad del concreto f'c= 210kg/cm2.	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	NIVEL: CORRELACIONAL / EXPLICATIVO
			propiedades físicas	SLUMP	Razón	POBLACION: CONCRETO CON ADICION DE CAOLIN
			Propiedades mecánicas	RESISTENCIA A LA COMPRESION	Razón	MUESTRA: CONSTA DE 45 UNIDADES DE ANALISIS
				PERMEABILIDAD		MUESTREO: NO PROBABILISTICO (POR CONVENIENCIA)
						TECNICA: ENSAYOS DE LABORATORIOS, OBSERVACION, TABLAS SISTEMATICAS Y FICHAS

Anexo N°2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO:TITULO: Influencia de la adición de caolín en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, LIMA-2024.					
OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Influencia de la adición de caolín	El caolín es un material con amplia variedad de aplicaciones en diversas industrias, debido a que posee una serie de características propias a su naturaleza. Entre las principales está esencialmente su blancura, su inercia frente a agentes químicos, su inexistente toxicidad y el tamaño de partícula (Yuping y xiang, 2023).	Para la variable independiente influencia de la adición de caolín se realiza la evaluación mediante su dimensión (dosificación) y sus indicadores de (1% y 2%) de caolín de acuerdo al peso concreto patrón.	dosificación	1% de caolín 2% de caolín	Ficha técnica de laboratorio
Propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Depende netamente de la relación y la calidad de los elementos o materiales. Además, del control en cada uno de sus etapas los cuales se identifican mediante la observación y medición con instrumentos. (Yifan y Yutian, 2023)	Para la operacionalización de la variable dependiente propiedades físico - mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se toman en cuenta el estado del concreto fresco y endurecido, para así poder aplicar fichas técnicas y equipos de medición en laboratorio.	propiedades físicas	slump	Ficha técnica de laboratorio
			propiedades mecánicas	resistencia a permeabilidad	Ensayo de profundidad de agua bajo presión
				resistencia a compresión	Ensayo de resistencia a compresión

Anexo N° 3: REPORTE TURNITIN

Varillas Neyra Darwin Stalyn y Santana Zevallos Uriel

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	caelum.ucv.ve Fuente de Internet	<1%

Anexo N° 4: PANEL FOTOGRÁFICO

- ✓ Extracción de agregado grueso “CANTERA RONCADORA” (SANTA CLARA –ATE)



- ✓ Extracción de agregado fino (arena gruesa) “CANTERA RONCADORA” (SANTA CLARA –ATE)



- ✓ Contenido de humedad agrado grueso y agregado fino.



✓ Peso unitario del agregado grueso sin compactar.



✓ Peso unitario del agregado grueso compactado.



- ✓ Peso unitario del agregado fino sin compactar.



- ✓ Peso unitario del agregado fino compactado.



✓ Peso específico y absorción del agregado fino.



✓ Peso específico y absorción del agregado grueso.



✓ Cuarteo del agregado fino y agregado grueso.



- ✓ Colocado del agregado grueso y agregado fino en los tamices.



- ✓ Peso exacto de los agregados para el concreto patrón.



- ✓ Prueba de slump del concreto patrón.



- ✓ Peso unitario del concreto patrón compactado.



- ✓ Toma de temperatura y contenido de aire del concreto patrón.



- ✓ Caolín que se adicionara en 1% y 2% a la mezcla de concreto.



✓ Peso de los agregados para concreto con el 1% de caolín.



✓ Mezcla de los agregados con el 1% de caolín.



✓ Prueba de slump al concreto patrón más 1% de caolín.



- ✓ Peso unitario compactado del concreto patrón más 1% de caolín.



- ✓ Toma de temperatura y contenido de aire en el concreto patrón más 1% de caolín.



- ✓ Peso de los agregados para concreto patrón más 2% de caolín.



- ✓ 2% de caolín agregado al concreto.



- ✓ Prueba de slump en el concreto patrón más 2% de caolín.



- ✓ Toma de temperatura y peso unitario compactado del concreto patrón más 2% de caolín.



- ✓ Probetas llenadas con concreto patrón, concreto patrón más 1% de caolín y concreto patrón más 2% de caolín.



- ✓ Curado de probetas en el tanque de curado.



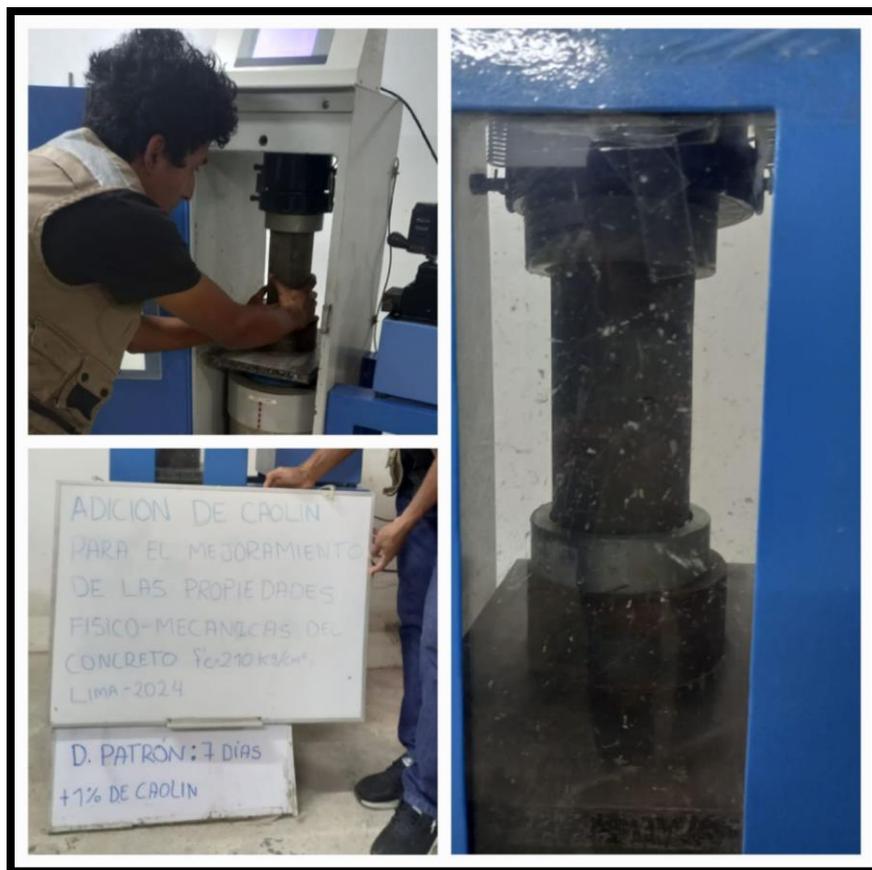
- ✓ Retirado de 12 probetas a los 7 días para el ensayo de compresión.



