

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS
CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I,
MS Y V – CAJAMARCA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Efraín Romero Cerquín

Asesor:

Ing. Manuel Urteaga Toro

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en especial a mis padres por ser las personas que siempre han confiado en mí en todo momento y me ayudaron a poder alcanzar cada uno de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser siempre el pilar de todos mis objetivos.

A mis padres que siempre estuvieron animándome en los momentos difíciles.

A mi asesor el Ing. Manuel Urteaga Toro que gracias a sus conocimientos y
compromiso se pudo concretizar este proyecto.

Al Ing. Wilfredo Fernández Muñoz y a su esposa por la supervisión y guía en la elaboración de
las pruebas de laboratorio.

A mi gran amigo el Ing. Arturo Quiroz Machuca que, gracias a su apoyo incondicional, consejos
y ánimos pude finalizar la tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Objetivos.....	19
1.4. Hipótesis	19
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	20
2.1 Tipo de investigación.....	20
2.2 Población y muestra.....	20
2.2.1 Población	20
2.2.2 Muestra	20
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	22
2.4 Procedimiento	24
2.5 Aspectos éticos	44
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	45
3.1. Ensayos a los materiales	45
3.2. Diseños de mezclas.....	47
3.3. Prueba de consistencia del concreto	47
3.4. Ensayos de probetas cilíndricas a compresión	48
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	61
4.1. Discusión	61
4.2. Conclusiones y Recomendaciones.....	64
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de agregados según el tamaño de sus partículas	16
Tabla 2	Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos	18
Tabla 3	Número de probetas	21
Tabla 4	Guías de Normas Técnicas Peruanas	22
Tabla 5	Tamices para agregado grueso (A.G.)	26
Tabla 6	Tamices para agregado fino (A.F.)	26
Tabla 7	Límites de gradación de agregado	27
Tabla 8	Resistencia a la compresión promedio.....	37
Tabla 9	Consistencia de la mezcla del concreto	37
Tabla 10	Volumen Unitario del Agua (Concreto sin aire incorporado)	38
Tabla 11	Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	39
Tabla 12	Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	40
Tabla 13	Propiedades físicas de los agregados obtenidas de laboratorio	45
Tabla 14	Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.....	46
Tabla 15	Valores de diseño para preparar por metro cúbico de concreto.....	47
Tabla 16	Consistencia de los concretos fresco	47
Tabla 17	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 7 días.....	48
Tabla 18	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 14 días.....	49
Tabla 19	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 28 días.....	51
Tabla 20	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 7 días	52
Tabla 21	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 14 días	53
Tabla 22	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 28 días	55
Tabla 23	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 7 días	56
Tabla 24	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 14 días	57
Tabla 25	$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 28 días	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acción de los sulfatos.....	9
Figura 2. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 7 días	49
Figura 3. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 14 días	50
Figura 4. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 28 días	51
Figura 5. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 7 días	53
Figura 6. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 14 días	54
Figura 7. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 28 días	55
Figura 8. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 7 días.....	57
Figura 9. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 14 días.....	58
Figura 10. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 28 días.....	59

RESUMEN

En la industria cementera existen diferentes tipos de cemento que ofrecen una resistencia en función al nivel de ataque químico (sulfato), es por eso el motivo de este estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concretos simple elaborado para cimientos corridos con una resistencia de diseño de 110 kg/cm^2 con tres tipos de cemento: I, MS y V (marca Pacasmayo), expuestos a tres niveles de ataque de sulfatos, usando agregados del río Cajamarquino. Nuestro objetivo planteado fue determinar el efecto del ataque de sulfatos en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 110 \text{ kg/cm}^2$ para cimientos corridos elaborados con cementos: Portland tipo I, MS y V; el método de diseño de mezclas fue ACI comité 211-1-91 y se elaboraron 108 probetas que fueron expuestos al ataque de sulfatos en tres niveles: insignificante, moderado y severo; además, de un patrón (sin exposición). La investigación fue de tipo experimental aplicada. Luego de realizar los experimentos se obtuvo que el concreto simple elaborado con cemento tipo V presentó una resistencia mayor al ataque de sulfatos, ya que su tasa de reducción en promedio es 0.59 %, para el tipo MS es 3.06 % y para el tipo I es 21.40 % con respecto a los especímenes sin exposición al sulfato.

Palabras clave: Concreto, sulfato, resistencia a la compresión, tipos de cemento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hernández y Mendoza (2005), uno de los principales problemas del sector construcción es la durabilidad de las infraestructuras que se relaciona directamente con el concreto ya que puede ser atacado por medios físicos y químicos, provocando daños en las estructuras y afectando la rentabilidad de los proyectos.

Una de las causas más frecuentes que deterioran al concreto es el ataque químico de sulfatos; en donde los iones de sulfatos reaccionan con los aluminatos cálcicos hidratados de clinker de cemento portland formando la sal de Candlot o Etringita, que es muy soluble en agua y provoca un gran aumento de volumen del orden del 250% en relación con los reactivos iniciales. Esta expansión produce grandes tensiones internas que, por lo general, no pueden ser absorbidas por el material y desencadena una serie de fisuras y desprendimientos superficiales de material. Bernal (2009).

En Colombia se hizo un estudio donde el concreto fue expuesto a soluciones de cloruro, de sulfatos y sulfatos + cloruro. El concreto expuesto al cloruro no presentó ningún efecto negativo en su resistencia, por el contrario, cuando fue expuesto a sulfatos y a cloruro + sulfato el concreto presentó una disminución del 11% en su resistencia a 28 días con respecto a la muestra de concreto no expuesta, lo cual evidencia que los sulfatos pueden llegar a afectar la pasta cementante en el transcurso del curado. Jiménez y Lozano (2018).

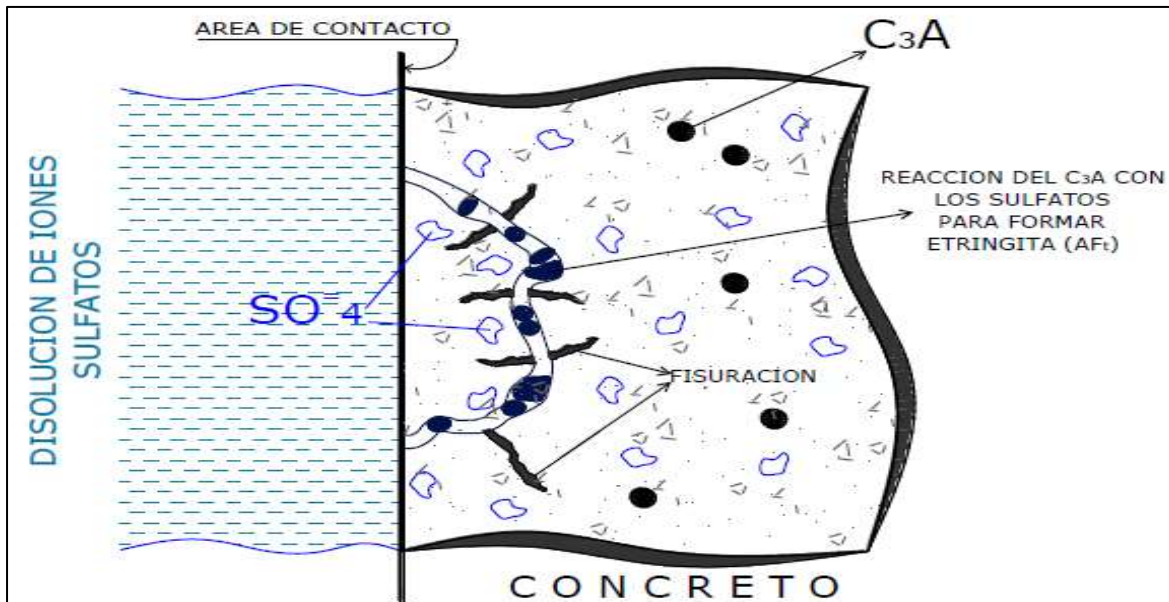


Figura 1. Acción de los sulfatos

Fuente: Bernal (2009)

Por ello, esta investigación está respaldada por los siguientes antecedentes de investigación empezando por:

Vega (2019), en su tesis “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometidos a acción de Sulfatos – Ancón, 2019” donde su objetivo es determinar la resistencia a la compresión del concreto elaborado con cementos adicionados y la acción de sulfatos con periodos de exposición de 28 y 45 días, para esto se hicieron 30 probetas de 4”x8” con un a/c=0.53 elaborados con cemento Sol tipo I(SL), Ultra Andino (UA) e Inka Anti (IA) más 10 probetas patrón sin exposición a sulfatos por cada tipo de cemento haciendo un total de 120 probetas; la exposición a los sulfatos se realizó de acuerdo con lo determinado en la RNE E-60 (Nivel moderado (A): 1 400mg/lit, Nivel agresivo (B): 9 500 mg/lit y Nivel muy agresivo (C): 50 000 mg/lit). Se logró determinar que las muestras elaboradas con cemento “UA” y “IA” expuestas en los diferentes grados de

sulfatos y distintos periodos de curado no se encontró pérdida de resistencia por ensayo de compresión; para la muestras elaboradas con cemento “SL” en un periodo de exposición de 28 días se determinó un pérdida de resistencia en relación al patrón de 32.80% en exposición moderada y 20.23% en exposición agresiva; para las muestras elaboradas con cemento “UA” en un periodo de exposición de 28 días se determinó un aumento de resistencia en 0.40% en exposición moderada, 5.75% en exposición agresiva y 6.53% en exposición muy agresiva; y para las muestras elaboradas con cemento IA en un periodo de exposición de 28 días se determinó un aumento de resistencia en 0.82% en exposición moderada, 6.97% en exposición agresiva y 0.07% en exposición muy agresiva. En un periodo de exposición de 45 día se obtuvo los siguientes resultados: para las muestras elaboradas con cemento “UA” se determinó un aumento de resistencia en 7.55% en exposición moderada, 9.64% en exposición agresiva y 11.24% en exposición muy agresiva; y para las muestras elaboradas con cemento IA se determinó un aumento de resistencia en 4.04% en exposición moderada, 6.04% en exposición agresiva y 2.77% en exposición muy agresiva. Lo que indica que cuando se usa cementos adicionados en la elaboración de concreto estos no presentan pérdida de resistencia a la compresión, sino que aumentan progresivamente.

Asimismo, Chacón (2018), en su tesis “Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I – Lima 2018” tiene como objetivo determinar la relación entre la corrosión del concreto y los ataques por sulfatos para una resistencia de $a/c=0.60$, $a/c=0.55$, $a/c=0.50$; con una concentración de sulfato de magnesio ($MgSO_4$) de 1 400 mg/lit (A), 9 500 mg/lit (B) y 50 000 mg/lit (C) para un periodo de inmersión de 14, 21 y 28 días; para los cual se elabora un total de 108 probetas

de 4”x8”, la exposición a los sulfatos se realiza durante el curado, el concreto diseñado para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, 245 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 ya que son las que más se aproximan a las relaciones a/c propuestas. Finalmente se concluye que las probetas expuestas en un periodo de 14, 21 y 28 días al ataque corrosivo del sulfato de magnesio se verificó la reducción de peso y reducción de esfuerzo a la compresión; para la relación a/c=0.60 a 14 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 8.94%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 15.43% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 27.14%; a 21 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 5.69%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 11.66% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 15.99%; a 28 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 0.24%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 8.57% y la exposición tipo C la corrosión llegó a 17.88%. Para la relación a/c=0.55 a 14 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 5.02%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 9.63% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 20.22%; a 21 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 10.76%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 12.25% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 16.0%; a 28 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 1.82%, para un exposición tipo B la corrosión creció a 19.17% y la exposición tipo C la corrosión llegó a 20.40%. Para la relación a/c=0.50 a 14 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 4.57%, para una exposición tipo B la corrosión creció a 6.02% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 13.43%; a 21 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 0.55%, para una exposición tipo B la corrosión creció a

2.42% y en la exposición tipo C la corrosión llegó a 5.33%; a 28 días la variación porcentual por deterioro a una exposición de sulfato tipo A llegó a 0.07%, para una exposición tipo B la corrosión creció a 0.27% y la exposición tipo C la corrosión llegó a 1.93%.

Los cimientos son la parte o componente estructural de más relevancia en la construcción de cualquier obra civil ya sean de pequeña o gran envergadura por lo que se realiza obligatoriamente un estudio de suelos para determinar su diseño. En la construcción de casas piloto para el condominio La Joya – Arequipa en la que laboré, los estudios de suelos determinaron la existencia de sulfatos y/o cloruros (entre 160 y 1000 ppm), los cuales tienen efectos perjudiciales en el concreto y por ende en las estructuras; con la finalidad de atenuar estos daños se propusieron dos opciones: diseño del concreto para los cimientos corridos de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento portland IP o el uso de geomembrana con el fin de encapsular a los cimientos corridos y aislarlos, pero con $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ con cemento portland HS, ambos tipos son resistentes al ataque de sulfatos, pero el IP tiene mayor resistencia a ataques severos, en Arequipa la marca de cemento más usada es Yura. Se optó por la segunda opción ya que representaba un menor costo.

En Cajamarca la presencia de sulfatos puede estar presente por la contaminación en los suelos que genera la actividad minera tal como lo indican Cieza & Guevara (2020), en su tesis “Influencia del tiempo y espesor de capa de caliza sobre la remoción de hierro total y sulfatos mediante un humedal artificial de un drenaje ácido de minas del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2020” donde hacen un estudio del agua de la quebrada Sinchao – Hualgayoc obteniendo como resultado la presencia de sulfatos 1422.6 mg/L (1422.6 ppm) y

que por acción de las filtraciones y/o lluvias puede contaminar los suelos que se encuentran a su alrededor, aguas subterráneas y otras cuencas de la ciudad de Cajamarca; ante la expansión urbana las construcciones de viviendas se están realizando en lugares que pueden presentar suelos con sulfatos es por eso que en el presente trabajo se realizará un análisis comparativo del concreto simple de $f'c=110 \text{ kg/cm}^2$ utilizado en cimientos corridos de viviendas, elaborado con cemento tipo I, MS y V marca Pacasmayo, con la finalidad de determinar el efecto que tienen los sulfatos en la resistencia del concreto con la exposición a tres niveles de ataque tales como insignificante, moderado y severo.

Es necesario definir algunos conceptos para esta investigación.

Concreto

Es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen de mortero sólo debería llenar el volumen entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos. (Harmsen, 2002).

Durabilidad del concreto

El ACI 201 lo define como el concreto hecho con cemento portland con la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.

Cimientos corridos

La Norma E.50. Suelos y cimentaciones (2018). Indica que son cimentaciones superficiales, también se las conoce como cimentaciones continuas, tienen una relación Profundidad/ancho (D_f/B) menor o igual a 5, donde; D_f es la profundidad de la cimentación y B es el ancho o diámetro de esta.

