



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO EN PRUEBAS DE CONCRETO $F'c=210$
KG/CM² ELABORADO CON CEMENTO TIPO IP CON ADICIÓN DE
ADITIVOS CONTRA LOS SULFATOS Y SOMETIDOS A UN CURADO
CON SULFATOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR

Bach. Christian Juliano Sucasaire Guerreros
<0009-0003-9426-003X>

ASESOR

(Mg.) Ramal Montejo, Rodolfo Enrique
<0000-0001-9023-6567>

**<AREQUIPA> - PERÚ
2023**

SUCASAIRE GUERREROS CHRISTIAN JULIANO - r2

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%

10	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1 %
13	www.readbag.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.qsindustrial.biz Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
17	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
23	www4.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

El presente trabajo de suficiencia profesional está dedicado a cada uno de mis seres queridos, quienes ayudaron a culminar mi meta profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad en cultivar y brindarme los conocimientos que me han formado des el inicio de mi carrera profesional, hasta la finalización de la misma.

RESUMEN

La investigación titula: “Análisis comparativo en pruebas de concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con cemento tipo IP con adición de aditivos contra los sulfatos y sometidos a un curado con sulfatos”, fija como objetivo determinar el grado de influencia en la resistencia a la compresión que ocasiona una solución de sulfatos expuesta directamente sobre la muestra de concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm², la adición aditivo anti sulfatos directamente incluida en la mezcla de concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm² y su interacción contra la solución de sulfatos, se aplicó el método científico, de la categoría experimental y del nivel explicativo – demostrativo.

ABSTRACT

The investigation is entitled: "Comparative analysis in concrete tests $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ made with IP-type cement with the addition of additives against sulfates and subjected to a curing with sulfates", the objective of which is to determine the degree of influence on the compressive strength caused by a sulfate solution exposed directly on the concrete sample with resistance $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, the addition of anti-sulfate additive directly included in the concrete mixture with resistance $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and its interaction against the sulfate solution. The scientific method was applied, from the experimental category and from the explanatory-demonstrative level.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de suficiente profesional contempla que la actualidad el concreto ha pasado por muchas etapas de mejora con relación al tiempo y las necesidades que se requiere para las construcciones en los distintos tipos de estructuras, es el factor material más importante durante el proceso constructivo de las estructuras.

Debido a la creciente demanda en el sector construcción, tanto en las maneras formales e informales, se observó un incremento en la autoconstrucción obviando muchas veces los estudios previos para la construcción de las estructuras, y es en estas circunstancias donde se presenta muchas veces la exposición del concreto ante los ataques de los sulfatos que se encuentran directamente en contacto con las estructuras de concreto siendo perjudiciales en su durabilidad y tiempo de vida.

En la presente investigación se demuestra la resistencia del concreto adquirida frente al curado permanente durante los días expuestos, tomando en cuenta las normas técnicas peruanas para la elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm² y el uso del cemento tipo IP, en la elaboración de las estructuras en el mercado local.

El objetivo de esta investigación es analizar los datos de las muestras de concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP, expuestas a la prueba de compresión en los plazos establecidos y expuestas a una solución de sulfatos constante. Analizando los datos Curado-Aditivo Anti sulfatos.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.2. Perfil de la empresa	1
1.3. Actividades de la empresa	1
1.3.1. Misión.....	1
1.3.2. Visión	1
1.3.3. Proyectos Similares	1
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	2
2.1. Planteamiento y formulación del problema	2
2.2. Problema General	4
2.2.1 Problemas Específicos.....	4
2.3. Objetivos del Proyecto	4
2.3.1 Objetivo General	4
2.3.2 Objetivos Específicos.....	4
2.4. Justificación.....	4
2.4.1 Justificación teórica.....	4
2.4.2 Justificación practica	5
2.4.3 Justificación metodológica	5
2.5. Limitantes de la Investigación	5
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	6
3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	6
3.1.1 Requerimientos	6
3.1.2 Procedimiento	6
3.1.2.1 Elaboración del concreto.....	6
3.1.2.2 Vaciado de concreto en moldes de 6" x 12"	7
3.1.2.3 Retiro de las muestras de concreto de los moldes de 6" x 12"	9

3.1.2.3 Exposición de las muestras de concreto con soluciones de sulfato de magnesio	10
3.1.3 Cálculos	11
3.1.3 Propiedades físicas de las materias primas	11
3.1.3.1 Cualidades físicas de la materia prima fina.....	11
3.1.3.2 Propiedades físicas del agregado grueso	17
3.1.3.3 Material de Sulfato de Magnesio. (MgSO ₄)	23
3.1.3.3 Diseño de mezcla F'c=210 kg/cm ² – Metido ACI 211	24
3.1.4 Principales Equipos utilizados.....	25
3.1.5 Conceptos Básicos de materiales utilizados	28
3.1.5.1 Concreto.....	28
3.1.5.2 Cemento Portland	29
3.1.5.2.1 Cemento Portland Adicionados.....	30
3.1.5.2 Agua para el concreto	32
3.1.5.3 Agregados.....	32
3.1.5.4 Agregado fino o arena.....	33
3.1.5.5 Agregado grueso o piedra.....	33
3.1.5.6 Aditivo anti salitre plus 100.....	34
3.1.5.7 Ataque de sulfatos al concreto	35
3.1.5.8 Planificación del proyecto.....	36
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	37
4.1 Tipo y diseño de Investigación	37
4.2 Método de Investigación	37
4.3 Población y Muestra.....	37
4.3.1 Población	37
4.3.2 Muestra	37
4.4 Lugar de Estudio	38
4.5 Localización del lugar de estudio	38
4.5.1 Información de la cantera de agregado.....	39
4.6 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información.....	39
4.6.1 Ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto a los 7,14 y 28 días de curado.	39
4.7 Análisis y Procesamiento de datos	40
4.7.1 Resultados a partir de la obtención a la prueba de compresión del concreto en base al tiempo y cantidad de solución de sulfato de magnesio.	40
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54

5.1 Conclusiones.....	54
5.2 Recomendaciones.	54
CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS, REFERENCIAS	55
6.1 Glosario de Términos.....	55
Referencias	55
CAPÍTULO VII: ÍNDICES.....	56
7.1 Índices de Gráficos	56
7.2 Índice de Tablas.....	56
7.3 Índice de Fotos.....	57
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	59
ANEXO 1	59
ANEXO 2	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa

RCM VARGAS CONTRATISTAS GENERALES S.R.L., es una empresa que tiene como fecha de inicio de actividades desde septiembre del 2004, siendo la ciudad de Arequipa como principal lugar de actividades.

1.2. Perfil de la empresa

La empresa RCM VARGAS CONTRATISTAS GENERALES S.R.L., está conformada como sociedad de responsabilidad limitada, está inscrita en SUNAT con ruc: 20453886116, a su vez está inscrita como proveedor del estado en bienes y servicios, ejecutor de obras desde el 30 de noviembre del 2016, tiene la categoría de MYPE.