✓ Ensayo de compresión a los 7 días del concreto patrón



- ✓ Ensayo de compresión a los 7 días del concreto patrón + 1% de caolín



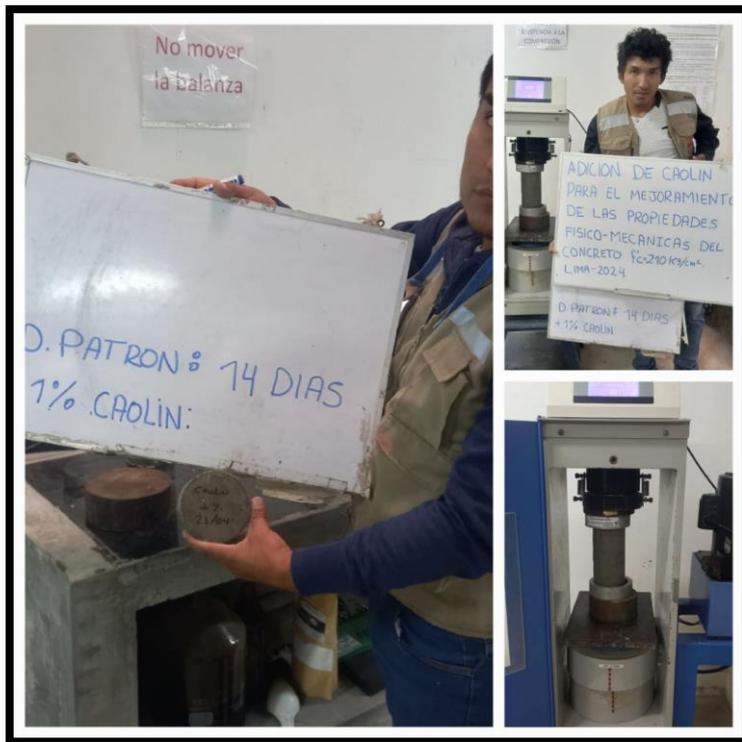
- ✓ Ensayo de compresión a los 7 días del concreto patrón + 2% de caolín



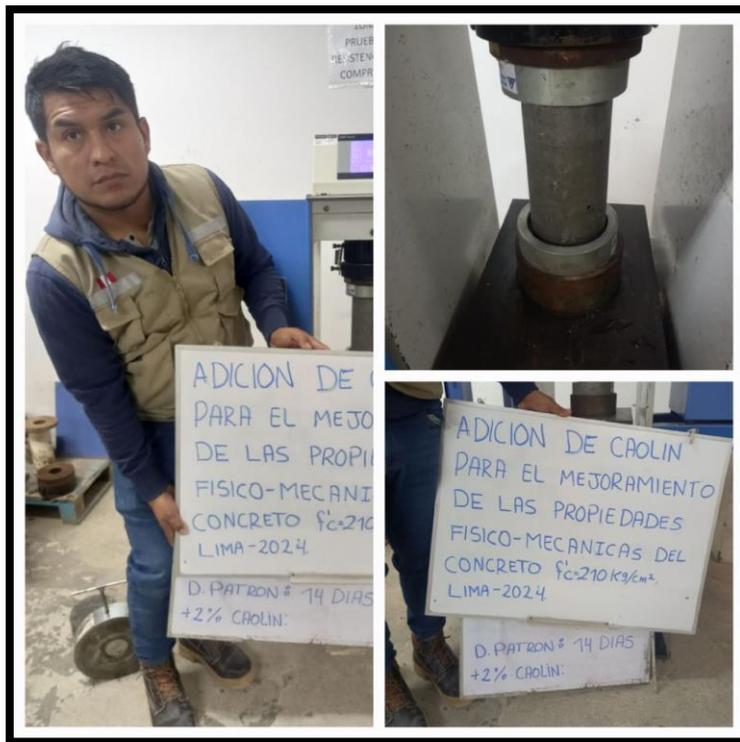
✓ Ensayo de compresión a los 14 días del concreto patrón



- ✓ Ensayo de compresión a los 14 días del concreto patrón + 1% de caolín



- ✓ Ensayo de compresión a los 14 días del concreto patrón + 2% de caolín



- ✓ Extracción de probetas de tanque de curado para ensayos de compresión a 28 días.



- ✓ Ensayo de compresión de concreto patrón a 28 días.



- ✓ Ensayo de compresión de concreto patrón con adición de 1% de caolín a 28 días.



- ✓ Ensayo de compresión de concreto patrón con adición de 2% de caolín a 28 días.



- ✓ Corte y perfilado de las probetas para el ensayo de permeabilidad.



- ✓ instalación de las probetas en la máquina de ensayo de permeabilidad.



- ✓ inicio del ensayo de permeabilidad.