Cemento

Harmsen (2002), el cemento se obtiene de la pulverización del clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la función incipiente de materiales calcáreos y arcillosos, está constituido por los siguientes componentes:

- Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- Aluminio tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasionan un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle yeso durante la fabricación del cemento.
- Aluminio – Ferrito Tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- Componentes menores: óxidos de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Clasificación del cemento.

Según la ASTM C 150 tipos de cemento portland:

- **Cemento tipo I:** normal (destinado a obras de hormigón en general).
- **Cemento tipo II:** moderada resistencia a los sulfatos.
- **Cemento tipo III:** alta resistencia inicial.
- **Cemento tipo IV:** bajo calor de hidratación.
- **Cemento tipo V:** alta resistencia a los sulfatos.

Según la ASTM C 595 cementos hidráulicos adicionados:

- **Cemento tipo IS:** cemento portland siderúrgico.
- **Cemento tipo IP:** Cemento portland puzolánico.
- **Cemento tipo P:** Cemento puzolánico.
- **Cemento I(PM):** Cemento portland modificado con puzolana.
- **Cemento tipo S:** Cemento de escoria o siderúrgico.
- **Cemento tipo I(SM):** Cemento portland modificado con escoria.

Según ASTM C 1157 cemento hidráulico:

- **Cemento tipo GU:** uso general.
- **Cemento tipo HE:** alta resistencia inicial.
- **Cemento MS:** moderada resistencia a los sulfatos.
- **Cemento tipo HS:** alta resistencia a los sulfatos.
- **Cemento tipo MH:** moderado calor de hidratación.
- **Cemento tipo LH:** bajo calor de hidratación.

Agregados

Rivera (2013), clasificación según la distribución tamaño de partículas, es lo que se conoce como granulometría.

Tabla 1

Clasificación de agregados según el tamaño de sus partículas

Tamaño en mm	Denominación más común	Clasificación	Uso como agregado de mezclas
<0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 - 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 - 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 - 19,1 #4 - 3/4"	Gravilla		Material apto para concreto
19,1 - 50,8 3/4" - 2"	Grava		Material apto para concreto
		Agregado grueso	
50,8 - 152.4 2" - 6"	Piedra		
>152.4 6"	Rajón, piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: Rivera (2013)

Agua

Harmsen (2002), el agua que se utiliza en la mezcla debe de ser limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Se puede utilizar agua no potable siempre y cuando se demuestre su idoneidad bajo la norma ASTM – C109/109M-99, donde las resistencias obtenidas a los

7 y 28 días son de por lo menos del 90% de las esperadas en morteros hechos a base de agua potable, también se tiene que verificar que le agua no contenga agentes que puedan reaccionar negativamente con el esfuerzo.

Resistencia a la compresión

Según la NTP 339.034:2015 indica que consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. Los resultados de este método de ensayos son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclados y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.

Exposición a los sulfatos.

Según la E-60. Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones la selección del cemento debe ser la apropiada. El concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y tenga una relación agua-material cementante máxima y un $f'c$ mínimo. Según la tabla 2.

Tabla 2

Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfatos solubles en agua (SO ₄) presente en suelo (% en peso)	Sulfato (SO ₄) en agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos de peso normal	f'c mínimo (Mpa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	-	-	
			II, IP (MS)		
			IS(MS)		
Moderada	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	IPM(MS)	0,50	28
			I(SM)(MS)		
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1,500 \leq SO_4 < 10,000$	V	0,45	31
			Tipo V +		
Muy Severa	$2,00 < SO_4$	$10,000 < SO_4$	Puzolana	0,45	31

Fuente: E.60. Concreto Armado. RNE.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el afecto de un ataque de sulfatos en la resistencia a la compresión del concreto para cimientos corridos $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$, elaborados con cementos Tipo I, MS y V?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto del ataque de sulfatos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ para cimientos corridos, elaborados con cementos Portland tipo I, MS y V.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar la mezcla para cimientos corridos con un $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar el efecto en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento Portland Tipo I, MS y V después de un ataque insignificante, moderado y severo de sulfatos para edades de 7, 14 y 28 días de curado.
- Evaluar los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento Portland tipo I, MS y V, después de un ataque insignificante, moderado y severo de sulfatos para edades de 7, 14 y 28 días de curado.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$, en cimientos corridos disminuye en un 15% utilizando cemento tipo I, disminuye en un 10% utilizando cemento tipo MS y disminuye en un 5% utilizando cemento tipo V al ataque de los sulfatos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental aplicada de corte transversal.

Investigación experimental: se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Investigación aplicada: es la que genera conocimiento con aplicación a los problemas que se encuentran en la sociedad o sector productivo.

Estudio transversal: es un tipo de investigación en el que se recogen datos en un determinado periodo de tiempo, sobre una muestra de una población.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

Por ser una investigación experimental, la población está constituida por todas las probetas diseñadas.

2.2.2 Muestra

Para la determinación de la muestra se toma en cuenta la Norma Técnica Peruana 339.034:2008 HORMIGÓN (CONCRETO), en donde nos dice que el número de cilindros individuales para la determinación del diámetro será uno por cada 10 probetas, con un promedio mínimo de 3 ensayos o más es suficiente para obtener resultados de unidades de concreto elaborados. En la Tabla 3 mostramos la cantidad de ensayos que se utilizará en la presente investigación:

La población y la muestra en esta investigación está dada por 108 probetas.

Tabla 3

Número de probetas

	Cemento tipo I			Cemento tipo MS			Cemento tipo V		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
Sin Ataque	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ataque de sulfatos insignificante	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ataque de sulfatos moderado	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ataque de sulfatos severo	3	3	3	3	3	3	3	3	3

En esta investigación se elaborará cuadros de recolección de datos según las normas de la ASTM y NTP, así como los materiales y métodos que se mencionan en éstas. Para el procesamiento de datos, cuadros, fórmulas y gráficos se va a utilizar hojas de cálculo (Ms Excel).

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Los ensayos se realizaron en base a las normas técnicas peruanas, las mismas que mencionamos a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4

Guías de Normas Técnicas Peruanas

Norma	Descripción	Aplicación en la investigación
(NTP-400.012, 2013)	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Determinar la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso.
(NTP-400.021, 2002)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso.
(NTP-400.017, 2011)	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.	Determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino.
(NTP-400.022, 2013)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino.
(NTP-339.034, 2008)	“Método de ensayo normalizado para la	Determinar la resistencia a la compresión del concreto

	determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	elaborado con cementos Pacasmayo, Quisqueya y Nacional Tipo I y agregados de cantera de cerro y río.
(NTP-339.035, 2009)	Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.	Determinar el asentamiento del concreto fresco en el laboratorio.
(NTP-339.183, 2003)	Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón en el laboratorio.	El curado de especímenes de concreto en el laboratorio será bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones que estipulan este ensayo.

Fuente: Norma Técnica Peruana.

Para la recolección de datos se utilizó protocolos, en donde se anotaron los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados.

- Para los ensayos de los agregado fino y grueso los datos obtenidos de las lecturas de las balanzas, según los protocolos del ensayo.
- Para los ensayos de concreto fresco, al igual que en los ensayos de agregados, los datos serán obtenidos de las lecturas de los instrumentos de medición usados tales como: Balanza y wincha; según los pasos establecidos en los protocolos del ensayo.
- Para los ensayos en concreto endurecido, los datos serán obtenidos de los instrumentos de medición, tales como: la prensa de concreto.

Los ensayos que se desarrollaron son:

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.
- Peso específico y absorción de agregados gruesos.
- Gravedad específica y absorción de agregados finos.
- Asentamiento del concreto.
- Peso unitario del concreto.
- Resistencia a la compresión.

Para el análisis se utiliza el programa informático Ms Excel, mediante el uso de cuadros y gráficos.

2.4 Procedimiento

En esta investigación se utilizó el método ACI comité 211-1-91 para calcular los diseños de mezclas y obtener un concreto de resistencia de $f'c=110 \text{ kg/cm}^2$ con el uso de tres tipos de cemento (cemento tipo I, MS y V) y agregado fino y grueso de río; el concreto será expuesto en la etapa de curado a tres niveles de ataque químico con sulfato de magnesio (insignificante, moderado y severo), con la finalidad de determinar el efecto en la resistencia a la compresión del concreto después del ataque con sulfatos.

Se utilizó los siguientes materiales:

- Agregado fino de río.
- Piedra angular de río.
- Cemento tipo I, MS y V
- Agua potable de la red del distrito de Cajamarca.

- Sulfato de Magnesio.

2.4.1 Selección de materiales para la elaboración de concreto.

- Los agregados fino y grueso se obtuvieron del río Cajamarquino en el distrito de Jesús de la cantera “Río Cajamarquino”.
- Se utilizó Cemento Pacasmayo tipo I, MS y V.
- Para el ataque químico al concreto por sulfatos se utilizó sulfato de magnesio adquirido en la Agroveterinaria El Campo SRL, ubicada en Revilla Pérez N° 192 – Cajamarca – Cajamarca.
- Los ensayos se realizaron en su totalidad en el laboratorio de la empresa R&H Consultoría e Ingeniería en Construcción y Servicios Generales SRL, ubicado en Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb. Docente – Cajamarca – Cajamarca.

2.4.2 Ensayos de granulometría de los agregados (ASTM D 422) MTC E107 – EM2000.

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos, los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados. El ensayo consiste en separar a través de una serie de tamices, una muestra de agregado seco y de masa conocida. Los tamices van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de partículas, tales como se muestran en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5

Tamices para agregado grueso (A.G.)

TAMIZ O MALLA	
Abertura (mm)	Nº
50.00	2”
37.50	1 ½”
25.00	1”
19.00	¾”
12.50	½”
9.50	3/8”
Cazoleta	

Fuente: (NTP-400.012, 2013)

Tabla 6

Tamices para agregado fino (A.F.)

TAMIZ O MALLA	
Abertura (mm)	Nº
4.75	4
2.36	8
1.18	16
0.6	30
0.3	50
0.15	100
0.007	200
Cazoleta	

Fuente:(NTP-400.012, 2013)

Para determinar si el material es bien gradado o no, se utiliza los siguientes usos granulométricos:

Tabla 7

Límites de gradación de agregado

Tamiz	Abertura del tamiz	Límite superior (%)	Límite inferior (%)
3/8"	9.5	100.00	100.00
N° 4	4.750	100.00	95.00
N° 8	2.360	100.00	80.00
N° 16	1.180	85.00	50.00
N° 30	0.600	60.00	25.00
N° 50	0.300	30.00	5.00
N°100	0.150	10.00	0.00

Fuente: (NTP-400.012, 2013)

Materiales y equipos

- ✓ Agregado grueso.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Juego de mallas de 1 ½", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.
- ✓ Balanza.
- ✓ Horno a 110°C±5°C.
- ✓ Taras
- ✓ Cucharón metálico.

Procedimiento

a. Agregado Fino

- Tomamos una muestra de agregado de la cantera seleccionada.
- Se procede a seleccionar la muestra por el método del cuarteo.
- Luego pesamos la muestra obtenida (1500 gr).
- Luego introducimos el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo con la norma NTP 400.012.
- Se comienza a agitar, para que sólo quede el material que en verdad es retenido.
- Una vez concluido el tamizado se procede a pesar lo que ha sido retenido en cada malla y en la cazoleta.

b. Agregado Grueso

- Tomamos una muestra de agregado de la cantera seleccionada.
- Se procede a seleccionar la muestra por el método del cuarteo.
- Luego pesamos la muestra obtenida (8000 gr).
- Luego introducimos el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo con la norma NTP 400.012.
- Se comienza a agitar, para que sólo quede el material que en verdad es retenido.
- Una vez concluido el tamizado se procede a pesar lo que ha sido retenido en cada malla.

Luego de realizar dicho ensayo tanto en el agregado grueso y fino se pasa a la elaboración de los cálculos.

2.4.3 Ensayo de peso específico y absorción:

Peso específico es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a temperaturas indicadas. Absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en agua.

Agregado grueso (NTP 400.021, 2002).

✓ **Materiales y equipos**

- Muestra de agregado grueso.
- Balanza.
- Franela.
- Taras.
- Canastilla metálica.
- Tanque con agua.

✓ **Procedimiento**

- Se seleccionó la muestra de agregado grueso.
- Se remojó el agregado durante 24 horas en agua.
- Luego de 24 horas se secó el agregado con una franela, para que éste se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS).
- Después se pesó una tara en donde se colocó el agregado.
- Luego pesamos la muestra en estado de las SSS con la tara.
- Se depositó la muestra en una canastilla metálica, la cual fue sumergida en el tanque con agua, sujeta a un gancho la cual

conectaba con una balanza, obteniendo así el peso sumergido del agregado.

- Luego se colocó la muestra en una tara, la cual fue pesada y después colocada en el horno durante 24 horas.
- Después de las 24 horas se pasó a retirar la muestra del horno, la cual fue pesada.

Agregado fino (NTP 400.022, 2002).

✓ Materiales y equipos

- Muestra de agregado fino.
- Molde de cono truncado
- Apisonador.
- Balanza.
- Taras.
- 1 fiola de 1000 ml.
- Agua.

✓ Procedimiento

- Se seleccionó la muestra de agregado grueso.
- Se remojó el agregado durante 24 horas en agua.
- Luego de 24 horas se dejó secar a intemperie a temperatura ambiente para que éste se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS).
- Después se comprobó si la muestra estaba en estado de las SSS, realizando así un ensayo en un pequeño cono metálico truncado con

un apisonador, el cono metálico es colocado con su diámetro mayor debajo, luego se introduce el agregado hasta rebasar el cono luego se compactada con 25 golpes, luego se enrasa y finalmente el conito es levantado para así comprobar si el agregado está o no en estado saturado superficialmente seco.

- Después se pesó una tara en donde se colocó el agregado.
- Luego pesamos la muestra en estado de las SSS (500 gr) con la tara.
- Luego pasamos a pesar la fiola, para después llenar de agua hasta los 1000 ml y pesamos, obteniendo así el peso de la fiola más el agua.
- Después vaciamos un poco del agua que se encuentra en la fiola para así introducir el agregado fino (500 gr).
- Luego agitamos la fiola que contiene al agregado aproximadamente durante 20 minutos.
- Después del tiempo transcurrido se llena la fiola con agua hasta los 1000 ml y pesamos.
- Colocamos el material que se encuentra en la fiola en una tara y lo colocamos en el horno durante 24 horas.
- Luego de 24 horas sacamos el material seco y lo pesamos.

(Ver imágenes en el Anexo N° 1).

2.4.4 Peso unitario.

Por el método del apisonado siguiendo el procedimiento de la norma MTP 400-017.

Se lleno la tercera parte del recipiente de medida y se nivelo la superficie con la mano.

Se apisono la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se lleno hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacto con 25 golpes como antes. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla y se determina el peso del recipiente lleno en kilogramos. (Ver imágenes en el Anexo N° 1).

2.4.5 Ensayo de Contenido de Humedad (NTP-339.185, 2013)

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de agregado, el método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo.