1.3. Actividades de la empresa

- Construcción de edificios completos
- Transporte carga por carretera
- Acondicionamiento de edificios

1.3.1. Misión

Nuestra empresa dedicada a la construcción colaborará de manera eficaz en el desarrollo del país, ejecutando proyectos con los más altos niveles de calidad y con el plazo establecido.

1.3.2. Visión

Lograr ser una empresa arequipeña líder en construcción, lograr unos reconocimientos por su capacidad ejecutora, calidad de proyectos ejecutados, cumplimiento de las normas de seguridad, utilizando procedimientos constructivos innovadores.

1.3.3. Proyectos Similares

- MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS PRESTADOS POR LA I.E.I. N°40680 – HORACIO ZEBALLOS GAMEZ, DISTRITO DE SOCABAYA, PROVINCIA DE AREQUIPA – DEPARTAMENTO DE AREQUIPA.
- AMPLIACION Y REMODELACION DE LOCAL PARA LA AGENCIA DE LOS OLIVOS DE CAJA SULLANA.
- CREACION DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD ZONA SUR, PROVINCIA DE ISLAY, DISTRITO DE MOLLENDO Y REGION AREQUIPA.
- EXPEDIENTE TECNICO IOARR: RENOVACIÓN DE LA CALZADA DE LA AV. SEPULVEDA, DEL DISTRITO DE MARIANO MELGAR, PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
- OBRA: "MEJORAMIENTO DE INGRESO PRINCIPAL Y REGISTRO DE CERRO JULI PARA PERUMIN 35"
- "MEJORAMIENTO DE LOS PARQUES 22 Y 23 DE LA MANZANA Z ,DEL COMITÉ 17 ,EN EL PUEBLO JOVEN VICTOR ANDRES BELAUNDE ,DISTRITO DE CERRO COLORADO,AREQUIPA- AREQUIPA"

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

2.1. Planteamiento y formulación del problema

(Gallegos & Otros, 2019), Actualmente, el hormigón es uno de los elementos de construcción con más aplicaciones, por ello durante su elaboración se tiene en cuenta la valoración de sus cualidades de resistencia. Aplicado en el concreto está expuesto a condiciones medio ambientales agresivas (lluvia, agua de mar, suelo con alto contenido de sulfato); puede ser dañado y degradado; Además, también reduce la resistencia mecánica debido a la reducción de la adherencia en el hormigón, lo que conduce a una reducción de la unión entre las partículas de mortero y el agregado. A nivel tecnológico, se encuentran disponibles diversos aditivos químicos para mejorar la compresión y la resistencia a los sulfatos. Permiten obtener concretos que, de acuerdo a ciertos criterios, pueden cumplir con la NTP 334.034. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo mejorar la resistencia a los sulfatos del hormigón mediante la reducción de la cantidad de aditivos químicos y la adición de material de sedimentación en su lugar.

En las construcciones de edificaciones, el concreto está expuesto a diversos materiales que se encuentran en el terreno de fundación, en muchos casos está directamente en contacto con sales, la cual muchas veces se encuentra en estado sólido, los sulfatos que se encuentran en estado sólido no son perjudiciales al concreto pero cuando entra en un ciclo de humectación y secado el concreto sufre fallas de resistencia, en algunos casos el concreto se encuentra en contacto constantemente con agua perteneciente a la capa freática o algún acontecimiento fortuito, reaccionando de una manera tal que la concentración de sulfatos sea dañina al concreto, sumado a esto la presión del terreno hace que los sulfatos ataquen al concreto entrando por sus poros, disminuyendo el tiempo de vida y perjudicando en gran parte a la edificación construida.

En el presente existe en diversos productos adicionales y propios que combaten los sulfatos y protegen en cierta medida a la vida útil del concreto.

Es costumbre diseñar y especificar no solo las cargas que se aplicarán durante la vida útil de la infraestructura, sino también los efectos de las grietas y la temperatura; Sin embargo, solo se consideran la exposición específica de grupos de estructuras.

(Girón, 1998), Por lo general, los reglamentos y normas aplicables especifican solo los cambios apropiados en la relación agua-cemento y hormigón-revestimiento del acero de acuerdo con una clasificación muy simple de las condiciones de contacto. En la práctica, sin embargo, se

encuentran condiciones de exposición mucho más diversas. En ambientes particularmente dañinos, las precauciones durante la construcción deben ser extremadamente cuidadosa. Sin embargo, hay condiciones que no son tan claramente agresivas, por lo que para conseguir estructuras sostenibles hay que tener en cuenta la humedad del mar que contiene grandes cantidades de cloruros, así como los periodos de mojado. y secado. Como se mencionó con anterioridad, existen dos factores principales que determinan la rapidez del daño de la corrosión: la resistencia del concreto y la presencia de oxígeno en el cátodo, la cual está relacionada con los siguientes factores:

Contenido de humedad del hormigón. Aunque el mayor contenido de humedad del hormigón reduce su resistividad, también reduce la penetración y difusión de oxígeno, que se vuelve mínima con el hormigón saturado. Estudios de laboratorio han demostrado que el daño de la corrosión hacia las armaduras se acelera con el aumento de la temperatura, ya que esto tiene un efecto directo con el oxígeno así como en la movilidad de los elementos, sustancias como los cloruros, que intervienen principalmente en el proceso de corrosión. Además, los cambios repentinos en la temperatura ambiente pueden hacer que el agua se condense en la superficie del concreto y, por lo tanto, cambie su contenido de humedad.

Figura 1. Ataque por sulfatos



Fuente: (Cortés, 2018)

2.2. Problema General

- a) ¿Con que finalidad se realiza la comparación de resistencia a la compresión de pruebas de concreto siendo expuestos en su curado a distintas soluciones de sulfatos?

2.2.1 Problemas Específicos

- a) ¿Con que finalidad se encuentra los valores de resistencia de pruebas de concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm², en los distintos tiempos de curado en solución de sulfato?
- b) ¿Cuánto es los valores de variación de las pruebas de concreto en el ensayo de compresión de $f'c=210$ kg/cm², añadiendo un aditivo contra sulfatos y expuesto ante un curado permanente con soluciones de sulfatos de 550 mg/lit, 5500mg/lit y 55000mg/lit para un periodo de curado permanente de 7, 14 y 28 días?

2.3 Objetivos del Proyecto

2.3.1 Objetivo General

Comparar lo valores hallados en la prueba de compresión del concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm², utilizando un cemento de tipo IP y añadiendo un aditivo anti sulfatos en su mezcla, expuesta a distintos tiempos de curado permanente de soluciones de sulfatos.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Encontrar la comparativa de los valores de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² ante un curado permanente con soluciones de sulfatos.
- Encontrar la comparativa de los valores numéricos de la resistencia al ensayo de compresión de un concreto de $f'c=210$ kg/cm², añadiendo un aditivo contra sulfatos y expuesto ante un curado permanente con soluciones de sulfatos de 550 mg/lit, 5500mg/lit y 55000mg/lit para un periodo de curado permanente de 7, 14 y 28 días.