Anexo N° 5: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792403

Solicitante : Varillas Meyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2-2024
 Muestra : Agregado fino
 Cantera : Roncadora
 Fecha de recepción : 2024-04-15
 Fecha de ensayo : 2024-04-16
 Fecha de emisión : 2024-04-24

RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE TOTAL DEL AGREGADO POR SECADO
 ASTM C 566- 19 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Contenido de humedad	%	3.8

Observaciones: Ninguno.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ORTEGA GAONA
 ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP-267341

Autorizado Por:
 Adderly Ortega Gaona
 Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792404

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm²-2024
Muestra : Agregado grueso
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-04-15
Fecha de ensayo : 2024-04-16
Fecha de emisión : 2024-04-24

RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE TOTAL DEL AGREGADO POR SECADO

ASTM C 566- 19 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

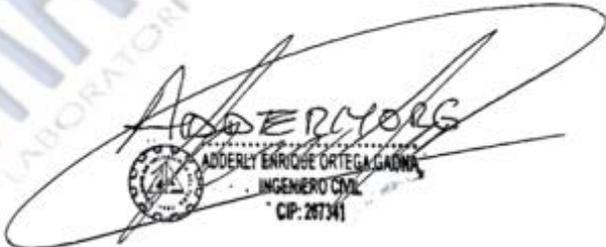
Nº	Reporte	Unidades	Resultados
1	Contenido de humedad	%	0.4

Observaciones: Ninguno.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 950 270 955 – 01 5407681
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792407

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto
f'c=210 kg/cm²-2024
Muestra : Agregado fino
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-04-15
Fecha de ensayo : 2024-04-16
Fecha de recepción : 2024-04-24

RESULTADOS DENSIDAD APARENTE (PESO UNITARIO) Y VACIOS EN EL AGREGADO ASTM C29/29M-17a
ASTM C 29/29M -17a Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Densidad aparente varillado (Peso unitario varillado) Método A	kg/m ³	1888
2	Vacios en agregado varillado Método A	%	29
3	Densidad aparente suelta (Peso unitario suelto) Método C	kg/m ³	1563
4	Vacios en agregado suelto Método C	%	41

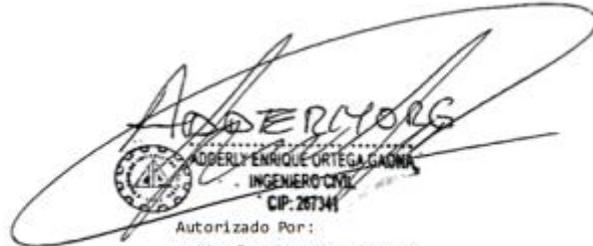
00= Seco al horno, SSD=Saturada superficie seca.

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:
Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE 24-0792408

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto
f'c=210 kg/cm²-2024
Muestra : Agregado grueso
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-04-15
Fecha de ensayo : 2024-04-16
Fecha de recepción : 2024-04-24

RESULTADOS DENSIDAD APARENTE (PESO UNITARIO) Y VACIOS EN EL AGREGADO ASTM C29/29M-17a
ASTM C 29/29M -17a Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Densidad aparente varillado (Peso unitario varillado) Método A	kg/m ³	1664
2	Vacios en agregado varillado Método A	%	39
3	Densidad aparente suelta (Peso unitario suelta) Método C	kg/m ³	1900
4	Vacios en agregado suelta Método C	%	45

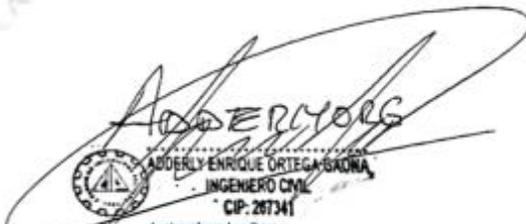
OD= Seco al horno, SSD=Saturada superficie seca.

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:
Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792405

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm²-2024
Muestra : Agregado fino
Cantera : Roncadora
Fecha recepción : 2024-04-15
Fecha ensayo : 2024-04-16
Fecha recepción : 2024-04-24

RESULTADOS DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ASTM C 128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Densidad relativa (gravedad específica) OD	g/cm ³	2.66
2	Densidad relativa (gravedad específica) SSD	g/cm ³	2.69
3	Densidad relativa aparente (gravedad específica)	g/cm ³	2.74
4	Absorción	%	1.2

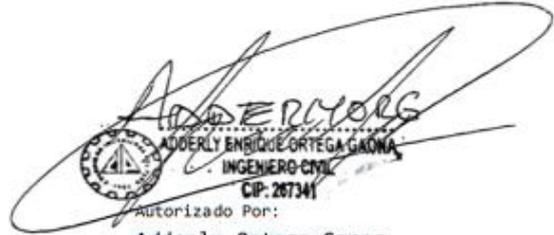
OD= Seco al horno, SSD=Saturada superficie seca.

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792406

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2-2024$
Muestra : Agregado grueso
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-04-15
Fecha de ensayo : 2024-04-16
Fecha de emisión : 2024-04-24

RESULTADOS DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C 127-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

Nº	Resultados	Unidades	Resultados
1	Peso específico de masa	g/cc	2.72
2	Peso específico Sat. Sup. Seca	g/cc	2.74
3	Peso específico aparente	g/cc	2.79
4	Absorción de agua	%	0.9

OD= Seco al horno, SSD=Saturada superficie seca.

Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.