Materiales y equipos

- ✓ Agregado grueso con humedad natural.
- ✓ Agregado fino con humedad natural.
- ✓ Horno a $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Balanza.
- ✓ Taras
- ✓ Cucharón metálico

Procedimiento

✓ Agregado Fino

- Peso de taras.
- Cálculo aproximado de material.
- Se colocó el agregado fino húmedo en las taras y se pesó.
- Se introdujo en el horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C.
- Luego del tiempo transcurrido se dejó enfriar la muestra de agregado a la temperatura de ambiente para luego ser pesada (tara + muestra seca).
- Después se realizó el cálculo del contenido de humedad.

✓ Agregado Grueso

- Peso de taras.
- Cálculo aproximado de material.
- Se colocó el agregado grueso húmedo en las taras y se pesó.
- Se introdujo en el horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C.
- Luego del tiempo transcurrido se dejó enfriar la muestra de agregado a la temperatura ambiente para luego ser pesada (tara + muestra seca).
- Después se realizó el cálculo del contenido de humedad.

(Ver imágenes en el Anexo N° 1).

2.4.6 Diseño de mezclas de concreto

En la presente investigación se usará el Método de módulo de fineza de la combinación de agregados, de acuerdo al autor (Rivva López, 2015) en su libro Tecnología del concreto: Diseño de mezclas, manifiesta que hay muchos investigadores que cuestionan el método de diseño ACI, de tal manera que se tiene un procedimiento en el cual la relación fino grueso se modifique en función del contenido pasta en consideración del contenido de cemento de esta.

En el método de módulo de fineza de la combinación de agregados los contenidos de agregado fino y grueso varían para las diferentes resistencias siendo esta variación función, principalmente de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de mezcla del cemento.

Este método tiene una consideración fundamental además de lo ya expresado, el módulo de fineza del agregado fino o grueso es un índice de superficie específica y que en la medida en que esta aumente, se incrementa la demanda de pasta.

Según el Ingeniero Samuel Laura Huanca de la Universidad Nacional de Altiplano – Puno hace las consideraciones básicas para los diseños de mezclas.

- a) **Economía:** El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo, excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. La economía de un diseño de mezcla en particular también debería tener en cuenta el grado de control de calidad que se espera en obra.

- b) Trabajabilidad:** Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.
- c) Resistencia y Durabilidad:** En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles. Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Información requerida para el diseño de mezclas

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Tipo y marca del cemento

- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

Pasos para el proporcionamiento

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

- Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
- Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
- Elección del asentamiento (Slump).
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- Cálculo del contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- Ajustes por humedad y absorción.
- Cálculo de proporciones en peso.

Especificaciones Técnicas

Antes de diseñar una mezcla de concreto debemos tener en mente, primero, el revisar los planos y las especificaciones técnicas de obra, donde podremos encontrar todos los requisitos que fijó el ingeniero proyectista para que la obra pueda cumplir ciertos requisitos durante su vida útil.

a) Elección de la Resistencia Promedio

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará para la determinación de la resistencia promedio requerida, la Tabla 8.

Tabla 8

Resistencia a la compresión promedio

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210 $f'cr + 70$	Menos de 210 $f'cr + 70$
210 a 350 $f'cr + 84$	210 a 350 $f'cr + 84$
sobre 350 $f'cr + 98$	sobre 350 $f'cr + 98$

Fuente: (SENCICO, 2009)

b) Elección del asentamiento (Slump)

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la

Tabla 9:

Tabla 9

Consistencia de la mezcla del concreto

Tipo de Consistencia	Asentamiento	
	plg	cm
Seca	0 - 1	0 - 2.5
Semiplástica	1 - 3	2.5 - 7.5
Plástica	3 - 5	7.5 - 12.5
Semifluida	5 - 7 1/2	12.5 - 19.0
Fluida	>7 1/2	>19.0

Fuente: ACI 309

c) Selección de tamaño máximo del agregado

Para obtener el tamaño máximo, tamaño máximo nominal y módulo de finura se realiza el ensayo de granulometría a los agregados de una determinada cantera (NTP-400.012, 2013).

d) Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

La Tabla 10, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Tabla 10

Volumen Unitario del Agua (Concreto sin aire incorporado)

Asentamiento	Agua en l/m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicada			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" a 2"	207	199	190	179
3" a 4"	228	216	205	193
6" a 7"	243	228	216	202

Fuente: Comité 211 del ACI

e) Elección de la relación agua/cemento (a/c)

Para la selección de la relación a/c, se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga los requerimientos de durabilidad.

Tabla 11

Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Comité 211 del ACI

f) Cálculo del contenido de cemento

Una vez que la cantidad de agua y la relación agua/cemento han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación agua/cemento. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

g) Método A.C.I.:

El método A.C.I. es usado cuando los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C33, y este consiste en hallar el

volumen de agregado grueso por metro cúbico de concreto; para esto se hace uso de la Tabla 12. que muestra el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Después se determina el volumen de las partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso, y se obtiene dividiendo la masa unitaria compacta y la densidad aparente de la grava.

Tabla 12

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metro cubico indicados			
mm	plg	2.40	2.60	2.80	3.00
9.51	3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
19.1	3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
25.4	1	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	2	0.78	0.76	0.74	0.72
76.1	3	0.82	0.80	0.78	0.76
152.4	6	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité 211 del ACI

2.4.7 Ensayos de concreto en estado fresco.

Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP-339.035, 2009)

Procedimiento para determinar la docilidad del concreto fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams, ya sea en laboratorio o en obra.

✓ **Objetivo**

- Determinar el asentamiento del concreto fresco, mediante el uso del cono de Abrams

✓ **Materiales**

- Cono de Abrams de medidas estándar
- Varilla para apisonado de fierro liso de diámetro 5/8” y punta redondeada $l = 60\text{cm}$
- Wincha metálica
- Plancha metálica (badilejo)

✓ **Procedimiento**

- El concreto muestreado no debe tener más de 1 hora de preparado, entre la obtención de la muestra y el término de la prueba no deben pasar más de 10 minutos.
- Se colocó el molde limpio y humedecido con agua sobre una superficie plana y humedecida, pisando las aletas.
- Se colocó una carga de concreto hasta un tercio del volumen (67 mm de altura) y apasionar con la varilla lisa uniformemente, contando 25 golpes, después verter una segunda capa de concreto (155 mm de

altura) y nuevamente apasionar con la varilla lisa uniformemente, contacto 25 golpes. Los golpes en esta capa deben llegar hasta la capa anterior.

- Seguidamente, vertimos una tercera capa (en exceso) y repetir el procedimiento, siempre teniendo cuidado en que los golpes lleguen a la capa anterior. Como es usual, les faltara un poco de concreto al final, así es que tendrán que rellenar al faltante y enrasar el molde con la varilla lisa. Desde el inicio del procedimiento, hasta este punto no deben de haber pasado más de 2 minutos. Es permitido dar un pequeño golpe al molde con la varilla para que se produzca la separación del pastón.
- Se procede a retirar el molde con mucho cuidado (no deberá hacerse en menos de 5 segundos), se coloca invertido al lado del pastón, y colocamos la varilla sobre este para poder determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

2.4.8 Elaboración de probetas cilíndricas de concreto

Una vez completado los materiales y equipos, se empieza hacer el diseño de mezclas para obtener las proporciones adecuadas, luego se cubre el interior de los moldes cilíndricos de petróleo, después se elaboró la mezcla en una mezcladora de 9 pie³ de capacidad.

Se humedeció la mezcladora de concreto, para que así no absorba el agua de la mezcla, luego se pasó a introducir el agregado grueso seguidamente del agregado

fino y del cemento dejando mezclar en seco, luego se introdujo el agua y dejamos mezclar hasta que la mezcla sea homogénea, teniendo, así como resultado el concreto para la elaboración de probetas.

Luego de tener lista nuestra mezcla, pasamos a realizar el ensayo de asentamiento (NTP 339.035), con la finalidad de conocer la consistencia del concreto elaborado.

Luego de realizar los ensayos mencionados anteriormente se pasa a elaborar las probetas de concreto, añadiendo así al molde cilíndrico de 15 x 30 cm el concreto en tres capas, añadiéndole a cada un 25 golpe con una varilla de acero. A cada capa se lo golpea con un mazo de goma de 10 a 15 golpes, se enraza y se pule la superficie con una plancha de metal.

Después de 24 horas se desmolda y se pasa a colocarlas en una poza llena de agua para ser curadas, las probetas elaboradas se ensayan en una prensa de compresión a los 7 días, 14 días y 28 días de edad.

2.4.9 Ensayos del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos (NTP-339.034, 2008)

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad que se encuentra dentro de un rango prescrito hasta que ocurra la falla. La resistencia a la compresión de un espécimen se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.

✓ **Objetivo**

- El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto a una carga aplicada axialmente.

✓ **Materiales**

- Probetas de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro.
- Máquina de ensayo a compresión.
- Vernier.
- Wincha.

2.5 Aspectos éticos

La ética ha sido parte esencial en el proceso de desarrollo de esta investigación, citando y referenciado los estudios previos, antecedentes y citas que se han utilizado como base, presentándolos sin ningún tipo de alteración. Las pruebas y los resultados se han ejecutado con total honestidad y objetividad a fin de obtener datos contrastables y verdaderos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Ensayos a los materiales

3.1.1. Agregados

En la tabla 13, mostramos el resumen de los ensayos de los agregados, realizados.

Tabla 13

Propiedades físicas de los agregados obtenidas de laboratorio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		FINO	GRUESO
Perfil		-	Angular
Tamaño Máximo Nominal		-	3/4
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.58	2.66
PUSC	gr/cm ³	1.60	1.53
PUSC	gr/cm ³	1.69	1.60
Contenido de humedad	%	3.06	1.29
Absorción	%	1.32	1.09
Módulo de finura (MF)		2.93	6.50

3.1.2. Cemento

Se evaluó con 3 tipos de cemento.

- Cemento Pacasmayo portland tipo I, norma (NTP-334.009, 2016), con peso específico 3.11 g/cm³.
- Cemento Pacasmayo portland tipo MS, norma (NTP-334.009, 2016), con peso específico 3.11 g/cm³.
- Cemento Pacasmayo portland tipo V, norma (NTP-334.009, 2016), con peso específico 3.11 g/cm³.

3.1.3. Sulfato de Magnesio

Se evaluó el concreto de acuerdo con los niveles de exposición a sulfatos.

Tabla 14

Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfatos solubles en agua (SO ₄) presente en suelo (% en peso)	Sulfato (SO ₄) en agua, ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos de peso normal
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	- II, IP (MS) IS(MS) IPM(MS) I(SM)(MS)	-
Moderada	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	V	0,50
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1,500 ≤ SO ₄ < 10,000	Tipo V + Puzolana	0,45
Muy Severa	2,00 < SO ₄	10,000 < SO ₄		

Fuente: E.60. Concreto Armado. RNE.

Para la incorporación del sulfato de magnesio en nuestra investigación se tomó el nivel más alto permitido de sulfato en agua según el cuadro anterior teniendo los siguientes niveles: 149 ppm para el nivel insignificante, 1499 ppm para el nivel moderado y 9999 ppm para el nivel severo. Una ppm (parte/millón) es equivalente a 1 miligramo/litro o 0.001 gramo/litro.

3.1.4. Agua

Agua que cumple la (NTP-339.088, 2006)

3.2. Diseños de mezclas

Se realizó el diseño con el método A.C.I. Comité 211 -1 - 91, ver diseños de mezclas en el Anexo 2 y ver resumen en la tabla 15.

Tabla 15

Valores de diseño para preparar por metro cúbico de concreto

Tipo de cemento	Proporción
Tipo I	1: 0.72: 2.98: 3.90 lts/bolsa
Tipo MS	1: 0.72: 2.98: 3.90 lts/bolsa
Tipo V	1: 0.72: 2.98: 3.90 lts/bolsa

3.3. Prueba de consistencia del concreto

Para la elaboración del concreto se encontró los siguientes resultados, los mismos que mostramos en la tabla 16.

Tabla 16

Consistencia de los concretos fresco

	Cemento Portland Tipo I	Cemento Portland Tipo MS	Cemento Portland Tipo V
7 días	3.50 pulg	3.52 pulg	3.55 pulg
14 días	3.51 pulg	3.53 pulg	3.56 pulg

28 días 3.53 pulg 3.49 pulg 3.50 pulg

Se concluye que en la presente investigación la consistencia es plástica.

3.4. Ensayos de probetas cilíndricas a compresión

Los resultados obtenidos luego de someter al ensayo a compresión tanto para el concreto elaborado con Cemento Portland Tipo I, Cemento Portland Tipo MS y Cemento Portland Tipo V.

Comparación de la Resistencia a la compresión de acuerdo con el Nivel de Ataque de sulfato.

- **Cemento Pacasmayo Tipo I – 7 días**

Tabla 17

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 7 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	85.67	
149 ppm	71.50	-16.54%
1499 ppm	69.81	-18.51%
9999 ppm	66.02	-22.93%

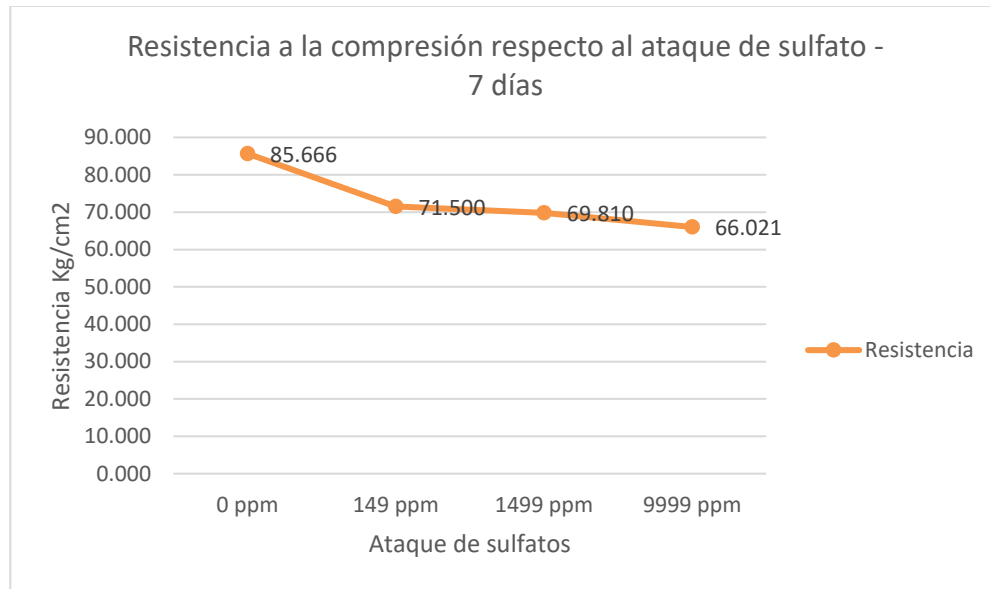


Figura 2. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 7 días

En la Tabla 17 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 85.66 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 66.02 kg/cm², lo que indica que hay un 22.93% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo I – 14 días**