2.4 Justificación

2.4.1 Justificación teórica

El presente trabajo de suficiencia profesional será de importancia pues dará a conocer la resistencia de un concreto y un concreto aditivo ambos expuestos en su curado permanente con sulfatos simulando ambientes nocivos. Demostrar los distintos comportamientos químicos ante las propiedades físicas de un concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm², sometido a soluciones sulfatadas.

La presente investigación será de relevante importancia para demostrar la resistencia a la compresión del concreto expuesta en su curado y en su preparación con sulfatos

expuestos directamente, asimilando los ataques que sufre el concreto en ambientes nocivos.

2.4.2 Justificación practica

En cuanto culmine la investigación las personas relacionadas a la industria de la construcción identificarán el daño provocado por los sulfatos con respecto a la resistencia lograda por el concreto, identificarán si el adicionar un aditivo anti salitre mejora y previene que el concreto preparado pierda sus características de diseño.

2.4.3 Justificación metodológica

En la presente investigación se está realizando con el uso de herramientas brindadas por la norma técnica peruana, las cuales se están aplicando en todos los procesos de la investigación, análisis, recolección de datos, datos experimentales, por lo que el producto de los resultados serán garantizados y justa veracidad de resultados.

Todos los ensayos con respecto a las propiedades físicas obtenidas se realizarán en un laboratorio especializado, los ensayos y elaboración del concreto se realizarán en un ambiente determinado que cumplan las condiciones mínimas establecidas por los ensayos NTP 400.037 (AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)), NTP 334.082 (CEMENTOS. Cementos Portland especificaciones de la performance.), NTP 339.034 (CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.), NTP 339.088 (HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.).

2.5 Limitantes de la Investigación

La investigación tiene como principal limitante al tiempo que representa la ejecución de las muestras de concreto, que son analizadas mediante los ensayos de compresión ejecutadas en el laboratorio, la realización del concreto y su respectivo curado se llevara en 3 etapas comprendidas de la siguiente manera, 7 días, 14 días y 28 días. Proyectando la culminación de la investigación y recolección de datos en 2 meses para su completa finalización.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

La realización del concreto en un ambiente nocivo como es el contacto directo ante los ataques químicos del sulfato de magnesio, minimiza la resistencia del concreto elaborado, es por ello que se tiene que realizar la identificación de los porcentajes de disminución de resistencia a causa de esta patología, realizándose variables de dos tipos de concreto uno de una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² y otro de resistencia de $f'c=210$ kg/cm² + aditivo anti salitre, de tal manera de evitar o disminuir el ataque químico a nuestro concreto.

En la presente investigación se realizó una visualización de principales problemas de resistencia hacia los concretos fabricados en la ciudad de Arequipa, se realizó consultas a ingenieros civiles dedicados al rubro de construcción sobre el principal problema de un concreto ante ambientes y los daños que se pudieron percibir, lo cual ayudo a definir el método de investigación correcto para la realización de esta investigación, se ha planteado etapas en las cuales se expondrá al concreto a un ataque directo de sulfatos para poder determinar la reacción química, el daño causado ante un curado directo de los sulfatos hacia el concreto recién elaborado, como normalmente ocurre in situ en cualquier realización de una obra que conlleve un concreto en su realización.

La finalidad de la presente investigación es realizar una serie de procesos establecidos mediante la cual se podrá determinar el grado de afectación a la resistencia de un concreto con una solución de sulfatos induciendo con el curado directamente a las muestras de concreto, se hallara cuadros de afectación con respecto a los días de curado y a cantidades de sulfatos teniendo variables de proporción de sulfatos por distintos periodos, determinando los porcentajes de afectación a la resistencia y la afectación hacia un concreto normal y un concreto con aditivo anti salitre.

3.1.1 Requerimientos

- Elaboración del diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm².
- Elaboración de testigos de concreto de 6" x 12"
- Insumo de sulfato de magnesio

3.1.2 Procedimiento

3.1.2.1 Elaboración del concreto

1. Tomar los agregados, agua, cemento y realizar el pesaje necesario para cumplir con el diseño de mezcla establecido en la dosificación para un concreto $f'c=210$ kg/cm².
2. Verter los agregados paulatinamente a la mezcladora y dejar batir por un tiempo de 120-240 segundos continuamente con la finalidad de que se tenga una mezcla equitativa de la unión de los materiales.

3. Añadir el cemento en la mezcladora de tal manera que se incluya a los agregados la combinación se debe realizar en un tiempo de 2-4 minutos aproximadamente
4. Se debe verter el agua de manera progresiva a fin de evitar grumos y se realice una mezcla homogénea de todos los agregados en conjunto.
5. Una vez realizado la homogeneización de todos los elementos para la elaboración del concreto se debe realizar la toma de una primera porción de concreto para realizar la medición de Slump el cual debe estar dentro de los valores de 3" a 4".

Figura 2. Control de Slump



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2 Vaciado de concreto en moldes de 6" x 12"

1. Los moldes debes tener líquido anti desmoldante, libres de cualquier elemento ajeno a la muestra de concreto.
2. Para la correcta realización de muestras de concreto se está siguiendo los procesos establecidos en la NTP 339.034, se llenara a 1/3 del molde, en 3 capas cada una de ella con 25 golpes con un martillo de goma a fin de eliminar las burbujas de aire atrapadas en el concreto.

Figura 3. Realización de probetas de concreto.



Fuente: Elaboración propia

3. Una vez llenada la tercera capa se debe igualar la superficie con la fierro de relieve liso, igualando la parte superficial de la muestra de concreto.

Figura 4. Uniformización de concreto



Fuente: Elaboración propia

4. Colocar las muestras de concreto vaciadas en una superficie horizontal y en un ambiente estable.

Figura 5. Colocación de probetas vaciadas



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Retiro de las muestras de concreto de los moldes de 6" x 12"

1. Para el retiro de las muestras de concreto se debe realizar pasando 24 horas después del día de vaciado.
2. Colocar las muestras recién retiradas sobre un ambiente estable sin cambios de temperatura bruscos con el fin de no alterar las muestras en su resistencia.

Figura 6. Muestras de concreto retiradas



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Exposición de las muestras de concreto curado con soluciones de sulfato de magnesio

Una vez que se realice el desmolde de las muestras de concreto, se debe procederá a sumergir las 2 variables de concreto (concreto $f'c=210$ kg/cm² y las muestras de concreto $f'c=210$ kg/cm² agregando aditivo anti salitre) en las distintas pozas de curado con las cantidades diluidas en agua teniendo una solución sulfatada de magnesio en 550 mg/lt, 5500mg/lt y 55000mg/lt, para periodos de curado de 7,14 y 28 días.