ADDERLY ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792401

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2-2024$
Muestra : Agregado fino
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 2024-04-15
Fecha de ensayo : 2024-04-16
Fecha de emisión : 2024-04-24

RESULTADOS ANÁLISIS POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESOS ASTM C 136/136M-19 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

ARENA GRUESA				ASTM C 33/C33M-18		
Malla		% Retenido	(%) Retenido Acumulado	% Pasa Acum.	ASTM "Limite Inferior"	ASTM "Limite Superior"
4''	101.60 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2''	88.90 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3''	76.20 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2''	63.50 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
2''	50.80 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2''	38.10 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
1''	25.40 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4''	19.05 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2''	12.70 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8''	9.53 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
# 4	4.75 mm	3.4	3.4	96.6	95	100
# 8	2.36 mm	10.9	14.3	85.7	80	100
# 16	1.18 mm	20.5	34.8	65.2	50	85
# 30	0.59 mm	23.5	58.4	41.6	25	60
# 50	0.30 mm	27.3	85.7	14.3	5	30
# 100	0.15 mm	10.7	96.3	3.7	0	10
Fondo		3.7	100.0	---	---	----

Modulo de fineza	2.93
------------------	------

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe

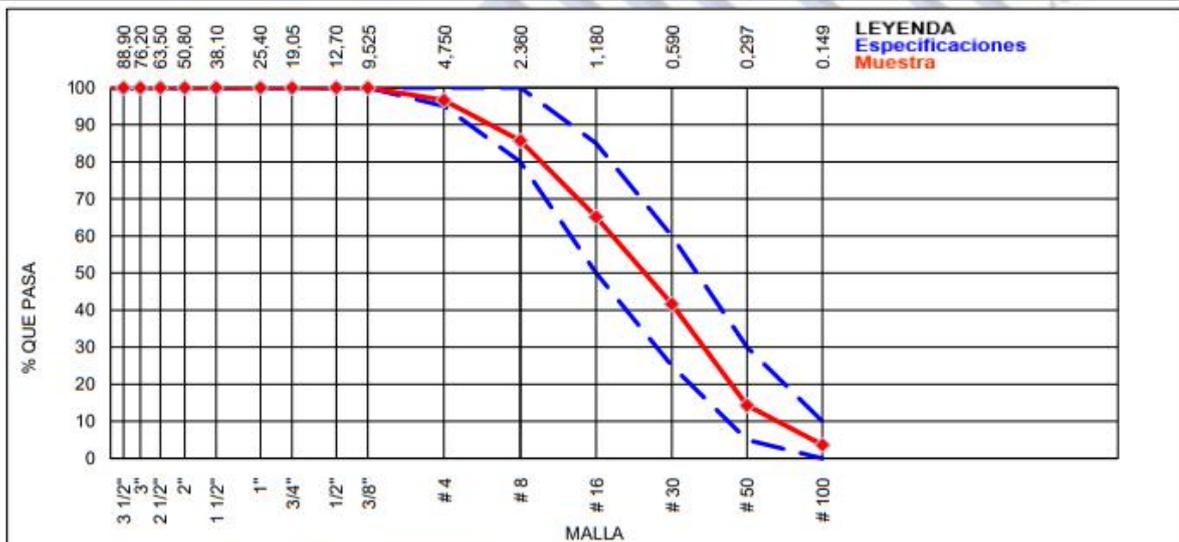


INFORME DE ENSAYO OE24-0792401

Solicitante : Varillas Neyra Darwín Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2-2024$
Muestra : Agregado fino
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 16/04/2024
Fecha de emisión : 24/04/2024

RESULTADOS ANÁLISIS POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESOS

ASTM C 136/136M-19 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates



Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792402

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto
 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2-2024$
 Muestra : Agregado grueso
 Cantera : Roncadora
 Fecha de recepción : 2024-04-15
 Fecha de ensayo : 2024-04-16
 Fecha de emisión : 2024-04-24

RESULTADOS ANÁLISIS POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESOS ASTM C 136/136M-19 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

HUSO 56				ASTM C 33/C33M-18		
Malla		% Retenido	(%) Retenido Acumulado	% Pasa Acum.	ASTM "Limite Inferior"	ASTM "Limite Superior"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	3.5	3.5	96.5	90	100
3/4"	19.05 mm	26.3	29.8	70.2	40	85
1/2"	12.70 mm	36.9	66.7	33.3	10	40
3/8"	9.53 mm	20.0	86.7	13.3	0	15
# 4	4.75 mm	12.2	98.8	1.2	0	5
# 8	2.36 mm	0.5	99.3	0.7	0	0
# 16	1.18 mm	0.4	99.7	0.3	0	0
# 30	0.59 mm	0.1	99.8	0.2	0	0
# 50	0.30 mm	0.1	99.9	0.1	0	0
# 100	0.15 mm	0.1	100.0	0.0	0	0
Fondo		0.0	100.0	---	---	---

Modulo de fineza	7.14
------------------	------

Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	1 1/2"

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refiere únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.