Tabla 18

$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 14 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	107.24	
149 ppm	90.29	-15.81%

1499 ppm	81.94	-23.59%
9999 ppm	78.91	-26.43%

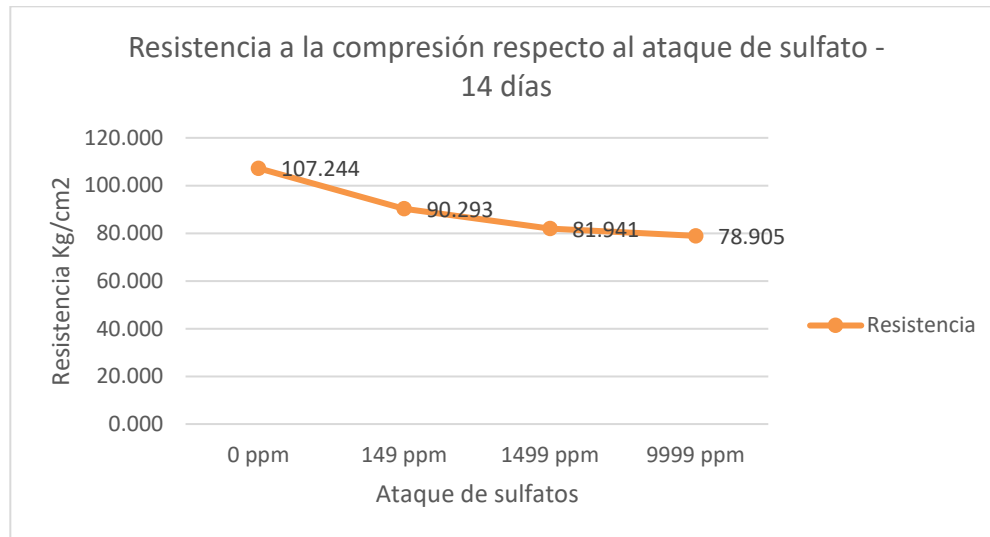


Figura 3. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 14 días

En la Tabla 18 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 107.24 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 78.91 kg/cm², lo que significa que hay un 26.43% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

• **Cemento Pacasmayo Tipo I – 28 días**

Tabla 19

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 28 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	121.50	
149 ppm	99.16	-18.38%
1499 ppm	92.57	-23.81%
9999 ppm	89.14	-26.63%

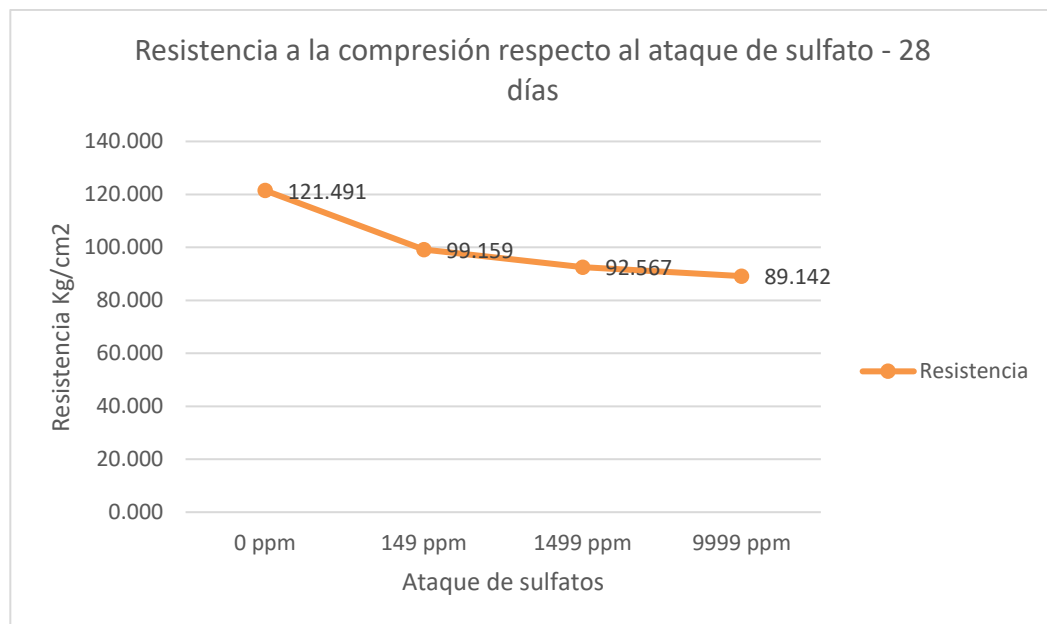


Figura 4. *f'c* respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo I - 28 días

En la Tabla 19 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 121.49 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 89.14 kg/cm², lo que significa que hay un 26.63% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo MS – 7 días**

Tabla 20

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 7 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	120.85	
149 ppm	119.89	-0.08%
1499 ppm	118.30	-2.11%
9999 ppm	113.93	-5.73%

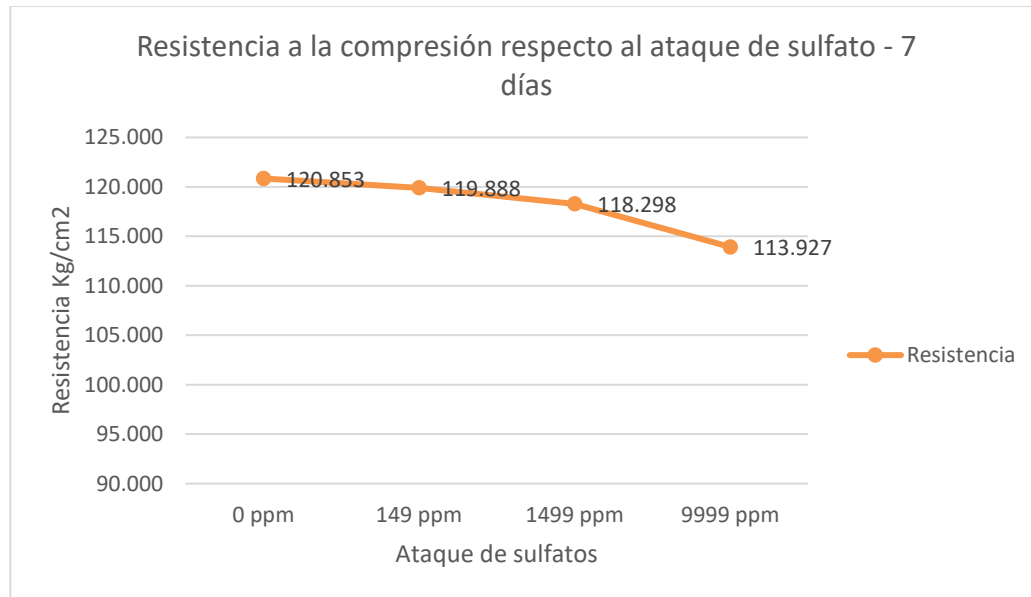


Figura 5. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 7 días

En la Tabla 20 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 120.85 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 113.93 kg/cm², lo que indica que hay un 5.73% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo MS – 14 días**

Tabla 21

$f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 14 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	169.64	
149 ppm	167.18	-1.45%

1499 ppm	165.78	-2.29%
9999 ppm	159.62	-5.91%

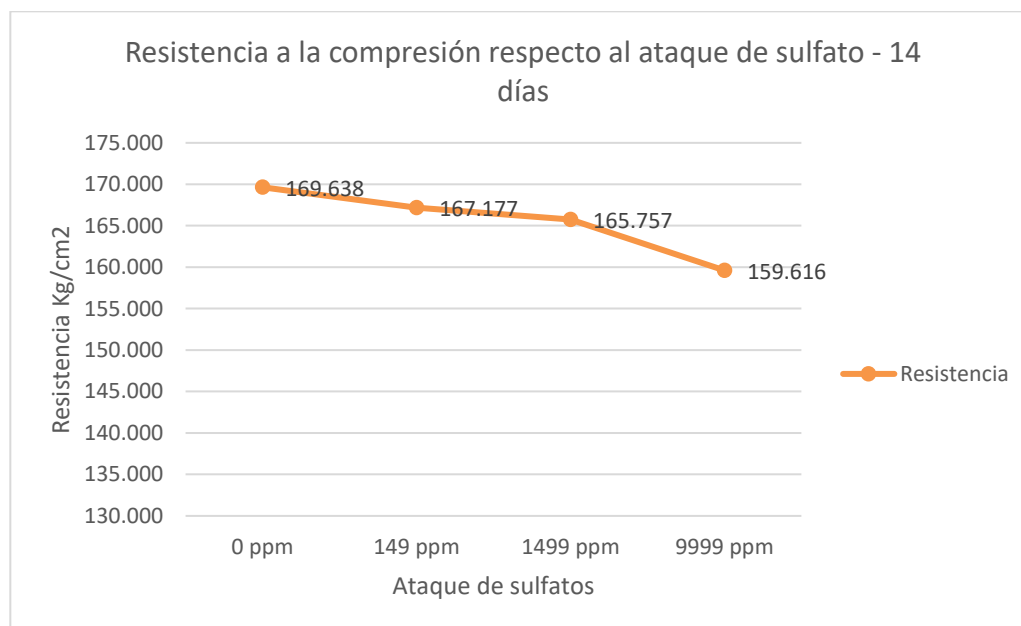


Figura 6. f_c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 14 días

En la Tabla 21 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 169.64 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 159.62 kg/cm², lo que muestra que hay un 5.91% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo MS – 28 días**

Tabla 22

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 28 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	211.24	
149 ppm	208.10	-1.49%
1499 ppm	206.30	-2.34%
9999 ppm	199.72	-5.45%

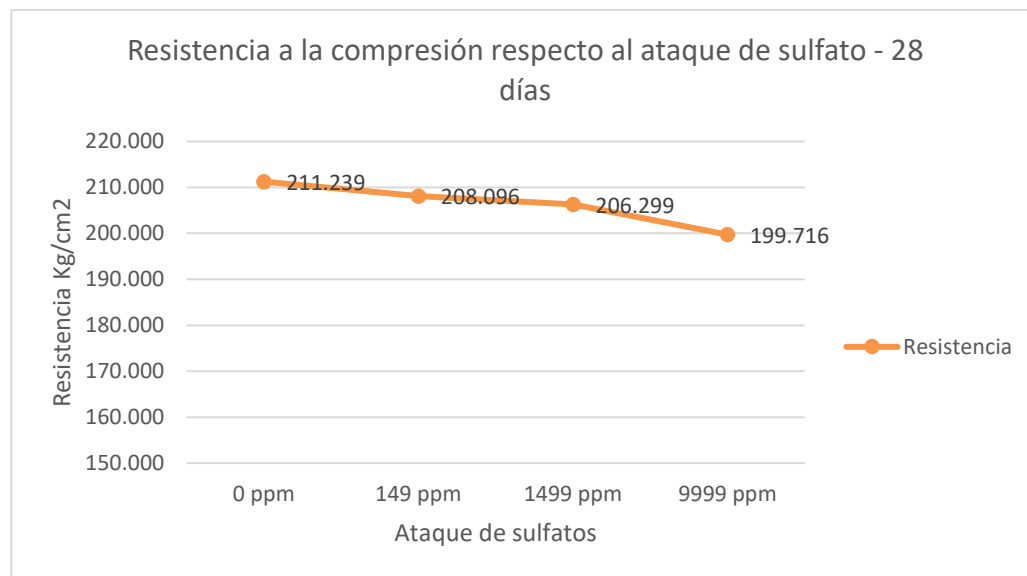


Figura 7. *f'c* respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo MS - 28 días

En la Tabla 22 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 211.24 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 199.72 kg/cm², lo que significa que hay un 5.45% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo V – 7 días**

Tabla 23

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 7 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	149.92	
149 ppm	149.51	-0.27%
1499 ppm	149.41	-0.34%
9999 ppm	149.20	-0.48%

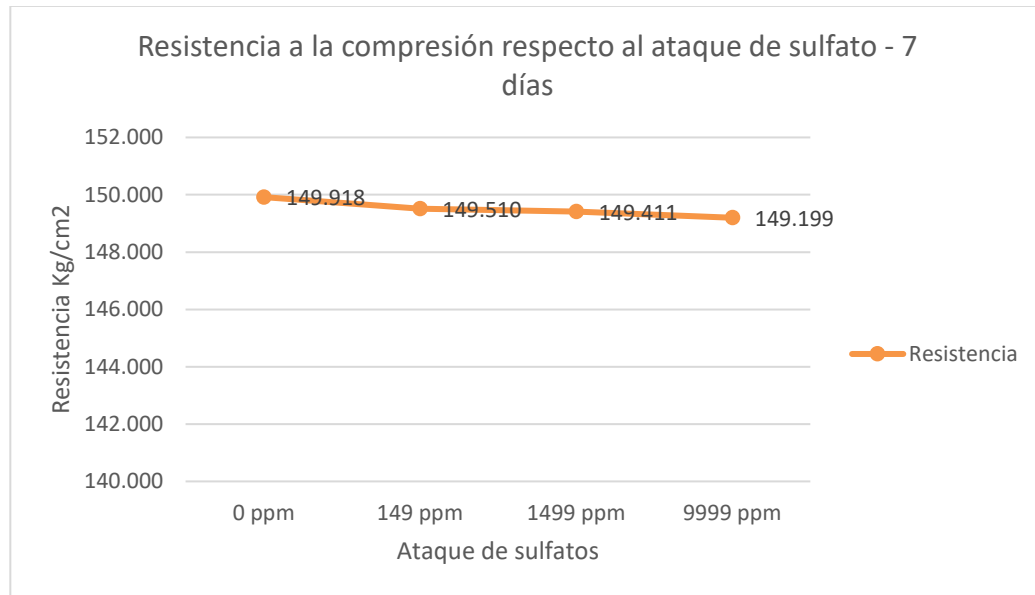


Figura 8. f_c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 7 días

En la Tabla 23 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 149.92 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 149.20 kg/cm², lo que significa que hay un 0.48% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

- **Cemento Pacasmayo Tipo V – 14 días**

Tabla 24

f_c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 14 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	165.41	
149 ppm	164.34	-0.65%

1499 ppm	164.47	-0.57%
9999 ppm	164.13	-0.77%

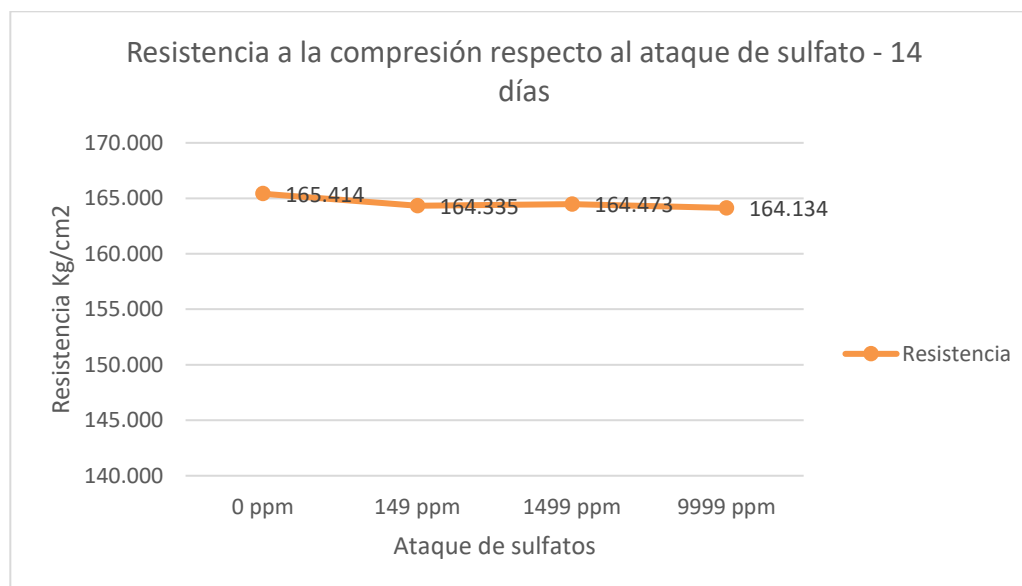


Figura 9. $f'c$ respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 14 días

En la Tabla 24 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 165.41 kg/cm² y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 164.13 kg/cm², lo que indica que hay un 0.77% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un ataque de sulfato severo.