Cabe recalcar que se realizó un curado en condiciones normales al concreto patrón, las cuales nos servirán para realizar la comparativa daño con sulfatos – tiempo de permanencia en el agua de las muestras son expuestas a las distintas soluciones de sulfato de magnesio.

Figura 7. Curado de concreto a 550 mg/lt



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Curado de concreto a 5500 mg/lit



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Curado de concreto a 55000 mg/lit



Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Cálculos

3.1.3 Propiedades físicas de las materias primas

3.1.3.1 Cualidades físicas de la materia prima fina

Análisis granulométrico (NTP400.012, 2001)

a) Objetivo

Determinar las cantidades de acuerdo al tamaño de las partículas de las masas de las muestras, mediante la clasificación de los diversos tamices

normalizados, con el objetivo de conocer si la cantidad y tamaño de la muestra es óptima para el correspondiente diseño de mezcla.

b) Procedimiento:

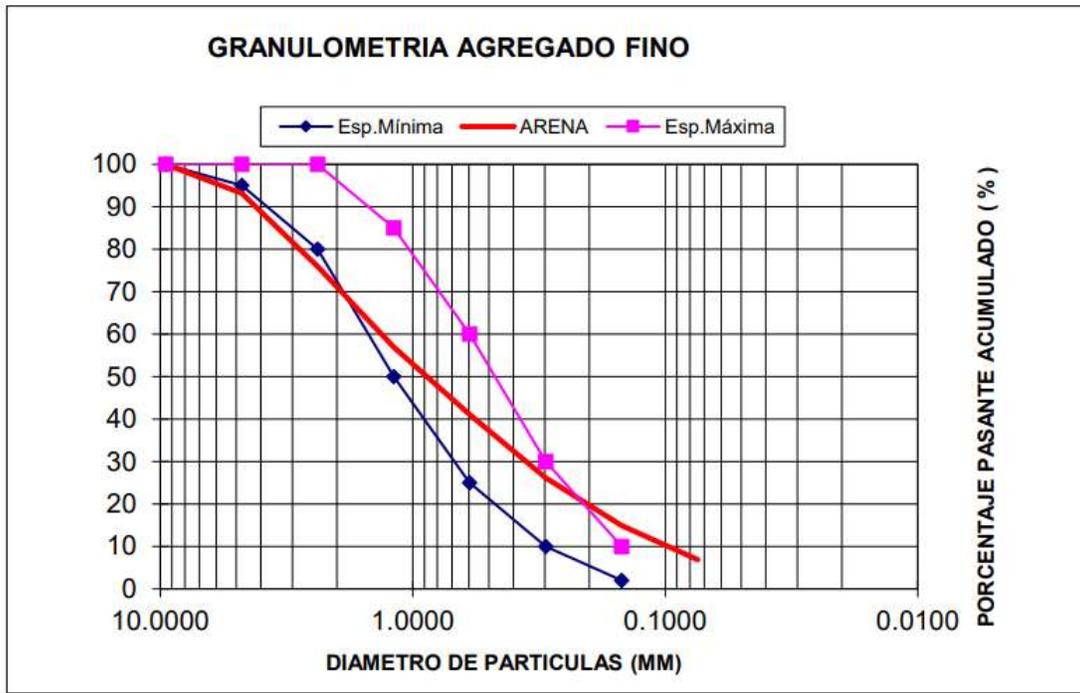
1. Secar la muestra de material obtenido de la cantera en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Se procedió a seleccionar los tamices de manera descendiente según lo tamaños de las aberturas de los tamices; empezando la colocación de la muestra por el tamiz de mayor abertura para luego obtener la información de la granulometría de la muestra.
3. Realizar periodos de agitación manual o de forma mecánica de los tamices por un periodo constante; previniendo la sobrecarga de la muestra sobre los tamices.
4. Realizar el pesaje de las muestras retenidas en cada tamiz, apoyándose de una balanza de alta precisión que a su vez se encuentre debidamente calibrada.
5. Realizar mediante una tabla los datos obtenidos del tamaño de tamiz, peso retenido en cada tamiz y proceder a realizar el grafico de la curva granulométrica obtenida de la muestra.

Tabla 1. Tabla Granulométrica – agregado fino

Malla	Abertura mm	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Ret. Acum.	Pasante Acumulado	L.I.	L.S.
		gr.	%	%	%		
3/8"	9.5250	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.7500	215.29	6.83	6.83	93.17	95	100
Nº 8	2.3813	542.60	17.22	24.06	75.94	80	100
Nº 16	1.1906	599.01	19.01	43.07	56.93	50	85
Nº 30	0.5953	498.44	15.82	58.89	41.11	25	60
Nº 50	0.2977	471.24	14.96	73.85	26.15	10	30
Nº 100	0.1488	353.60	11.22	85.07	14.93	2	10
Nº 200	0.0744	253.60	8.05	93.12	6.88		
< 200		216.75	6.88	100.00	0.00		
Total		3150.52					

Fuente: Laboratorio

Figura 100. Curvatura granulométrica del agregado fino



Fuente: Laboratorio.

Tabla 2. Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

Fórmula para la obtención del módulo de fineza, con los datos de los pesos que no pasaron la abertura de los tamices.

mf

$$= \frac{\Sigma \% \text{ Ret. acum} (6'' + 3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Determinación de porcentaje de Humedad (NTP 339.185, 2013)

a) Objetivo principal:

Encontrar el porcentaje de humedad total que incluye la humedad superficial y el contenido en los poros del material de la cantidad seleccionada de agregado a emplearse en el diseño de mezcla.

b) Procedimiento:

1. Se deberá tener una muestra representativa de la masa no sea menos de la cantidad mostrada en la tabla IV-4.
2. Realizar el pesaje de la muestra a colocar en el horno y tomar nota del peso.
3. Secar la muestra de material obtenido de la cantera en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Se debe extraer la muestra secada en el horno y tomar apunte del peso seco.
5. Se debe realizar el las interacciones matemáticas para hallar del contenido de humedad en porcentaje.

Tabla 3. Granulometría del agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg.
4,75(0,187)(N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Fuente: (NTP 339.185, 2013)

El porcentaje de humedad esta formulado mediante la ecuación a continuación:

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

Donde:

P = humedad en porcentaje.

W = cantidad de material húmeda en gramos.

D = cantidad de material seca en gramos.

Peso específico y porcentaje de absorción (NTP400.012, 2001)

a) Objetivo

Encontrar el valor de la densidad promedio de una cantidad de agregado fino, independientemente del volumen de los vacíos del material, la densidad relativa y la capacidad de absorción del agregado fino.

b) Procedimiento:

1. Llenar parcialmente en un envase de 1000 cm³, introducir de manera parcial la muestra un peso de 500g ± 10 g de agregado fino de saturada y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad.
2. Se debe rodar, invertir o agitar manualmente el envase de tal manera que se puedan eliminar las burbujas de aire, normalmente se requiere de 15 a 20 minutos para poder eliminar las burbujas de aire por métodos manuales.
3. Después de haber eliminado todos los restos de aire, se debe calibrar la temperatura del envase y su contenido a 23,0 °C ± 2,0 °C, llenar con agua al nivel de calibración del envase, tomar apuntes del peso del envase, muestra y del agua.
4. Retirar la muestra de agregado fino del envase, secar en un horno a una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C, enfriar a temperatura ambiente durante 1 h ± 1/2 h, y determinar la masa.