Continúa

Páginas 1 de 2



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe

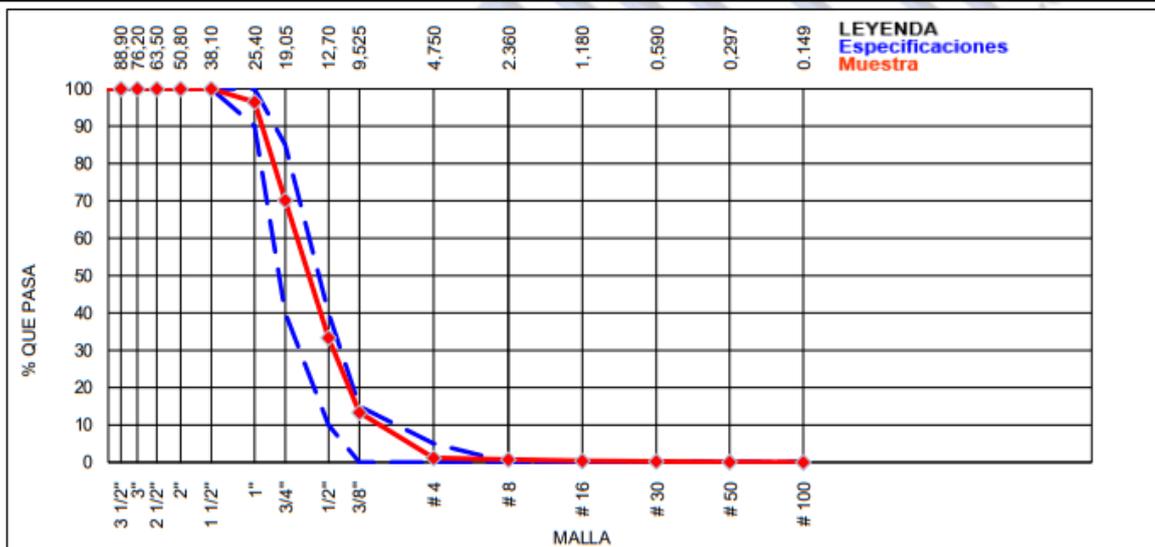


INFORME DE ENSAYO OE24-0792402

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2-2024$
Muestra : Agregado grueso
Cantera : Roncadora
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 16/04/2024
Fecha de emisión : 24/04/2024

RESULTADOS ANÁLISIS POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESOS

ASTM C 136/136M-19 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates



Observaciones: Ninguna.

Nota:

- 1) Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de MASTERLEM y los resultados presentados se refiere únicamente a los ítems ensayados.
- 2) La información de los datos de proyecto, nombre de cantera y nombre de la cantera corresponde a información proporcionada por el cliente. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- 3) Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Este informe no puede ser reproducido sin autorización expresa del laboratorio, excepto cuando se reproduce en su totalidad.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341
Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792409

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ -2024
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm^2 Patrón
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 23/04/2024
Fecha de emisión : 30/04/2024

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 3 a 4 pulgadas

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
Procedencia del agua : Potable Lima
Procedencia del agregado grueso : Cantera Roncadora
Procedencia del agregado fino : Cantera Roncadora

Asentamiento pulgadas : 4
Factor cemento bolsa/ m^3 : 8.7
Relación a/c seco : 0.59
Relación a/c obra : 0.55

Proporciones de materiales por m^3		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m^3	370	370
Agua	l/m^3	220	203
Agregado grueso	kg/m^3	915	918
Agregado fino	kg/m^3	826	857
Peso total	kg/m^3	2331	2349

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente $^{\circ}\text{C}$: 26.4
Temperatura mezcla $^{\circ}\text{C}$: 25.6
Humedad relativa % : 75
Peso unitario concreto kg/m^3 : 2357
Rendimiento m^3 : 1.00
Contenido de aire % : 1.3
Fecha de vaciado d/m/a : 23/04/2024 Hora: 9:05

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.32 : 2.48 : 23 Litros/bolsa

Proporciones en volumen corregido (pie^3 /bolsa) : 1 : 2.07 : 2.47 : 23 Litros/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Contenido de humedad agregado fino = 3.8% y absorción = 1.2%

Contenido de humedad agregado grueso = 0.4% y absorción = 0.9%

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.

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.

Diseño de mezcla según Recomendación ACI 211-22



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADINA
INGENIERO CIVIL
CIP: 287341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792410

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 2024$
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm^2 con adición de 1% de caolín en peso de concreto
 Fecha de recepción : 15/04/2024
 Fecha de ensayo : 23/04/2024
 Fecha de emisión : 30/04/2024

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 3 a 4 pulgadas

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
 Procedencia del agua : Potable Lima
 Procedencia del agregado grueso : Cantera Roncadora
 Procedencia del agregado fino : Cantera Roncadora
 Procedencia del Caolín : Productos Industriales S.A.C.

Asentamiento pulgadas : 2 1/2
 Factor cemento bolsa/m³ : 8.7
 Relación a/c seco : 0.59
 Relación a/c obra : 0.55

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	370	370
Agua	l/m ³	220	203
Caolín	kg/m ³	23.5	23.5
Agregado grueso	kg/m ³	902	906
Agregado fino	kg/m ³	814	845
Peso total	kg/m ³	2330	2348

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente °C : 26.4
 Temperatura mezcla °C : 25.7
 Humedad relativa % : 75
 Peso unitario concreto kg/m³ : 2357
 Rendimiento m³ : 1.00
 Contenido de aire % : 1.3
 Fecha de vaciado d/m/a : 23/04/2024 Hora: 9:40

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.28 : 2.45 : 23 Litros/bolsa Caolín 2.7 kg/bolsa
 Proporciones en volumen corregido (pie³/bolsa) : 1 : 2.05 : 2.44 : 23 Litros/bolsa Caolín 2.7 kg/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Contenido de humedad agregado fino = 3.8% y absorción = 1.2%
 Contenido de humedad agregado grueso = 0.4% y absorción = 0.9%

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.

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.

Diseño de mezcla según Recomendación ACI 211-22



ADDERLY ORTEGA GADNA
 ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792411

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm^2 con adición de 2% de caolín en peso de concreto
 Fecha de recepción : 15/04/2024
 Fecha de ensayo : 23/04/2024
 Fecha de emisión : 30/04/2024

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 3 a 4 pulgadas

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
 Procedencia del agua : Potable Lima
 Procedencia del agregado grueso : Cantera Roncadora
 Procedencia del agregado fino : Cantera Roncadora
 Procedencia del Caolín : Productos Industriales S.A.C.