• **Cemento Pacasmayo Tipo V – 28 días**

Tabla 25

f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 28 días

Ataque de Sulfato	Resistencia (kg/cm ²)	Variación %
0 ppm	189.829	
149 ppm	188.490	-0.71%
1499 ppm	188.545	-0.68%
9999 ppm	188.290	-0.81%

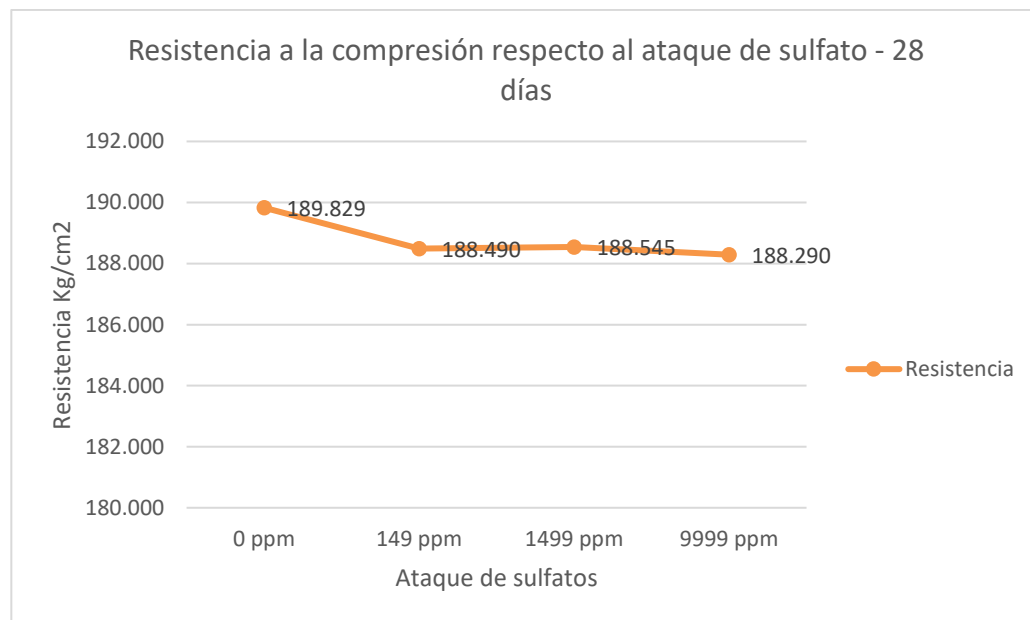


Figura 10. *f'c respecto al ataque de sulfato en el cemento Tipo V - 28 días*

En la Tabla 25 se puede observar los siguientes datos: Para un ataque de 0 ppm de sulfato se obtiene una resistencia de 189.83 kg/cm^2 y para un ataque de sulfato 9999 ppm se obtiene una resistencia de 188.29 kg/cm^2 , que muestra que hay un 0.81% de variación negativa entre el concreto sin exposición a los sulfatos con respecto a un

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

De los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión podemos deducir que el concreto elaborado con los tres tipos de cemento utilizados en esta investigación sufren un efecto negativo ante un ataque de sulfatos, pero el cemento Pacasmayo tipo I es el más afectado por presentar una pérdida promedio en su resistencia a la compresión de 21.40% pues es un cemento normal que se produce con la adición de Clinker más yeso (Alfaro y Laura 2014, p. 28), con respecto al concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo MS la exposición del ataque de sulfato no le afecta en gran manera ya que su pérdida de resistencia a la compresión en promedio se encuentra en 3.06% y finalmente el concreto elaborado con el cemento Pacasmayo Tipo V es el que mejor performance tiene en los ensayos de resistencia ya que la disminución promedio de su resistencia fue de 0.59%, esto verifica lo que nos indica en su ficha técnica que es un cemento para obras que se encuentran en contacto agresivo con sulfatos; adicionalmente por su bajo contenido de C_3A (Alita), que es menor al 5%. (Alfaro y Laura, 2014, p. 28)

En esta investigación para el concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo I, para 28 días de curado frente exposición de sulfatos moderada (1499 ppm) y severa (9999 ppm) causó un efecto negativo ocasionando una pérdida en la resistencia a la compresión en 31.25% y 36.29% respectivamente, en relación al patrón (sin exposición); comparando con la investigación de Vega (2019), cuyo concreto fue elaborado con cemento Sol tipo I obtuvo 32.80 % y 20.23% de disminución del f'_c ; se puede apreciar una variación en el nivel severo

ya que Vega ha utilizado una exposición de 9000 ppm y un $a/c = 0.53$ (aprox. $f'c = 245$ kg/cm²); mientras que en nuestra investigación hemos utilizado 9999 ppm con una resistencia $f'c = 110$ kg/cm², pero en líneas generales en ambas investigaciones se observa la pérdida de resistencia a la compresión del concreto después del ataque de sulfatos.

En la investigación de Chacón (2018), usó un concreto elaborado con cemento Quisqueya tipo I, $a/c = 0.60$ (aprox. $f'c = 210$ kg/cm²), sometido al ataque de sulfato moderado (1400 ppm) y severo (9500 ppm) y obtuvo una disminución de resistencia con respecto al patrón de 0.24% y 8.57% respectivamente, en comparación con nuestra investigación con cemento Pacasmayo tipo I, $f'c = 110$ kg/cm², ataque moderado (1499 ppm) y severo (9999 ppm), se obtuvo una pérdida con respecto al patrón de 23.81% y 26.63% respectivamente, según estos resultados inferimos que en ambos casos hay variación negativa pero que el cemento Pacasmayo tipo I es más vulnerable que el Quisqueya tipo I; los resultados obtenidos en la investigación de Chacón son más semejantes con nuestros resultados a 28 días del concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo MS donde hemos obtenido una variación negativa de 2.34% y 5.45% respectivamente.

Prueba de hipótesis:

En respuesta al problema formulado, se planteó la siguiente hipótesis: “La resistencia a compresión del concreto $f'c = 110$ kg/cm², para los cimientos corridos, disminuye en un 15% utilizando cemento tipo I, disminuye en un 10% utilizando cemento tipo MS y disminuye en un 5% utilizando cemento tipo V, al ataque de los sulfatos”.

Siguiendo la metodología planteada y con el desarrollo de los objetivos, se puede observar que desde un principio según el nivel de ataque tuvo una tendencia decreciente respecto a la resistencia a la compresión.

Para el concreto elaborado con cemento Tipo I, la resistencia a la compresión del concreto con ataque severo de sulfatos, disminuye en promedio 21.40% respecto al mismo tipo de concreto sin ataque; por lo que se rechaza la hipótesis formulada para el concreto elaborado con cemento Tipo I.

Para el concreto elaborado con cemento Tipo MS, la resistencia a la compresión del concreto con ataque severo de sulfato, disminuye en promedio 3.06% respecto al concreto sin ataque; por lo que se acepta la hipótesis formulada para el concreto elaborado con cemento Tipo MS.

Para el concreto elaborado con cemento Tipo V, la resistencia a la compresión del concreto con ataque severo de sulfato, disminuye en promedio 0.59% respecto al concreto sin ataque; por lo que se acepta la hipótesis formulada para el concreto elaborado con cemento Tipo V.

- **Limitaciones e Implicancias**

Limitaciones

- Una de las principales fue el acceso a laboratorio especializado ya que por pandemia el laboratorio de la universidad se encontraba cerrado.
- En lo económico, la falta de recursos impidió la elaboración de una mayor cantidad de especímenes y tener una muestra más significativa.
- Carencia de información acorde con nuestra investigación, no existen muchas investigaciones con los mismos parámetros.

- En lo logístico, el agenciamiento del cemento Pacasmayo portland tipo V, ya que en Cajamarca no tiene mucha demanda.

Implicancias

- Desde un punto de vista práctico va a beneficiar a la población en general ya que éstos podrían utilizar la información para aplicarlas en los cimientos de sus viviendas ya que damos a conocer que existen cementos resistentes a los ataques de sulfatos para los diferentes niveles de ataque que existen según los parámetros mencionados en la norma E.60. Concreto Armado. RNE. También incentivamos a que la población realice un estudio de suelos para así determinar los componentes y elegir el cemento más apropiado generando una mayor duración de sus construcciones y reduciendo costos presentes y futuros.
- Desde el punto de vista metodológico esperamos contribuir a incrementar la literatura que se relacionan con los cementos que son resistentes a los ataques de sulfatos y que sirva de guía los estudiantes de Ingeniería Civil en futuras investigaciones.

4.2. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- De acuerdo con nuestra investigación podemos determinar que el concreto elaborado con cemento Portland tipo I con $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ es más susceptible a sufrir daño cuando es expuesto a un ataque de sulfatos lo que a su vez se traduce en una mayor pérdida de resistencia a la compresión; por otro lado el concreto elaborado con cemento Portland tipo MS y V con $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ presentan mejor

comportamiento al ataque de sulfatos y su resistencia en las pruebas de compresión no se ven muy afectadas.

- El método que se utilizó para el diseño de mezclas de concreto para cimientos corridos con un $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ fue el ACI Comité 211 – 1 – 91, obteniéndose el siguiente diseño 1:3:4 por saco de cemento.
- Mediante los ensayos de resistencia del concreto endurecido con $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento Portland Tipo I, MS y V, para los ataques: Insignificante, moderado y severo de sulfatos para edades de 7, 14 y 28 días de curado; Se concluye que los tres tipos de concreto pierden resistencia a la compresión; apreciándose el cemento Portland tipo I es el más afectado tal como muestran los resultados: cemento Pacasmayo Tipo I; para 7 días, ataque insignificante 16.54%, moderado 18.51% y severo 22.93%; para 14 días, ataque insignificante 15.81%, moderado 23.59% y severo 26.43%; para 28 días, ataque insignificante 18.38%, moderado 23.81% y severo 26.63%. Cemento Tipo MS; para 7 días, ataque insignificante 0.8%, moderado 2.11% y severo 5.73%; para 14 días, ataque insignificante 1.45%, moderado 2.29% y severo 5.91%; para 28 días, ataque insignificante 1.49%, moderado 2.34% y severo 5.45%. Cemento Tipo V; para 7 días, ataque insignificante 0.27%, moderado 0.34% y severo 0.48%; para 14 días, ataque insignificante 0.65%, moderado 0.57% y severo 0.77%; para 28 días, ataque insignificante 0.71%, moderado 0.68% y severo 0.81%.
- Finalmente, después de evaluar los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 110 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento Portland Tipo I, MS y V, expuestos a un ataque insignificante; moderado y severo

de sulfatos para edades de 7, 14 y 28 días de curado. Podemos decir que el uso de cemento Pacasmayo tipo I para el concreto de cimientos corridos no es apto para suelos con la presencia sulfatos ya que su resistencia a la compresión tiene una pérdida entre 18.38% – 26.63% a los 28 días de curado, en cambio el concreto elaborado con cemento Pacasmayo Tipo MS la pérdida de resistencia varía entre 1.49% - 5.45% a los 28 días de curado y el Tipo V la pérdida de resistencia varía entre 0.71% - 0.81% a los 28 días de curado; mostrando una mayor resistencia al ataque de sulfatos en suelos que incluso presentan un ataque de nivel severo.

Recomendaciones:

Se tienen las siguientes recomendaciones:

- Para futuras investigaciones en el tema se recomienda realizar pruebas con diferentes $f'c$.
- Se recomienda hacer una investigación comparando diferentes marcas de cemento con un $f'c$ uniforme para todos los especímenes.
- Según la investigación realizada, se observa que el concreto elaborado con cemento Pacasmayo Tipo V, es el más apto para soportar ataques de sulfatos hasta en un nivel severo, pero en Cajamarca es difícil agenciarse de este tipo cemento por lo que se recomienda usar el tipo MS además de tener un menor costo en relación con el tipo V.

REFERENCIAS

- Alfaro, T. J. & Laura, L (2014). *Estudio comparativo para la sustitución de un cemento Portland tipo V entre un cemento puzolánico con especificaciones de la performance tipo HS en la fábrica de cemento Yura S.A.* (Tesis para optar el título de ingeniero químico). Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado el 11 de enero de 2021 de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3984/IQIacolj060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, J. (2009). *Durabilidad en estructuras de concreto armado, localizadas frente a la costa.* (Tesis para optar el grado de maestro en ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México. Recuperado el 11 de enero de 2021 de http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2993/_TESIS_COMPLETA.pdf?sequence=1
- Becosan. *Concreto Ciclópeo.* Definición. Recuperado el 29 de octubre de 2020 de <https://www.becosan.com/es/concreto-ciclopeo/>
- Chacón, M. (2018). *Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I – Lima 2018.* (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad César Vallejo. Lima, Perú. Recuperado el 11 de enero de 2021 de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25013/Chac%C3%B3n_QMJ.pdf?sequence=1
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado.* Tercera Edición. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo editorial. Recuperado el 12 de enero de 2021 de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/diseño-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>

- Hernández, O., & Mendoza, C.J. (2005). *Durabilidad e infraestructura: retos e impacto socioeconómico*. (Artículo Revista). División de estudios de posgrado, facultad de ingeniería, UNAM e Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México. Recuperado el 18 de diciembre de 2020 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432006000100005
- Jiménez, E.R. & Lozano, H. (2018). *Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del atlántico colombiano*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado el 11 de enero de 2021 de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22815/1/Documento.pdf>
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia. Recuperado el 12 de enero 2021 de <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- Laura, S. (2006). *Diseño de mezclas de concreto*.
- Vega, M. (2019). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometidos a acción de sulfatos – Ancón, 2019*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad César Vallejo. Lima, Perú. Recuperado el 11 de enero de 2021 de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47181>
- Cieza, W., & Guevara, M. A. (2020). *Influencia del tiempo y espesor de capa de caliza sobre la remoción de hierro total y sulfatos mediante un humedal artificial de un drenaje ácido de minas del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2020*. (Tesis para optar el título de ingeniero ambiental y prevención de riesgos). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca, Perú. Recuperado el 13 de enero de 2021 de

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1464/TESIS%20FINAL%20Wilder%20-%20Miguel.%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NTP 339.034:2015. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4° Edición, el 31 de diciembre de 2015. Recuperado el 12 de enero de 2021 de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22254>

NTP 339.034:2008 HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed. R. 001-2008/INDECOPI-CRT (2008-01-25).