El Peso específico se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Pe_m = \frac{W_o}{(Vol - V_p)} \times 100$$

Donde:

Pe_m =Peso de la masa específico.

W_o . =aire de la muestra secada en el horno.

Vol =Volumen del recipiente en cm³.

V_p = volumen en cm³ de agua añadida al frasco convertido en peso.

Peso unitario suelto y peso unitario compactado (NTP 400.017, 2011)

a) Objetivo

Encontrar la densidad aparente ("gravedad específica") de los áridos en estado suelto o compactado y calcular los vacíos en los áridos finos para cuantificar y determinar si el árido es óptimo por su composición mezclada o no.

b) Procedimiento para el Peso Unitario Suelto

1. Tener los datos del peso y volumen del envase a utilizar.
2. Llene el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, vertiendo el agregado de una altura no mayor a 50mm encima del borde superior del mismo.
3. Nivelar la superficie de la muestra con una espátula de manera que las partículas se equilibren en los vacíos de la superficie.
4. Realizar las anotaciones del Peso unitario suelto.

Procedimiento para el Peso Unitario Compactado

1. Tener los datos del peso y volumen del envase a utilizar.
2. Llenar el envase hasta un tercio (1/3) del volumen total.
3. Poner en nivel la superficie de la muestra con una espátula de manera que las partículas se equilibren en los vacíos de la superficie.
4. Compactar la superficie del material con 25 golpes aplicando la varilla de apisonado y distribuir sobre el nivel del material, rellenar el envase a los 2 tercios y nuevamente poner a nivel para luego compactar como anteriormente, finalmente rellenar el recipiente a sobre – volumen y apisonar nuevamente de la forma anterior.
5. Realizar las anotaciones del Peso unitario suelto.

El Peso Unitario Suelto (PUS) y el Peso Unitario Compactado (PUC), se calculan mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- M = Peso unitario del agregado en kg/m³.
G = Peso del envase en vacío y peso del material.
T = Peso del recipiente en vacío en kg.
V = Volumen del recipiente de medida en m³.

Tabla 4. Propiedades físicas del agregado fino – gravedad específica absorción

DESCRIPCION	Unidad	
Peso muestra Saturada Sup. Seca	g	500
Peso (fiola + agua)	g	1241.26
Peso (fiola + agua + muestra)	g	1554.3
Peso muestra	g	312.99
Volumen de la muestra	cm ³	187.01
Peso de la muestra seca	g	485.27
% Absorción	%	3.035
Peso Especifico saturado Sup. Seco	g/cm³	2.674
Peso Especifico Seco	g/cm³	2.595

Fuente: Laboratorio

Tabla 5. Propiedades físicas del agregado fino – peso unitario

DESCRIPCION	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso (muestra)	g	4585	4592	4593
Volumen del recipiente	cm ³	3048.5	3048.5	3048.5
Peso Unitario Suelto	g/cm³	1.504	1.506	1.507

Peso Unitario Suelto	g/cm³	1.506
-----------------------------	-------------------------	--------------

DESCRIPCION	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso (muestra)	g	5145	5153	5150
Volumen del recipiente	cm ³	3048.5	3048.5	3048.5
Peso Unitario Compactado	g/cm³	1.688	1.690	1.689

Peso Unitario Compactado	g/cm³	1.689
---------------------------------	-------------------------	--------------

Fuente: Laboratorio

3.1.3.2 Propiedades físicas del agregado grueso

Análisis granulométrico (NTP400.012, 2001)

a) Objetivo:

Encontrar la distribución de las distintas dimensiones de las partículas de las masas de las muestras, mediante la clasificación de los diversos tamices normalizados, con el objetivo de conocer si la cantidad y tamaño de la muestra es óptima del planteamiento de mezcla de concreto.

b) Procedimiento:

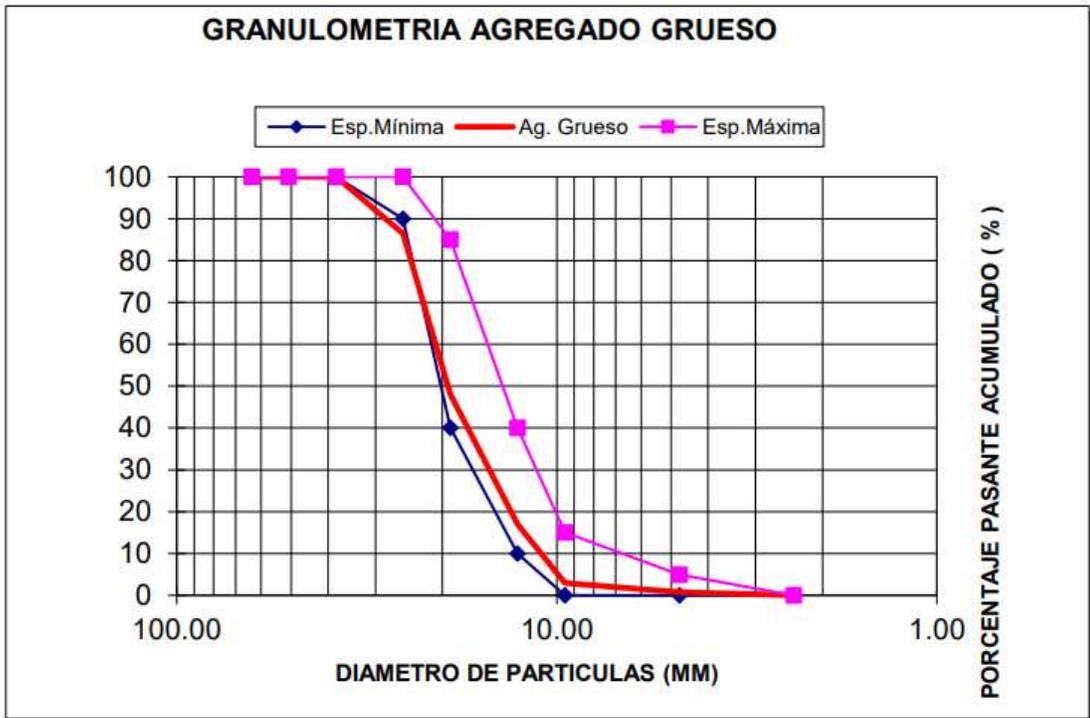
1. La muestra de material se debe secar para luego ser obtenido de la cantera en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Se procedió a seleccionar los tamices en orden decreciente según lo tamaños de las aberturas de los tamices; empezando la colocación de la muestra por el tamiz de mayor abertura para luego obtener la información de la granulometría de la muestra.
3. Realizar periodos de agitación manual o de forma mecánica de los tamices por un periodo constante; previniendo la sobrecarga de la muestra sobre los tamices.
4. Realizar el pesaje de las muestras retenidas en cada tamiz, apoyándose de una balanza de alta precisión que a su vez se encuentre debidamente calibrada.
5. Realizar mediante una tabla los datos obtenidos del tamaño de tamiz, peso retenido en cada tamiz y proceder a realizar la gráfica de la curva granulométrica obtenida de la muestra.