Asentamiento pulgadas : 1 1/2
 Factor cemento bolsa/ m^3 : 8.7
 Relación a/c seco : 0.59
 Relación a/c obra : 0.55

Proporciones de materiales por m^3		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m^3	370	370
Agua	l/m^3	220	204
Caolín	kg/m^3	46.9	46.9
Agregado grueso	kg/m^3	889	893
Agregado fino	kg/m^3	803	833
Peso total	kg/m^3	2329	2347

Ensayos en concreto fresco
 Temperatura ambiente $^{\circ}\text{C}$: 26.4
 Temperatura mezcla $^{\circ}\text{C}$: 26.1
 Humedad relativa % : 75
 Peso unitario concreto kg/m^3 : 2357
 Rendimiento m^3 : 1.00
 Contenido de aire % : 1.0
 Fecha de vaciado d/m/a : 23/04/2024 Hora: 10:21

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.25 : 2.41 : 23 Litros/bolsa Caolín 5.4 kg/ bolsa
 Proporciones en volumen corregido (pie^3 /bolsa) : 1 : 2.02 : 2.40 : 23 Litros/bolsa Caolín 5.4 kg/ bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.
 Contenido de humedad agregado fino = 3.8% y absorción = 1.2%
 Contenido de humedad agregado grueso = 0.4% y absorción = 0.9%

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.

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.

Diseño de mezcla según Recomendación ACI 211-22



ADDERLY ORTEGA
 ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GACNA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú
Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792412

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm^2 - Patrón
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 30/04/2024
Fecha de emisión : 2/05/2024

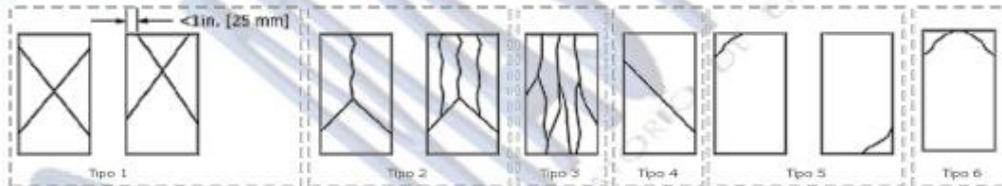
REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm^2)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	30/04/24	7	100	200	7854	129	16.42	167	6
M - 2	23/04/24	30/04/24	7	100	199	7854	131	16.68	170	5
M - 3	23/04/24	30/04/24	7	100	200	7854	129	16.42	167	6
M - 4	23/04/24	30/04/24	7	99	200	7698	130	16.89	172	6

Nota:

Factor de conversión: $1 \text{ Mpa} = 10.1972 \text{ kg/cm}^2$

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo. Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506078235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792413

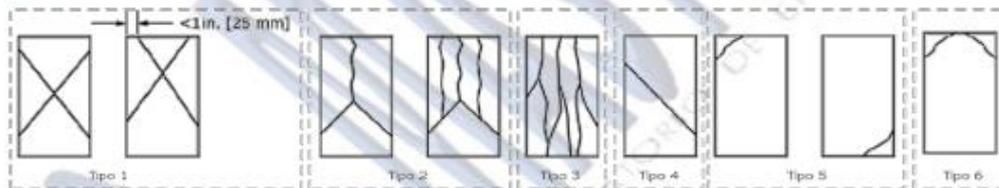
Solicitante : Varillas Meyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm² Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm² con adición de Caolín 1% en peso de concreto.
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 30/04/2024
Fecha de emisión : 2/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	30/04/24	7	99	199	7698	138	17.93	183	5
M - 2	23/04/24	30/04/24	7	99	199	7698	134	17.41	177	5
M - 3	23/04/24	30/04/24	7	100	200	7854	137	17.44	178	6
M - 4	23/04/24	30/04/24	7	100	201	7854	132	16.81	171	5

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²
Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú

Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792414

Solicitante : Varillas Meyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm2 Lima - 2024.
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm2 con adición de Caolin 2% en peso de concreto.
 Fecha de recepción : 15/04/2024
 Fecha de ensayo : 30/04/2024
 Fecha de emisión : 2/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	30/04/24	7	101	200	8012	141	17.60	179	6
M - 2	23/04/24	30/04/24	7	99	200	7698	139	18.06	184	5
M - 3	23/04/24	30/04/24	7	99	200	7698	139	18.06	184	6
M - 4	23/04/24	30/04/24	7	100	201	7854	137	17.44	178	6

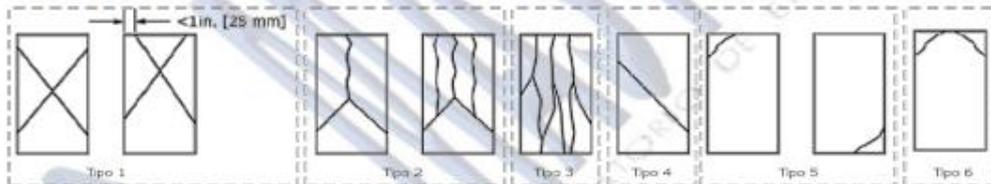
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ORTEGA GAONA
 ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
 Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20508078235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792415

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm² Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm² - Patrón
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 7/05/2024
Fecha de emisión : 7/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23

Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	07/05/24	14	99	201	7698	154	20.2	204	5
M - 2	23/04/24	07/05/24	14	101	201	8012	154	19.2	196	5
M - 3	23/04/24	07/05/24	14	102	200	8117	157	19.3	197	6
M - 4	23/04/24	07/05/24	14	100	201	7854	156	19.9	202	6

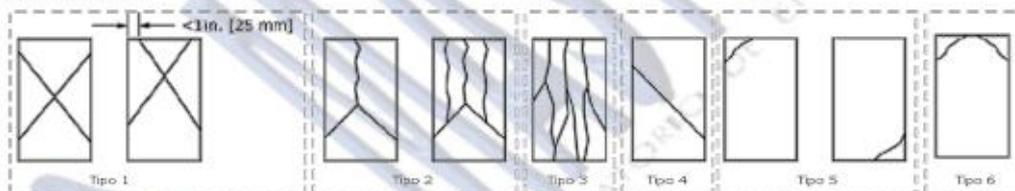
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20508078235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407651

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792416

Solicitante : Varillas Meyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm² Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm² con adición de Caolín 1% en peso de concreto.
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 7/05/2024
Fecha de emisión : 7/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23

Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	07/05/24	14	101	203	8012	167	20.8	212	5
M - 2	23/04/24	07/05/24	14	103	202	8332	163	19.6	199	5
M - 3	23/04/24	07/05/24	14	102	202	8117	165	20.3	207	6
M - 4	23/04/24	07/05/24	14	102	202	8117	168	20.7	211	5

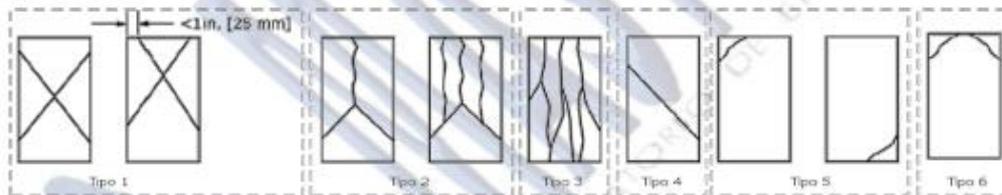
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792417

licitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c = 210 kg/cm2 Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm2 con adición de Caolín 2% en peso de concreto.
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 7/05/2024
Fecha de emisión : 7/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23

Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	07/05/24	14	102	201	8171	167	20.4	208	6
M - 2	23/04/24	07/05/24	14	101	200	7012	169	21.1	215	6
M - 3	23/04/24	07/05/24	14	99	200	7698	165	21.4	218	6
M - 4	23/04/24	07/05/24	14	100	201	7854	171	21.8	222	6

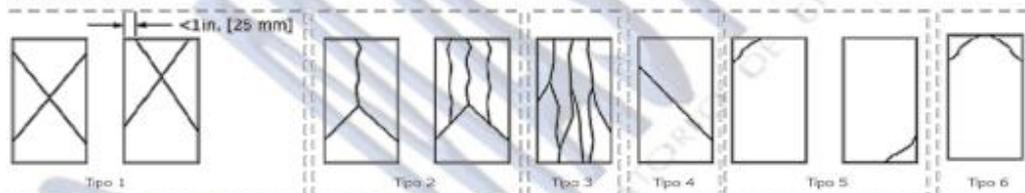
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



Este presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Este laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506078235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792418

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm² Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm² - Patrón
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 21/05/2024
Fecha de emisión : 21/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	21/05/24	28	101	202	8012	173	21.6	220	5
M - 2	23/04/24	21/05/24	28	101	202	8012	180	22.5	229	6
M - 3	23/04/24	21/05/24	28	101	201	8012	177	22.1	225	6
M - 4	23/04/24	21/05/24	28	99	201	7698	175	22.7	232	6

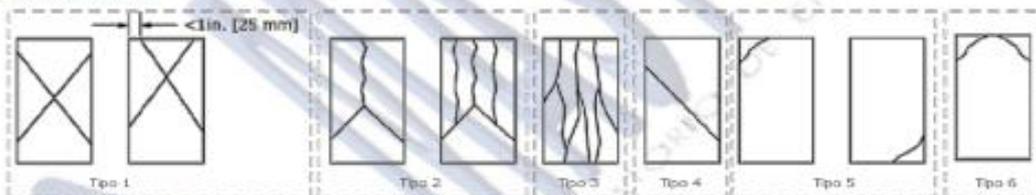
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792419

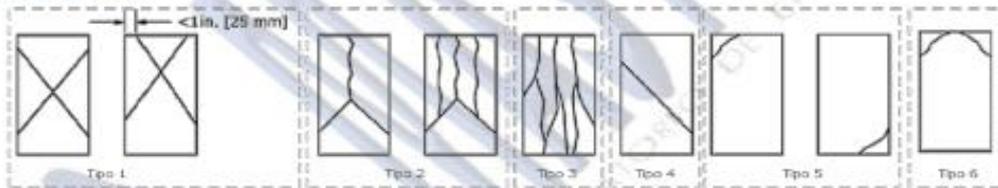
Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
 Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm2 Lima - 2024.
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm2 con adición de Caolín 1% en peso de concreto.
 Fecha de recepción : 15/04/2024
 Fecha de ensayo : 21/05/2024
 Fecha de emisión : 21/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	21/05/24	28	102	201	8117	186	22.9	234	5
M - 2	23/04/24	21/05/24	28	99	200	7698	180	23.4	238	6
M - 3	23/04/24	21/05/24	28	102	200	8117	187	23.0	235	6
M - 4	23/04/24	21/05/24	28	99	201	7698	183	23.8	242	5

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²
 Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
 Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.



Adderly Ortega Gaona
 ADDERLY ORTEGA GAONA
 INGENIERO CIVIL
 CP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona
 Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



INFORME DE ENSAYO OE24-0792420

Solicitante : Varillas Neyra Darwin Stalyn - Santana Zevallos Uriel
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f 'c= 210 kg/cm2 Lima - 2024.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño f 'c = 210 kg/cm2 con adición de Caolín 2% en peso de concreto.
Fecha de recepción : 15/04/2024
Fecha de ensayo : 21/05/2024
Fecha de emisión : 21/05/2024

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-23										
Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Área (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
M - 1	23/04/24	21/05/24	28	101	203	8012	196	24.5	249	6
M - 2	23/04/24	21/05/24	28	102	202	8117	199	24.5	250	6
M - 3	23/04/24	21/05/24	28	101	202	8012	193	24.1	245	5
M - 4	23/04/24	21/05/24	28	102	202	8117	191	23.5	240	5

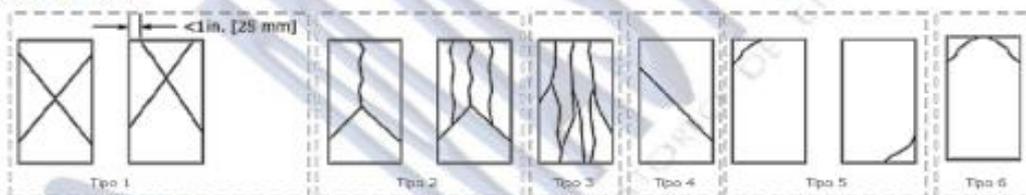
Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipos de fallas:



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.