Norma E.050. Suelos y cimentaciones. Reglamento nacional de edificaciones (2018). Lima, Perú. Recuperado el 12 de enero de 2021 de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf

Norma E.060. Concreto armado. Reglamento nacional de edificaciones (2009). Lima, Perú. Recuperado el 11 de enero de 2021 de <https://drive.google.com/file/d/1YygoHSNpu2-UfJLmSa-C1Wxr6oFAfCwA/view>

ACI Committee 201, “Guide to durable concrete”. Report ACI 201R, American Concrete Institute, Detroit, EUA, 1982. Recuperado el 12 de enero de 2021 de http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20201.2R-08%20Guide%20to%20Durable%20Concrete_MyCivil.ir.pdf

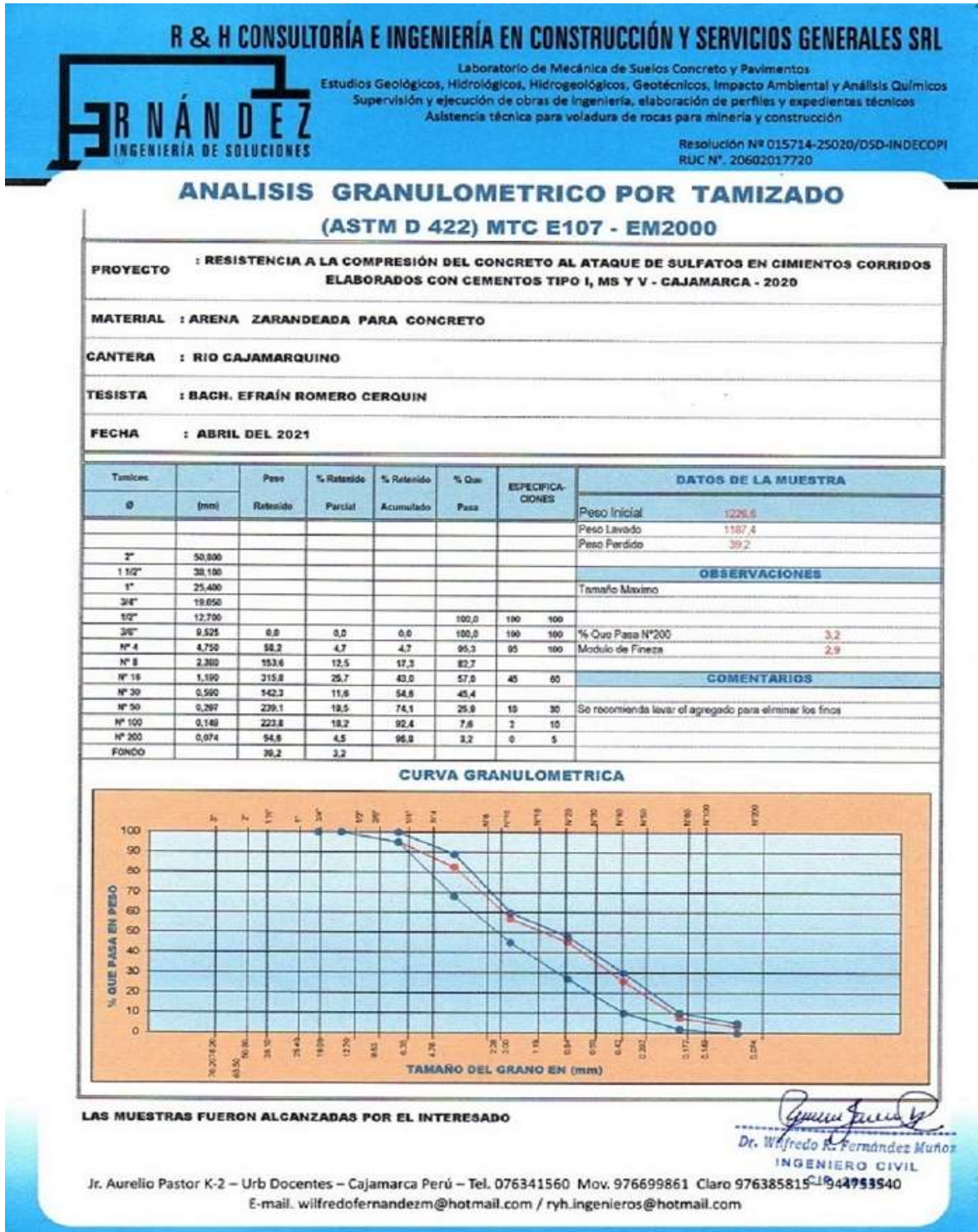
ASTM C 150. Tipos de cementos portland. Recuperado el 12 de enero de 2021 de <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Revista%20ACI%20No%202%20especificaciones%20cemento.pdf>

ASTM C 595. Tipos de cementos hidráulicos adicionados. Recuperado el 12 de enero de 2021 de <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Revista%20ACI%20No%202%20especificaciones%20cemento.pdf>

ASTM C 1157. Tipos de cemento hidráulico. Recuperado el 12 de enero de 2021 de <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Revista%20ACI%20No%202%20especificaciones%20cemento.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Ensayo de los agregados



R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

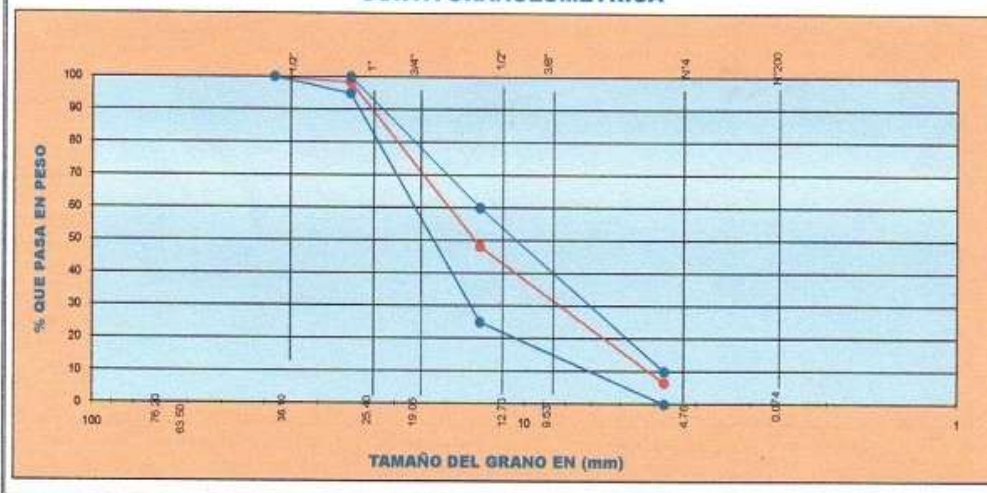
Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC Nº. 20602017720

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020
CANTERA	: RIO CAJAMARQUINO
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN
FECHA	: ABRIL DEL 2021

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACIONES	DATOS DE LA MUESTRA
Ø	(mm)					Peso Inicial: 8547
					DESIGNACIÓN N° 07	Peso Lavado: 8490
						Peso Perdido: 57,0
2"	50.800					
1 1/2"	38.100			100	100 100	
1"	25.400	145,8	1,7	98,3	95 100	OBSERVACIONES
3/4"	19.050	1042,6	12,2	86,1		Tamaño Máximo: 1"
1/2"	12.700	3241,6	37,9	62,1	25 60	
3/8"	9.525	1546,3	18,1	44,0		% Que Pasa N°200: 0,7
N° 4	4.750	2015,4	23,6	76,4	0 10	Modulo de Fineza: 6,5
N° 200	0,074	498,5	5,8	94,2	0 1	COMENTARIOS:
FONDO		57,0	0,7			

CURVA GRANULOMÉTRICA



LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


Dr. Wilfredo R. Fernández Nuñez
INGENIERO CIVIL
CIP 28862

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO DE ABRASIÓN (METODO ASTM C 131)

PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CANTERA	: RIO CAJAMARQUINO
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN
FECHA	: ABRIL DEL 2021

GRADACIÓN "A"	
MUESTRA - TAMIZ	1
PASA - RETIENE	PESO (gr)
1 1/2" - 1"	1281
1" - 3/4"	1282
3/4" - 1/2"	1275
1/2" - 3/8"	1271
TOTAL	5109
PESO RETENIDO TAMIZ N° 12	4095
% DESGASTE	24,8

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26852

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO NTP 400.017 / ASTM C - 29

PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020		
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CANtera	: RIO CAJAMARQUINO		
FECHA	: ABRIL DEL 2021	AGREGADO FINO	

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO (ARENA ZARANDEADA)

DESCRIPCION	UNIDAD	SUELTO		
Ensayo		1	2	3
Recipiente N°				
Recipiente + Suelo seco	gr.	8682	8695	8687
Peso del Recipiente	gr.	5221	5221	5221
Peso de la Muestra	gr.	3461,0	3474,0	3466,0
Volumen del Molde	gr.	2114,0	2114,0	2114,0
Peso unitario	gr/cc	1,637	1,643	1,640
Peso Unitario Promedio		1,640		

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO

DESCRIPCION	UNIDAD	VARILLADO		
Ensayo		I	II	III
Recipiente N°				
Recipiente + Suelo seco	gr.	8790	8785	8856
Peso del Recipiente	gr.	5221	5221	5221
Peso de la Muestra	gr.	3569,0	3564,0	3635,0
Volumen del Molde	gr.	2114,0	2114,0	2114,0
Peso unitario	gr/cc	1,688	1,686	1,719
Peso Unitario Promedio		1,698		

LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO NTP 400.017 / ASTM C - 29

PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020		
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CANTERA	: RIO CAJAMARQUINO		
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN		
FECHA	: ABRIL DEL 2021	AGREGADO GRUESO	

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO (PIEDRA ZARANDEADA)

DESCRIPCION	UNIDAD	SUELTO		
Ensayo				
Recipiente N°		A	B	C
Recipiente + Suelo seco	gr.	8456	8454	8583
Peso del Recipiente	gr.	5221	5221	5221
Peso de la Muestra	gr.	3235,0	3233,0	3362,0
Volumen del Molde	gr.	2114,0	2114,0	2114,0
Peso unitario	gr/cc	1,530	1,529	1,590
Peso Unitario Promedio		1,550		

ENSAYO DE PESO UNITARIO SECO

DESCRIPCION	UNIDAD	VARILLADO		
Ensayo				
Recipiente N°		1	2	3
Recipiente + Suelo seco	gr.	8633	8611	8630
Peso del Recipiente	gr.	5221	5221	5221
Peso de la Muestra	gr.	3412,0	3390,0	3409,0
Volumen del Molde	gr.	2114,0	2114,0	2114,0
Peso unitario	gr/cc	1,614	1,604	1,613
Peso Unitario Promedio		1,610		

LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N° 20602017720

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN

PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CANTERA	: RIO CAJAMARQUINO
TESISTA	: BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN
FECHA	: ABRIL DEL 2021

AGREGADO GRUESO

(NORMA ASTM - C 127)

DESCRIPCION ENSAYO	UNIDAD	PIEDRA CHANCADA			PROMEDIO
		I	II	III	
A) Peso Material Saturado Superf. Seca (en el aire)	gr.	1330,5	953,4	1266,7	
B) Peso Material Saturado Superf. Seca (sumergida)	gr.	824,6	593,1	788,2	
C) Volumen de Masa + Volumen de vacios	gr/cm3	505,9	360,3	478,5	
D) Peso del material seco al horno (105 °c)	gr/cm3	1314,5	943,6	1253,7	
E) Volumen de masa	gr/cm3	489,9	350,5	465,5	
P.E Bulk (base seca)	gr/cm3	2,598	2,619	2,620	2,61
P.E Bulk (base saturada)	gr/cm3	2,630	2,646	2,647	2,64
P.E Aparente (base seca)	gr/cm3	2,683	2,692	2,693	2,69
% Absorción	%	1,217	1,039	1,037	1,088

AGREGADO FINO

(NORMA ASTM - C 128)

DESCRIPCION ENSAYO	UNIDAD	ARENA SARANDEADA			PROMEDIO
		1	2	3	
A) Peso Material Saturado Superficialmente Seca (en el aire)	gr.	503,78	501,10	501,24	
B) Peso Fiola + H2O	gr.	672,40	622,20	618,30	
C) Peso Fiola + H2O + A	gr.	1176,2	1123,3	1119,5	
D) Peso del material + H2O + frasco	gr.	981,50	931,20	927,50	
E) Volumen de masa + Volumen de Vacios	gr/cm3	194,68	192,10	192,04	
F) Peso material seco en horno (105°c)	gr.	495,20	495,70	495,60	
G) Volumen de masa	gr/cm3	186,10	186,70	186,40	
P.E bulk (base seca)	gr/cm3	2,544	2,580	2,581	2,568
P.E bulk (base saturada)	gr/cm3	2,588	2,609	2,610	2,60
P.E Aparente (base seca)	gr/cm3	2,66	2,66	2,66	2,66
% Absorción	%	1,73	1,09	1,14	1,320

LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28882

ANEXO N° 2. Diseños de mezclas para los concretos elaborados con cemento Tipo I, Tipo MS y Tipo V.

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	CEMENTO TIPO I

$f_c = 110 \text{ kgs/cm}^2$

METODO : ACI comité 211-1-91

A.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO

(ARENA ZARANDEADA)

1.- Peso específico de masa	2583	kg/m ³
2.- Contenido de absorción	1.320	%
3.- Contenido de humedad	3.06	%
4.- Peso unitario suelto seco	1598	kg/m ³
5.- Peso unitario compactado seco	1690	kg/m ³
6.- Modulo de finura	2.93	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	3.20	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

B.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

Perfil

Angular

1.- Peso específico de masa	2656.0	gr/cm ³
2.- Contenido de humedad	1.29	%
3.- Contenido de absorción	1.098	%
4.- Peso unitario compactado seco	1599	kg/cm ³
5.- Peso unitario suelto seco	1530	kg/cm ³
6.- Modulo de finura	6.50	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	0.70	%
8.- Abrasión	24.6	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

Elemento Estructural :

C) INFORMACIÓN

Cemento Tipo I

1.- Peso Especifico	3110	kg/m ³
P.E. Cemento =		

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

110 kgs/cm²

s	30	kg/cm ²
Tabla	7.4.1	
f_c	$f_c + 1.34s$	


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



" DATOS DE DISEÑO "

1.- RELACIÓN - AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA Agua 205 lit/m3
0,76

CEMENTO 270 kg/m3

2.- Slump. = 3" a 4"

3.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO 1039 kg/m3

4.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

CEMENTO	=	270	/	3110	0,087	m3
AGUA	=	205	/	1000	0,205	m3
P.E AGUA	=	1000				
AIRE	=	1,5%			0,015	m3
A. GRUESO	=	1039		2656	0,391	m3
Total	=				0,698	m3
Volumen del agregado fino * m3		1,00	*	0,698	0,302	m3
Peso del agregado fino * m3		0,302	*	2583	779,9	kg/m3

5.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,9	*	1,0306	803,79	kg/m3
A. grueso	1039	*	1,0129	1052,8	kg/m3

6.- APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,93	(	3,06	-	1,32	)	13,57
A. Grueso	1039	(	1,29	-	1,10	)	2,00
							11,58

agua efectiva si los agregados no se encuentran saturados 193 Lts/m3

El agua en obra será ajustado de acuerdo a las humedades de los materiales.