Tabla 6. Granulometría del agregado grueso.

Malla	Abertura mm	Peso	Porcentaje	Porcentaje	Pasante	ASTM 33-02 (Pasa)	
		Retenido gr.	Retenido %	Ret. Acum. %	Acumulado %	L.I.	L.S.
2 1/2"	63.50		0.00	0.00	100.00	---	---
2	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	---	---
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.40	391.20	7.83	7.83	92.17	90	100
3/4"	19.05	909.80	18.20	26.02	73.98	40	85
1/2"	12.70	2016.60	40.34	66.36	33.64	10	40
3/8"	9.53	814.70	16.30	82.66	17.34	0	15
Nº 4	4.75	834.80	16.70	99.36	0.64	0	5
< Nº 4		32.10	0.64	100.00	0.00	---	---
Total		4999.20					

Fuente: Laboratorio.

Figura 11. Curva de la granulometría del agregado grueso.



Fuente: Laboratorio.

Tabla 7. Requisitos granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)	1.18 mm (Nº 16)	300 µm (Nº 50)
1	90 mm. a 37.5 mm (3 ½ pulg. a 1 ½ pulg.)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...
2	63 mm. a 37.5 mm (2 ½ pulg. a 1 ½ pulg.)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm. a 25.0 mm (2 pulg. a 1 pulg.)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm. a 4.75 mm (2 pulg. a Nº 4)	...	...	...	100	90 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg. a ¾ pulg.)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg. a Nº 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 mm. a 12.5 mm (1 pulg. a ½ pulg.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 mm. a 9.5 mm (1 pulg. a ¾ pulg.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 mm. a 4.75 mm (1 pulg. a Nº 4)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19.0 mm. a 9.5 mm (¾ pulg. a ¾ pulg.)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	...	...
67	19.0 mm. a 4.75 mm (¾ pulg. a Nº 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 mm. a 4.75 mm (½ pulg. a Nº 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 mm. a 2.36 mm (¾ pulg. a Nº 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	9.5 mm. a 1.18 mm (¾ pulg. a Nº 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9	4.75 mm. a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

* Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

Fórmula para la obtención del módulo de fineza, con los valores de los pesos retenidos en cada malla de diferente abertura.

mf

$$= \frac{\Sigma \% Ret. acum(6''+3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

El valor de Humedad (NTP 339.185, 2013)

a) Objetivo:

Determinar el porcentaje total de la humedad que incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado del material seleccionado de agregado a emplearse en el diseño de mezcla.

b) Procedimiento:

1. Se deberá tener una muestra representativa de la masa no sea negativo de la cantidad indicada en la tabla IV-8.
2. Realizar el pesaje de la muestra a colocar en el horno y tomar nota del peso.
3. Secar la muestra de material obtenido de la cantera en un horno a la temperatura de 110°C ± 5° C.
4. Se debe extraer la muestra secada en el horno y tomar apunte del peso seco.
5. Se debe realizar la interacción matemática de la cantidad de humedad expresada en porcentaje.

Tabla 8. Granulometría del agregado grueso

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg.
4,75(0,187)(N°4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (112)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 ½)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 ½)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 ½)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Fuente: (NTP 339.185, 2013)

La cantidad de humedad se puede hallar mediante la ecuación:

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

Donde:

P= Cantidad de humedad hallada en porcentaje.

W=Cantidad de la muestra húmeda en gramos.

D=Cantidad de la muestra completamente seca en gramos.

Peso específico y absorción en porcentaje según la (NTP400.012, 2001)

a) Objetivo:

Encontrar la densidad de una cantidad de partículas en promedio del material fino, no incluyéndose su volumen de aire entre sus partículas, la densidad relativa y la capacidad de absorber agua del material fino.

b) Procedimiento:

1. Se debe Secar la muestra de agregado grueso en un horno a una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.
2. Dejar enfriar la muestra sacada del agregado grueso a temperatura ambiente durante 3 h ± 1/2 h.
3. Inmediatamente se debe realizar el sumergido de la muestra del agregado grueso en agua por un tiempo de 24 horas.
4. Se debe realizar el retiro de la muestra del agua, secar superficialmente hasta eliminar cualquier rastro de agua en la muestra.

5. Realizar el pesaje del material en un estado de saturación superficialmente seca.
6. Poner el material seleccionado saturado superficialmente seca en la canastilla metálica y sumergir en un depósito de agua para luego encontrar la diferencia entre el peso que fue incluido en agua.
7. Realizar el secado de la muestra de agregado grueso en un horno a una temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
8. Dejar enfriar la muestra sacada del agregado grueso a temperatura ambiente durante $3\text{ h} \pm 1/2\text{ h}$.
9. Tomar el valor del pesaje del material seleccionado y encontrar el valor del peso específico.

El Peso específico del material se puede hallar mediante la siguiente ecuación:

$$Pe_m = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

- Pe_m = Cantidad de material específico de la masa.
- A = Cantidad de material de la muestra seca en aire en gr.
- B = Cantidad de material de la muestra saturada superficialmente Seca.
- C = Cantidad de material en el agua de la muestra saturada.

Peso unitario del material suelto y peso unitario del material compactado (NTP 400.017, 2011)

a) Objetivo:

Encontrar el peso unitario del material en condición suelto y/o compactado para luego determinar el valor de los vacíos en sus partículas del material de finos, para poder encontrar la cantidad y si el agregado es el indicado para el diseño de mezcla.

b) Pasos para encontrar el Peso Unitario Suelto

1. Tener los datos del peso y volumen del envase a utilizar.
2. Rellenar el envase hasta el borde con una pala o cucharón, vertiendo el agregado de una altura no mayor a 50mm encima del envase.
3. Enrazar la superficie de la muestra con una varilla de manera que las partículas se equilibren en los vacíos de la superficie.
4. Realizar las anotaciones del Peso unitario suelto.

c) Pasos para encontrar el Peso Unitario Compactado

1. Tener los datos del peso y volumen del envase a utilizar.
2. Llenar el envase hasta un tercio (1/3) del volumen total.
3. Poner a nivel la superficie de la muestra con una espátula de manera que las partículas se equilibren en los vacíos de la superficie.
4. compactar en tramos de material con 25 golpes con la varilla de compactación distribuida en la muestra, llenar el recipiente a los dos tercios del volumen máximo y poner a nivel para luego compactar, para

finalizar rellenar el envase a sobre y volumen y apisonar nuevamente de la forma anterior.