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el cliente.




ADDERLY ORTEGA GAONA
INGENIERO CIVIL
CP: 267341

Autorizado Por:

Adderly Ortega Gaona

Ingeniero Civil CIP 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20508078235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 050 270 955 – 01 5407861
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



Solicitante : Uriel Santana Zevallos - Varillas Neyra Darwin Stalyn
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Lima - 2023.
Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
Identificaciones : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón
: Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 1\% \text{ Caolín}$.
: Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ Caolín}$.

Expediente N° : 144_23_21
Fecha de ensayo : 24/05/24
Fecha de emisión : 25/05/24
Página 1 de 4.

PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESIÓN NORMA UNE-EN 12390-8 - 2009

FOTO DE ENSAYO



Identificaciones	D(mm)	h(mm)	$A_p = dxh$	Observaciones de muestra
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-1	150	150	22500	Muestra conforme
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-2	150	150	22500	Muestra conforme
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-3	150	150	22500	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 1\% \text{ Caolín}$ M-1	151	150	22650	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 1\% \text{ Caolín}$ M-2	152	150	22800	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 1\% \text{ Caolín}$ M-3	152	150	22800	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ Caolín}$ M-1	152	150	22800	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ Caolín}$ M-2	151	150	22650	Muestra conforme
Diseño $210 \text{ kg/cm}^2 + 2\% \text{ Caolín}$ M-3	151	150	22650	Muestra conforme

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.



ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GACINA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20506076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407881

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



Solicitante : Uriel Santana Zevallos - Varrillas Neyra Darwin Stalyn
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Lima - 2023.
Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón

Expediente N° : 144_23_21
Fecha de ensayo : 24/05/24
Fecha de emisión : 25/05/24
Página 2 de 4.

PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESIÓN NORMA UNE-EN 12390-8 - 2009

RESULTADOS

Identificación	Fecha de ensayo	Profundidad de penetración de agua máxima (mm)	Imágenes
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-1	24/05/24	69	
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-2	24/05/24	68	
Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón M-3	24/05/24	69	

NOTA:

Proceso de ensayo: Penetración de agua a presión de 5 ± 0.5 bares por 72 horas.

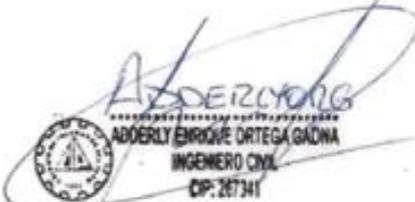
Inicio de ensayo 21/05/24. Fin de ensayo 24/05/2024.

Tiempo de saturación de muestra en agua: 28 días.

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.




ADOERLY ENRIQUE ORTEGA GACNA
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RUC 20906076235

Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa - Lima - Perú

Teléfono: 950 270 955 - 01 5407661

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe



Solicitante : Uriel Santana Zevallos - Varrillas Neyra Darwin Statyn
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Lima - 2023.
Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm² + 1% Caolín.

Expediente N° : 144_23_21

Fecha de ensayo : 24/05/24

Fecha de emisión : 25/05/24

Página 3 de 4.

PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESIÓN NORMA UNE-EN 12390-8 - 2009

RESULTADOS

Identificación	Fecha de ensayo	Profundidad de penetración de agua máxima (mm)	Imágenes
Diseño 210 kg/cm ² + 1% Caolín M-1	24/05/24	66	
Diseño 210 kg/cm ² + 1% Caolín M-2	24/05/24	64	
Diseño 210 kg/cm ² + 1% Caolín M-3	24/05/24	64	

NOTA:

Proceso de ensayo: Penetración de agua a presión de 5 +/-0.5 bares por 72 horas.

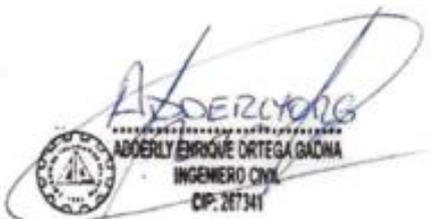
Inicio de ensayo 21/05/24. Fin de ensayo 24/05/2024.

Tiempo de saturación de muestra en agua: 28 días.

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.




ADDEZYORG
INGENIERO CIVIL
CIP: 267341



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
Teléfono: 950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe



Solicitante : Uriel Santana Zevallos - Varillas Neyra Darwin Stalyn
Nombre del proyecto : Adición de Caolín para el mejoramiento del concreto $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$
Lima - 2023.
Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.
Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm² + 2% Caolín.

Expediente N° : 144_23_21
Fecha de ensayo : 24/05/24
Fecha de emisión : 25/05/24
Página 4 de 4.

=

RESULTADOS

Identificación	Fecha de ensayo	Profundidad de penetración de agua máxima (mm)	Imágenes
Diseño 210 kg/cm ² + 2% Caolín M-1	24/05/24	61	
Diseño 210 kg/cm ² + 2% Caolín M-2	24/05/24	61	
Diseño 210 kg/cm ² + 2% Caolín M-3	24/05/24	60	

NOTA:

Proceso de ensayo: Penetración de agua a presión de 5 +/-0.5 bares por 72 horas.

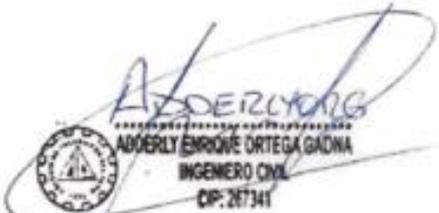
Inicio de ensayo 21/05/24. Fin de ensayo 24/05/2024.

Tiempo de saturación de muestra en agua: 28 días.

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.




ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GADNA
INGENIERO CIVIL
CP: 267341