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO

cemento	:	270	kgs/m3	6,35	hls/m3
agua	:	193,42	Lts/m3		
a. fino	:	803,79	kgs/m3	0,49	m3
a. grueso	:	1052,76	kgs/m3	0,68	m3
total	:	2319,71	kgs/m3		

8.- PROPORCIÓN EN PESO

cemento	:	269,74	/	269,74	1
agua	:	193,42	/	269,74	0,72
a. fino	:	803,79	/	269,74	2,98
a. grueso	:	1052,76	/	269,74	3,90


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 20882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

9.- PESO DE LOS MATERIALES POR SACO DE CEMENTO

cemento	:	1	*	42,5	42,5	kgs/saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	Lts./saco
a. fino	:	2,98	*	42,5	126,65	kgs/saco
a. grueso	:	3,90	*	42,5	165,87	kgs/saco

10.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO SUELTO

a. fino	:	1598	*	1,0306	1646,90	kgs/m3
a. grueso	:	1530	*	1,0129	1549,737	kgs/m3

11.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO POR PIE CUBICO

a. fino	:	1646,90	/	35,3	46,65	kgs/pie3
a. grueso	:	1549,737	/	35,3	43,90	kgs/pie3

12.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA 01 BOLSA DE CEMENTO

cemento	:	42,5	/	42,5	1	saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	lts./saco
a. fino (arena gruesa)	:	126,65	/	46,65	3,71	pie3/saco
a. grueso	:	165,87	/	43,90	3,78	pie3/saco

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 28882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	CEMENTO TIPO MS

$f'c = 110 \text{ kgs/cm}^2$

METODO : ACI comité 211-1-91

A.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO

(ARENA ZARANDEADA)

1.- Peso específico de masa	2583	kg/m ³
2.- Contenido de absorción	1,320	%
3.- Contenido de humedad	3,06	%
4.- Peso unitario suelto seco	1598	kg/m ³
5.- Peso unitario compactado seco	1690	kg/m ³
6.- Modulo de finura	2,93	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	3,20	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

B.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

Perfil

Angular

1.- Peso específico de masa	2656.0	gr/cm ³
2.- Contenido de humedad	1,29	%
3.- Contenido de absorción	1,098	%
4.- Peso unitario compactado seco	1599	kg/cm ³
5.- Peso unitario suelto seco	1530	kg/cm ³
6.- Modulo de finura	6,50	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	0,70	%
8.- Abración	24,6	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

Elemento Estructural. :

C)

INFORMACIÓN

Cemento Tipo MS

1.- Peso Especifico	3110	kg/m ³
P.E. Cemento =		

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

110 kgs/cm²

s	30	kg/cm ²
Tabla	7.4.1	
$f'c$	$f'c + 1.34s$	

RESISTENCIA PROMEDIO = 150 kg/cm²

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com

Wilfredo R. Fernández Muñoz
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



" DATOS DE DISEÑO "

1.- RELACIÓN - AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA Agua 205 lit/m³
0,76

CEMENTO 270 kg/m³

2.- Slump. = **3" a 4"**

3.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO **1039** kg/m³

4.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

CEMENTO	=	270	/	3110	0,087	m ³
AGUA	=	205	/	1000	0,205	m ³
P.E AGUA	=	1000				
AIRE	=	1,5%			0,015	m ³
A. GRUESO	=	1039		2656	0,391	m ³
Total	=				0,698	m ³
Volumen del agregado fino * m ³		1,00	*	0,698	0,302	m ³
Peso del agregado fino * m ³		0,302	*	2583	779,9	kg/m ³

5.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,9	*	1,0306	803,79	kg/m ³
A. grueso	1039	*	1,0129	1052,8	kg/m ³

6.- APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,93	(	3,06	-	1,32	)	13,57
A. Grueso	1039	(	1,29	-	1,10	)	2,00
							11,58

agua efectiva si los agregados no se encuentran saturados 193 Lts/m³

El agua en obra será ajustado de acuerdo a las humedades de los materiales .

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO

cemento	:	270	kgs/m ³	6,35	bls/m ³
agua	:	193,42	Lts/m ³		
a. fino	:	803,79	kgs/m ³	0,49	m ³
a. grueso	:	1052,76	kgs/m ³	0,68	m ³
total	:	2319,71	kgs/m ³		

8.- PROPORCIÓN EN PESO

cemento	:	269,74	/	269,74	1
agua	:	193,42	/	269,74	0,72
a. fino	:	803,79	/	269,74	2,98
a. grueso	:	1052,76	/	269,74	3,90


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28862

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

9.- PESO DE LOS MATERIALES POR SACO DE CEMENTO

cimento	:	1	*	42,5	42,5	kgs/saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	Lts/saco
a. fino	:	2,98	*	42,5	126,65	kgs/saco
a. grueso	:	3,90	*	42,5	165,87	kgs/saco

10.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO SUELTO

a. fino	:	1598	*	1.0306	1646,90	kgs/m3
a. grueso	:	1530	*	1,0129	1549,737	kgs/m3

11.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO POR PIE CUBICO

a. fino	:	1646,90	/	35,3	46,65	kgs/pie3
a. grueso	:	1549,737	/	35,3	43,90	kgs/pie3

12.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA 01 BOLSA DE CEMENTO

cimento	:	42,5	/	42,5	1	saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	lts./saco
a. fino (arena gruesa)	:	126,65	/	46,65	2,71	pie3/saco
a. grueso	:	165,87	/	43,90	3,78	pie3/saco

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 26882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°: 20602017720



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	CEMENTO TIPO V

$f_c = 110 \text{ kgs/cm}^2$

METODO : ACI comité 211-1-91

A.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO

(ARENA ZARANDEADA)

1.- Peso específico de masa	2588	kg/m ³
2.- Contenido de absorción	1,320	%
3.- Contenido de humedad	3,06	%
4.- Peso unitario suelto seco	1598	kg/m ³
5.- Peso unitario compactado seco	1690	kg/m ³
6.- Modulo de finura	2,93	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	3,20	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

B.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)

Perfil

	Angular	
1.- Peso específico de masa	2656,0	gr/cm ³
2.- Contenido de humedad	1,29	%
3.- Contenido de absorción	1,098	%
4.- Peso unitario compactado seco	1599	kg/cm ³
5.- Peso unitario suelto seco	1530	kg/cm ³
6.- Modulo de finura	6,50	%
7.- Partículas menores tamiz N° 200	0,70	%
8.- Abración	24,6	%

PROCEDENCIA : CANTERA RIO CAJAMARQUINO

Elemento Estructural. :

C) INFORMACIÓN

Cemento Tipo V

1.- Peso Especifico	3110	kg/m ³
P.E. Cemento =		

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

s	30	kg/cm ²
Tabla	7.4.1	
f c	f c + 1.34s	

RESISTENCIA PROMEDIO = 150 kg/cm²

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 26882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



" DATOS DE DISEÑO "

1.- RELACIÓN - AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA Agua 205 lit/m³
0,76

CEMENTO 270 kg/m³

2.- Slump, = **3" a 4"**

3.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO **1039** kg/m³

4.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

CEMENTO	=	270	/	3110	0,087	m ³
AGUA	=	205	/	1000	0,205	m ³
P.E AGUA	=	1000				
AIRE	=	1,5%			0,015	m ³
A. GRUESO	=	1039		2656	0,391	m ³
Total	=				0,698	m ³
Volumen del agregado fino * m ³		1,00	*	0,698	0,302	m ³
Peso del agregado fino * m ³		0,302	*	2583	779,9	kg/m ³

5.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,9	*	1,0306	803,79	kg/m ³
A. grueso	1039	*	1,0129	1052,8	kg/m ³

6.- APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

A. fino	779,93	(	3,06	·	1,32	)	13,57
A. Grueso	1039	(	1,29	·	1,10	)	2,00
							11,58

agua efectiva si los agregados no se encuentran saturados 193 Lts/m³

El agua en obra será ajustado de acuerdo a las humedades de los materiales.

7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO

cemento	:	270	kgs/m ³	6,35	bls/m ³
agua	:	193,42	Lts/m ³		
a. fino	:	803,79	kgs/m ³	0,49	m ³
a. grueso	:	1052,76	kgs/m ³	0,68	m ³
total	:	2319,71	kgs/m ³		

8.- PROPORCIÓN EN PESO

cemento	:	269,74	/	269,74	1
agua	:	193,42	/	269,74	0,72
a. fino	:	803,79	/	269,74	2,98
a. grueso	:	1052,76	/	269,74	3,90


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción.



HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

9.- PESO DE LOS MATERIALES POR SACO DE CEMENTO

cimento	:	1	*	42,5	42,5	kgs/saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	Lts/saco
a. fino	:	2,98	*	42,5	126,65	kgs/saco
a. grueso	:	3,90	*	42,5	165,87	kgs/saco

10.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO SUELTO

a. fino	:	1598	*	1,0306	1646,90	kgs/m ³
a. grueso	:	1530	*	1,0129	1549,737	kgs/m ³

11.- PESO DEL MATERIAL HÚMEDO POR PIE CUBICO

a. fino	:	1646,90	/	35,3	46,65	kgs/pie ³
a. grueso	:	1549,737	/	35,3	43,90	kgs/pie ³

12.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA 01 BOLSA DE CEMENTO

cimento	:	42,5	/	42,5	1	saco
agua	:	0,72	*	42,5	30,48	lts/saco
a. fino (arena gruesa)	:	126,65	/	46,65	2,71	pie ³ /saco
a. grueso	:	165,87	/	43,90	3,78	pie ³ /saco

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 26682

ANEXO N° 3. Nivel de ataques para los concretos elaborados con cemento Tipo I, Tipo MS y Tipo V.

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020											
UBICACIÓN : DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA											
TESISTA : BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN											
FECHA : ABRIL 2021 MUESTRA PATRON - 0 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS											
PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Área secc. Probeta C* Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	A1 Cemento Tipo I	179,079	15689	87,60956	12.992	110	79,645052
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,12	A2 Cemento Tipo I	179,553	15527	86,4757	13.067	110	78,614273
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15	A3 Cemento Tipo I	176,715	14652	82,91336	13.115	110	78,375781
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	A4 Cemento Tipo I	179,079	19812	110,633	12.880	110	100,57542
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,15	A5 Cemento Tipo I	180,267	19274	106,9194	12.930	110	97,199498
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,12	A6 Cemento Tipo I	179,553	18705	104,1752	12.961	110	94,704707
7	05/04/2021	03/05/2021	28	15,15	A7 Cemento Tipo I	180,267	21486	119,1902	13.257	110	108,3547
8	05/04/2021	03/05/2021	28	15,12	A8 Cemento Tipo I	179,553	21568	120,1203	13.212	110	109,20027
9	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	A9 Cemento Tipo I	179,079	22414	125,1629	13.135	110	113,78445



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26682

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL 2021	MUESTRA CON 149 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. INSIGNIFICANTE)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C ² Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	Fc Kg/cm2	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15,2	B1 Cemento Tipo I	181,458	12276	67,65187	13.138	110	61,501702
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	B2 Cemento Tipo I	179,079	14825	82,78486	12.919	110	75,258985
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15,15	B3 Cemento Tipo I	180,267	13766	76,36469	13.128	110	69,422449
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,15	B4 Cemento Tipo I	180,267	17425	96,66241	13.080	110	87,874922
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,05	B5 Cemento Tipo I	177,895	14151	79,54708	13.005	110	72,315529
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,13	B6 Cemento Tipo I	179,791	17020	94,66552	12.997	110	86,059562
7	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	B7 Cemento Tipo I	179,079	18394	102,7147	13.117	110	93,376958
8	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	B8 Cemento Tipo I	179,079	17234	96,23705	12.800	110	87,488229
9	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	B9 Cemento Tipo I	179,079	18571	103,703	12.911	110	94,275497


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

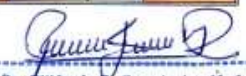
Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL 2021	MUESTRA CON 1 499 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. MODERADO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Área secc. Probeta C ² Cm ²	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15,2	C1 Cemento Tipo I	181,458	12657	69,75153	12.855	110	63,41048
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,11	C2 Cemento Tipo I	179,316	12184	67,94712	13.026	110	61,770113
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15,13	C3 Cemento Tipo I	179,791	12896	71,72776	12.994	110	65,207057
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,12	C4 Cemento Tipo I	179,553	14152	78,81781	13.036	110	71,652563
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	C5 Cemento Tipo I	179,079	14720	82,19853	12.934	110	74,725933
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	C6 Cemento Tipo I	179,079	15187	84,80632	12.955	110	77,086654
7	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	C7 Cemento Tipo I	179,079	16280	90,90978	13.181	110	82,645256
8	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	C8 Cemento Tipo I	179,079	15993	89,30714	13.116	110	81,188305
9	05/04/2021	03/05/2021	28	15	C9 Cemento Tipo I	176,715	17227	97,48488	13.114	110	85,622617


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



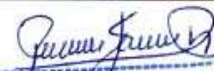
Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución NR 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL 2021	MUESTRA CON 9 999 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. SEVERO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C* Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	D1 Cemento Tipo I	179,079	12103	67,58483	13.151	110	81,440759
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	D2 Cemento Tipo I	179,079	11638	64,98821	12.954	110	59,080191
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15,13	D3 Cemento Tipo I	179,791	11774	65,48718	13.052	110	59,533801
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,12	D4 Cemento Tipo I	179,553	15766	87,80678	13.346	110	78,824347
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,15	D5 Cemento Tipo I	180,267	13016	72,20419	13.157	110	65,640172
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,15	D6 Cemento Tipo I	180,267	13827	76,70308	13.177	110	68,730075
7	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	D7 Cemento Tipo I	179,079	15308	85,482	13.111	110	77,71091
8	05/04/2021	03/05/2021	28	15,1	D8 Cemento Tipo I	179,079	16617	92,79164	12.981	110	84,356035
9	05/04/2021	03/05/2021	28	15,11	D9 Cemento Tipo I	179,316	16087	89,71318	13.127	110	81,557436