- Realizar las anotaciones del Peso unitario suelto.

La cantidad encontrada de peso unitario suelto y el compactado, se pueden hallar mediante la ecuación:

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

Donde:

- M = Cantidad de peso unitario del agregado en kg/m³.
 G = Cantidad en kilogramos del recipiente y peso del material.
 T = Cantidad en kilogramos del recipiente.
 V = Volumen del envase en m³.

Tabla 9. Propiedades físicas del material grueso y gravedad específica absorción

DESCRIPCION	Unidad	
Peso muestra Saturada Sup. Seca	g	1635.40
Peso sumergido de la muestra	g	1008.10
Peso muestra seca	g	1616.24
Volumen de la muestra	cm ³	627.30
% Absorción	%	1.185
Peso Especifico saturado Sup. Seco	g/cm³	2.607
Peso Especifico Seco	g/cm³	2.577

Fuente: Laboratorio

Tabla 10. Propiedades físicas del material grueso y peso unitario

DESCRIPCION	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso (muestra)	g	4530	4521	4526
Volumen del recipiente	cm ³	3048.5	3048.5	3048.5
Peso Unitario Suelto	g/cm³	1.486	1.483	1.485
Peso Unitario Suelto	g/cm³	1.485		
DESCRIPCION	Unidad	M-1	M-2	M-3
Peso (muestra)	g	4862	4860	4846
Volumen del recipiente	cm ³	3048.5	3048.5	3048.5
Peso Unitario Compactado	g/cm³	1.595	1.594	1.590
Peso Unitario Compactado	g/cm³	1.593		

Fuente: Laboratorio

3.1.3.3 Material de Sulfato de Magnesio. (MgSO₄)

La interacción química del sulfato de magnesio MgSO₄ diluida con agua H₂O, da como resultado una solución de solución magnésica con una concentración específica según las diferentes cantidades diluidas en cada variable de estudio de la presente investigación.

La reacción de sus compuestos entre el sulfato, concreto y agua, va a tener como principal factor relevante el daño y/o deterioro por la interacción de los cambios iónicos del sulfatos de magnesio con los componentes del concreto, afectando y modificando el pH del concreto, ya que este tiene como factor elemento el cemento, el ataque del sulfato se manifestara desde el mismo instante en que se tiene contacto directo con los compuestos físicos y químicos del concreto, generando una superficie blanquecina sobre el concreto expuesto a la interacción directa del sulfato, suponiéndose la disminución progresiva de la resistencia del concreto a compresión y afectando su diseño inicial.

Figura 12. Solución de sulfato y agua mg/Lt.



Fuente: Elaboración Propia

Para el trabajo de suficiente profesional se tomó distintas variables en peso de sulfato de magnesio (MgSO₄) para luego disolverlas en agua (H₂O), siendo estas soluciones las utilizadas para el curado constante a las muestras de concreto, con el fin de identificar el porcentaje de daño en la disminución de resistencia del concreto expuesto a sulfatos, las variaciones de las medidas de sulfato de magnesio, y tiempo de curado planteadas en la presente investigación fueron las siguientes:

Tabla 11. Unidades de muestra expuestas a curado con sulfato

Variables de Concreto	Curado con Sulfatos a los 7 días			Curado con Sulfatos a los 14 días			Curado con Sulfatos a los 28 días			Total de muestras cilíndricas
	550 mg/lt	5500 mg/lt	55000 mg/lt	550 mg/lt	5500 mg/lt	55000 mg/lt	550 mg/lt	5500 mg/lt	55000 mg/lt	
Concreto F'c=210 kg/cm ²	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	4 unidades	4 unidades	4 unidades	30 unidades
Concreto F'c=210 kg/cm ² + Aditivo Anti Sulfato.	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	3 unidades	4 unidades	4 unidades	4 unidades	30 unidades
Total de Muestras										60 unidades

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.3 Diseño de mezcla F'c=210 kg/cm² – Metido ACI 211

Se busca determinar las cantidades de agregado grueso, agregado fino correspondientes para la realización de un concreto de la manera correcta para lograr cumplir con la resistencia planteada en el diseño, cumpliendo todos los parámetros de calidad, trabajabilidad brindados mediante la norma ACI 211, de tal manera que se cumplan con todos los requisitos de producción de un buen concreto.

- a) Diseño de mezcla para un concreto de resistencia de F'c=210 KG/CM², Slump 3"- 4"

Tabla 12. Pesos de agregado para elaboración del concreto f'c=210 kg/cm²

PESO SATURADO SECO SUPERFICIAL

Agua	192	Lt./m ³
Cemento	391	Kg./m ³
Ag. Fino	975	Kg./m ³
Ag. Grueso	862	Kg./m ³
Relación A/C	0.49	

PESO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Agua	194	Lt./m ³
Cemento	391	Kg./m ³
Ag. Fino	977	Kg./m ³
Ag. Grueso	865	Kg./m ³
Relación A/C	0.50	

Fuente: Laboratorio

Tabla 13. Proporciones de dosificación para elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm²

PROPORCIONES DE DOSIFICACION			
Proporción en peso Agua	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
	1 bolsa	1.68	2.65
		20.83	Litros/bolsa
Proporción aproximada en volumen Agua	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
	1 bolsa	1.92	3.07
		20.83	Litros/bolsa

Fuente: Laboratorio

3.1.4 Principales Equipos utilizados

Figura 13. Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Prensa hidráulica



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Cono de Abrams



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Tamices granulométricos



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Trompo mecánico de 11p3



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Moldes metálicos de 6"x12", Carretilla metálica



Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Conceptos Básicos de materiales utilizados

3.1.5.1 Concreto

(Alan, 1998), El concreto es una mezcla hecha por el hombre que es forzada a fuerzas internas de equilibrio de carga y otros impactos aleatorios a los que están sujetas las estructuras durante su vida útil. Ya que el concreto está expuesto al medio ambiente, puede provocar desgaste físico y/o químico, lo que da como resultado una vida útil más corta que la resistencia mecánica teóricamente admisible. Dado que el hormigón es un material compuesto, sus propiedades operativas dependen principalmente del tipo de agregado que componen la pasta de cemento y de las propiedades físicas y químicas de las partículas de roca que componen el concreto. La calidad del mortero depende de la masa de productos formados por la reacción química de los compuestos cementosos con el agua; Por el contrario, esta masa depende de la proporción de agua y cemento (A/C) utilizada en la mezcla y del tiempo de mojado del material. Gracias a la baja relación A/C y al correcto curado, se minimiza los poros capilares y se obtiene un mortero de cemento que cumple los parámetros de calidad.