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	MUESTRA PATRON - 0 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Área secc. Probeta C° Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15	A1 Cemento Tipo MS	176,715	22465	127,1259	12.928	110	115,569
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	A2 Cemento Tipo MS	179,079	20497	114,4581	13.386	110	104,05282
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	A3 Cemento Tipo MS	179,791	21750	120,9739	13.213	110	109,97623
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,2	A4 Cemento Tipo MS	180,267	29285	162,4539	13.192	110	147,68534
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	A5 Cemento Tipo MS	179,316	30720	171,3178	13.136	110	155,74342
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	A6 Cemento Tipo MS	179,316	31375	174,9705	13.251	110	159,06412
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	A7 Cemento Tipo MS	179,791	38313	213,0975	13.166	110	193,72603
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,2	A8 Cemento Tipo MS	181,458	38700	213,272	13.107	110	193,88367
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,2	A9 Cemento Tipo MS	181,697	37180	204,6261	13.090	110	186,02375


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26882

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020		
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN		
FECHA	: ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 149 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. INSIGNIFICANTE)	

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C° Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	B1 Cemento Tipo MS	179,791	21439	119,2441	13.089	110	105,4037
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	B2 Cemento Tipo MS	179,079	20892	116,6638	13.012	110	106,05803
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	B3 Cemento Tipo MS	179,316	22180	123,6923	13.095	110	112,44756
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	B4 Cemento Tipo MS	179,079	30689	171,3716	13.140	110	155,7924
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	B5 Cemento Tipo MS	179,079	28483	159,053	12.948	110	144,59367
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15,2	B6 Cemento Tipo MS	180,267	30807	170,8969	13.227	110	155,36085
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	B7 Cemento Tipo MS	179,791	36180	201,2338	13.068	110	182,93977
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	B8 Cemento Tipo MS	179,079	36769	205,3232	12.993	110	186,65746
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	B9 Cemento Tipo MS	178,842	38939	217,7291	13.083	110	197,93553


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP 26682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

HERNÁNDEZ
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 1 499 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. MODERADO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C* Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	C1 Cemento Tipo MS	179,791	21124	117,492	13.079	110	106,81094
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	C2 Cemento Tipo MS	179,079	20993	117,2278	13.188	110	106,87076
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,2	C3 Cemento Tipo MS	180,267	21521	119,3843	13.196	110	108,5312
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	C4 Cemento Tipo MS	179,079	28862	161,1694	12.964	110	146,51766
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	C5 Cemento Tipo MS	179,079	30150	168,3618	12.956	110	163,05617
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15,2	C6 Cemento Tipo MS	181,458	30438	167,7409	13.053	110	162,49176
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	C7 Cemento Tipo MS	179,079	37134	207,3614	13.099	110	188,51038
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	C8 Cemento Tipo MS	179,079	35830	200,0797	13.027	110	181,89064
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,2	C9 Cemento Tipo MS	180,267	38168	211,7309	13.016	110	192,48264


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



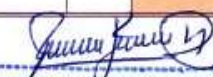
Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	: ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 9 999 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. SEVERO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C° Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	Fc Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	D1 Cemento Tipo MS	179,079	20063	112,0346	13.357	110	101,84962
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,3	D2 Cemento Tipo MS	183,854	21345	116,0976	13.348	110	105,54332
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,2	D3 Cemento Tipo MS	180,267	20487	113,6484	13.329	110	103,3167
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	D4 Cemento Tipo MS	179,553	27704	154,294	13.052	110	140,26727
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	D5 Cemento Tipo MS	179,079	29535	164,9278	13.217	110	149,93413
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15,2	D6 Cemento Tipo MS	180,267	29002	160,884	13.187	110	146,25816
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	D7 Cemento Tipo MS	179,079	35201	196,5673	13.122	110	178,69753
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	D8 Cemento Tipo MS	179,791	36346	202,157	13.003	110	183,77913
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,2	D9 Cemento Tipo MS	180,267	36129	200,4199	12.986	110	182,19989


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE
CONCRETO SIMPLE**

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN
FECHA	: ABRIL DEL 2021 MUESTRA PATRON - 0 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C ² Cm ²	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm ²	Paso en gr.	F _c Kg/cm ²	% a la Compresión
1	05/04/2021	12/04/2021	7	15,2	A1 Cemento Tipo V	181,458	26271	144,777	12.757	110	131,61545
2	05/04/2021	12/04/2021	7	15,13	A2 Cemento Tipo V	179,791	28122	186,415	13.075	110	142,19548
3	05/04/2021	12/04/2021	7	15,1	A3 Cemento Tipo V	179,079	26605	148,566	12.837	110	135,06002
4	05/04/2021	19/04/2021	14	15,1	A4 Cemento Tipo V	179,079	29841	166,6363	13.132	110	151,48754
5	05/04/2021	19/04/2021	14	15,13	A5 Cemento Tipo V	179,791	28653	159,3695	13.204	110	144,88041
6	05/04/2021	19/04/2021	14	15,11	A6 Cemento Tipo V	179,316	30526	170,2359	13.148	110	154,75989
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,15	A7 Cemento Tipo V	180,267	34281	190,1694	13.179	110	172,88036
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,12	A8 Cemento Tipo V	179,553	32595	181,5338	12.955	110	166,03074
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15	A9 Cemento Tipo V	176,715	34857	197,2503	13.136	110	179,31843


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26662

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020		
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
TESISTA	: BACH. EFRÁIN ROMERO CERQUIN		
FECHA	ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 149 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. INSIGNIFICANTE)	

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C* Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	B1 Cemento Tipo V	179,079	26527	148,1305	13.181	110	134,66405
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,2	B2 Cemento Tipo V	181,458	27067	149,1637	12.922	110	135,60334
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,11	B3 Cemento Tipo V	179,316	27118	151,2303	13.211	110	137,4821
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	B4 Cemento Tipo V	179,079	27836	155,4401	12.813	110	141,30918
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,15	B5 Cemento Tipo V	180,267	31187	173,0049	13.248	110	157,2772
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15,15	B6 Cemento Tipo V	180,267	29665	164,5619	13.102	110	149,8017
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	B7 Cemento Tipo V	179,079	32715	182,6851	13.039	110	166,07737
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,15	B8 Cemento Tipo V	180,267	35099	194,7061	13.261	110	177,00558
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	B9 Cemento Tipo V	179,079	33081	184,7289	13.198	110	167,93537


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 20052

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720



ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECIMENES DE CONCRETO SIMPLE

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 1 499 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. MODERADO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C ² Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F _c Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	C1 Cemento Tipo V	179,079	27618	154,2228	13.010	110	140,2025
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,15	C2 Cemento Tipo V	180,267	25861	143,4598	13.393	110	130,41798
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,13	C3 Cemento Tipo V	179,791	27063	150,5248	13.295	110	136,84077
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	C4 Cemento Tipo V	179,079	28105	156,9422	14.608	110	142,87475
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,15	C5 Cemento Tipo V	180,267	21033	116,6772	13.154	110	106,0702
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15	C6 Cemento Tipo V	176,715	28941	163,7726	13.809	110	148,88414
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	C7 Cemento Tipo V	179,079	32829	183,3217	12.865	110	166,65609
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,11	C8 Cemento Tipo V	179,316	33761	188,2767	12.996	110	171,1606
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	C9 Cemento Tipo V	179,079	34749	194,0432	13.001	110	176,40295


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 28682

R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



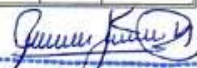
Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI
RUC N°. 20602017720

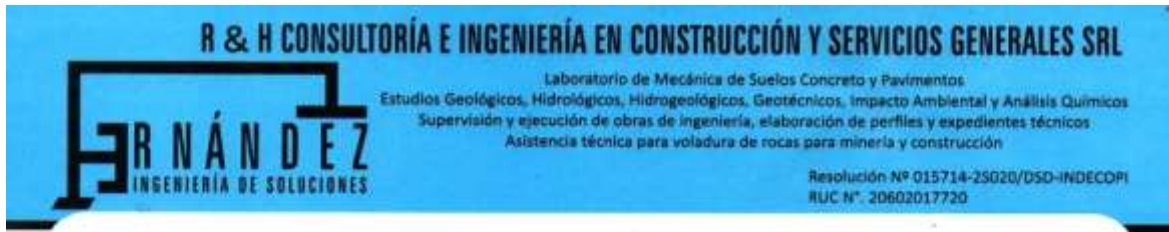
**ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECIMENES DE
CONCRETO SIMPLE**

TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA - 2020	
UBICACIÓN	: DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA	
TESISTA	: BACH. EFRAÍN ROMERO CERQUIN	
FECHA	ABRIL DEL 2021	MUESTRA CON 9 999 PPM EXPOSICIÓN DE SULFATOS (A. SEVERO)

PROB. N°	Fecha de fabricación	Fecha de Rotura	N° días	Ø	Identificación	Area secc. Probeta C* Cm2	Lectura del Dial	Resistencia máxima Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% a la Compresión
1	29/03/2021	05/04/2021	7	15,15	D1 Cemento Tipo V	180,267	27525	152,6906	13.239	110	138,8096
2	29/03/2021	05/04/2021	7	15,1	D2 Cemento Tipo V	179,079	25939	144,847	13.220	110	131,67908
3	29/03/2021	05/04/2021	7	15,11	D3 Cemento Tipo V	179,316	26908	150,0592	13.152	110	136,41745
4	29/03/2021	12/04/2021	14	15,13	D4 Cemento Tipo V	179,791	28134	156,4818	13.192	110	142,25615
5	29/03/2021	12/04/2021	14	15,1	D5 Cemento Tipo V	179,079	30491	170,266	13.118	110	154,78726
6	29/03/2021	12/04/2021	14	15,15	D6 Cemento Tipo V	180,267	29862	165,6547	13.194	110	150,59518
7	29/03/2021	26/04/2021	28	15,1	D7 Cemento Tipo V	179,079	34034	190,0506	13.351	110	172,77326
8	29/03/2021	26/04/2021	28	15,13	D8 Cemento Tipo V	179,791	34506	191,9229	13.049	110	174,4754
9	29/03/2021	26/04/2021	28	15,15	D9 Cemento Tipo V	180,267	32970	182,8958	13.275	110	166,26893


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26882

ANEXO N° 4. Constancia de laboratorio y certificado de calibración de equipos de laboratorio



CONSTANCIA

Yo, Irving Roybert Fernández Gálvez con DNI N° 45999015, Ingeniero Civil con CIP N° 167500, Gerente de la Empresa R&H Consultoría e Ingeniería en Construcción y Servicios Generales SRL. Hace constar que el **Bachiller de Ingeniería Civil** de la **Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca**; **Efraín Romero Cerquín**, identificado con **DNI N°44503035** ha realizado las pruebas correspondientes a su tesis titulada “**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO AL ATAQUE DE SULFATOS EN CIMIENTOS CORRIDOS ELABORADOS CON CEMENTOS TIPO I, MS Y V - CAJAMARCA – 2020**”, dichas pruebas se llevaron a cabo bajo las normas de seguridad y calidad de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos que dirijo.

Se expide el presente para los fines que el interesado crea conveniente.

Atentamente,



Dr. Wilfredo V. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 26862

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 014 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 1 de 3

1. Expediente	200245	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	FERNANDEZ MUÑOZ WILFREDO RENAN	
3. Dirección	Mz. H Lt. 3 AA. VV. UNC Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA.	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Fabricante	YUFENG	
Número de Serie	110107	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	9999 VUELTAS	
Div. de escala / Resolución	1 VUELTA	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2020-07-24		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Mz. H Lt. 3 AA. VV. UNC Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA.	

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-07-25



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RÁRAZ



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 088 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	200245	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	FERNANDEZ MUÑOZ WILFREDO RENAN	
3. Dirección	Mz. H Lt. 3 AA. VV. UNC, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	1100 kN / 112168 kgf	
Marca	ALFA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	B001-2DI4C	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	TURQUIA	
Identificación	MF-53	
Indicación	DIGITAL	
Marca	ALFA	
Modelo	B001-2DI4C	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Fecha de Calibración	2020-07-24	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-07-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940057490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

ANEXO N° 5. Panel Fotográfico

1. Ensayos de Granulometría.



Fotografía N° 1. Método de cuarteo del agregado fino.



Fotografía N° 2. Método de cuarteo del agregado grueso.

2. Contenido de humedad



Fotografía N° 3. Secado en horno para sacar el contenido de humedad de los agregados de cerro.

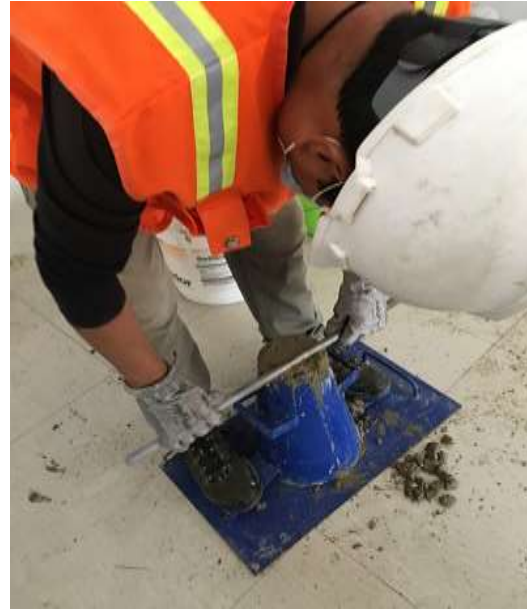


Fotografía N° 4. Pesando el agregado grueso para sacar el contenido de humedad del agregado de cantera de río.

3. Slump



Fotografía N° 5. Prueba del Slump.



Fotografía N° 6. Prueba del Slump.



Fotografía N° 7. Prueba del Slump.



Fotografía N° 8. Asentamiento del concreto fresco.

4. Preparación de probetas



Fotografía N° 9. Mezclado de concreto.



Fotografía N° 10. Mezclado de concreto.



Fotografía N° 11. Elaboración de probetas.



Fotografía N° 12. Elaboración de probetas.

5. Curado de probetas



Fotografía N° 13. Curado de probetas de concreto



Fotografía N° 14. Curado de probetas de concreto



Fotografía N° 15. Sulfato de Magnesio.



Fotografía N° 16. Pesando el Sulfato de Magnesio.

6. Ensayos a la compresión



Fotografía N° 17. Midiendo el diámetro y altura de probetas para someterlos al ensayo a compresión.



Fotografía N° 18. Realizando el ensayo a compresión de probetas de concreto.



Fotografía N° 19. Realizando el ensayo a compresión de probetas de concreto



Fotografía N° 20. Carga ultima, luego de realizar el ensayo a compresión.



Fotografía N° 21. Falla tipo 3 de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 339.034



Fotografía N° 22. Falla tipo, fracturas en los lados de la parte superior o inferior. NTP 339.034



Fotografía N° 23. Realizando ensayos junto con el asesor Ing. Manuel Urteaga Toro.



Fotografía N° 24. Probetas de concreto, luego de la realización del ensayo a la compresión.