Figura 19. Proceso de elaboración de concreto



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5.2 Cemento Portland

El tipo de Cemento portland es obtenido por molienda del clínker, que consiste principalmente en silicatos de calcio y que normalmente contiene sulfato de calcio y comúnmente piedra caliza que es añadida durante la molienda.

(Ortega, 2014), Es una mezcla aglutinante con las propiedades aglutinantes que se puedan unir en mezcla para formar una masa estable con características y propiedades que se describirán en detalle más adelante. Se fabrican diferentes grados de cemento Portland para cumplir con requisitos físicos y químicos específicos para fines específicos. Las especificaciones estándar para estos cementos y métodos de prueba se detallan en la especificación ASTM C-150. Ellos son:

- Clase I, destinado a uso general y apto para todas aquellas aplicaciones que no requieran las propiedades especiales de otros cementos.
- Clase II, utilizada cuando no se requiere una protección excesiva contra el ataque de los sulfatos, es decir, cuando el ataque de los sulfatos no es demasiado severo. Es un cemento con menor calor de hidratación que el cemento tipo I. –

- Clase III, este cemento de alta resistencia inicial alcanza su resistencia una semana o menos después del vertido. Se utiliza cuando es necesario retirar el molde o moldura lo antes posible para otros usos o cuando es necesario poner en servicio la estructura lo antes posible.
- Clase IV, este tipo de cemento se utiliza donde el calor de hidratación debe mantenerse al mínimo. Desarrolla inmunidad por más tiempo que el tipo I o normal.
- Clase V, este tipo de cemento sólo se utiliza para hormigones fuertemente atacados por sulfatos. Se utiliza principalmente cuando el suelo o el agua entran en contacto con una estructura con alto contenido de sulfato. Este tipo de cemento desarrolla resistencia más lentamente que el Tipo I o el cemento convencional.

3.1.5.2.1 Cemento Portland Adicionados

Es el producto de adiciones minerales del cemento y hormigón, puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante.

1. Cemento Adicionado Binario
2. Cemento Adicionado Ternario
3. Clasificación

La norma ya establecida ASTM 595-00 indica que las propiedades de los cementos a los que fueron añadidos de distintos elementos a su mezcla original, además de los compuestos anteriores, se les añaden escoria y puzolana para modificar el comportamiento de fraguado. Entre ellos:

Tipo IS: Cemento Portland se incluyó en su mezcla inicial valores 25% y valores del 70% en peso entre escoria de alto horno.

Tipo IP: Cemento Portland se incluyó en su mezcla inicial menor del 25% en muestra de escoria de alto horno.

Tipo I(PM): Cemento Portland Puzolánico ternario cemento al que se le ha añadido menos del 15% en peso de puzolana.

Tipo IT: Cemento adicionado ternario.

Tipo ICo: Cemento Portland compuesto.

En el trabajo de suficiencia profesional se aplicara el uso de cemento de tipo IP, basándose en la NTP 334090.

Figura 20. Cemento Yura Tipo IP



Fuente: (Yura, 2020)

4. Materiales y Fabricación

Escoria de alto horno: Es un producto no metálico, constituido principalmente por silicatos y aluminosilicatos, calcio y otros álcalis, obtenido en estado fundido con impurezas de hierro en un alto horno. Escoria granular de alto horno: un material granular vítreo obtenido por el enfriamiento rápido de la escoria de alto horno fundida en agua.

Clínker de cemento portland: El clínker de cemento portland debe ser un clínker parcialmente fundido compuesto principalmente por silicato de calcio hidráulico.

Puzolana: es un material de sílice o sílice-alúmina que puede tener poco o ningún valor aglutinante, pero, cuando se dispersa finamente y hay humedad, reacciona químicamente con hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades adhesivas.

Cal hidratada: La cal hidratada utilizada como parte de una mezcla de cemento debe cumplir con los requisitos de NTP 334.144, pero no existe un requisito de tamaño mínimo si se muele durante la fabricación.

Aditivo inclusor de aire: Si se requiere cemento inclusor de aire, se debe usar un aditivo que cumpla con los requisitos de la norma ASTM C 226.

NTP 334.084 cuando son ensayados con el cemento a utilizar, en las cantidades formuladas o mayores.

Cemento adicionado binario: Es un cemento hidráulico que consiste en una mezcla íntima y uniforme, producida ya sea por la molienda conjunta de clínker de cemento Portland con una puzolana o una escoria granulada de alto horno, o un

cemento de escoria, o, por la mezcla conjunta de cemento Portland con una puzolana o un cemento de escoria, o mediante un proceso combinado de molienda y mezclado.

Cemento adicionado ternario: Es un cemento hidráulico que consiste en una mezcla íntima y uniforme producida ya sea por la molienda conjunta de clinker de cemento Portland con 1) dos puzolanas diferentes, 2) escoria granulada de alto horno o cemento de escoria y una puzolana; o por el mezclado de cemento Portland con 1) dos puzolanas diferentes o 2) cemento de escoria y una puzolana, o 3) un proceso combinado de molienda y mezclado.

Cemento Portland de escoria de alto horno: Es un cemento hidráulico en el cual el cemento de escoria constituyente está presente hasta el 95% en masa, de la masa total del cemento adicionado. Se permite que un cemento adicionado, binario o ternario, con un contenido de cemento de escoria igual o mayor al 70% en masa, contenga cal hidratada.

3.1.5.2 Agua para el concreto

El agua es un factor primordial en la fabricación del concreto, ya que determina la calidad de la resistencia del concreto, hace desarrollar las propiedades físicas- químicas de sus conglomerantes. El agua que se utiliza para la fabricación del concreto debe cumplir con la NTP 339.088.

Tabla 14. Valores máximos de sustancias en el agua

Sustancia	Valores
Sólidos en suspensión	Máx. 5gr/l (5000 ppm)
Materia orgánica (en oxígeno consumido)	Máx. 3 mg/l (3ppm)
Alcalinidad (NaHCO ₃)	Máx. 1 gr/l (1000ppm)
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	Máx. 0.6 gr/l (600 ppm)
Cloruros (Cl ⁻)	Máx. 1 gr/l (1000 ppm)
pH	Entre 5 y 8

Fuente: NTP 339.088

3.1.5.3 Agregados

(Ortega, 2014), Mencionó que el agregado generalmente se divide en dos categorías: agregado grueso, es decir, grava, y agregado fino, es decir, arena, que en conjunto constituyen del 70 al 75 % del volumen de la mezcla. La resistencia es el resultado directo de la mejor buena combinación de agregados, siendo muy importante la distribución del tamaño de las partículas.

3.1.5.4 Agregado fino o arena

(Harmsen, 2017), los agregados finos como los gruesos son componentes inertes del concreto porque no interfieren con la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados finos deben ser fuertes, duraderos, limpios, densos y libres de contaminantes como el polvo, limo, pizarra, base y materia orgánica. No debe ser inferior a 1/4 de pulgada y la pendiente debe cumplir con los requisitos recomendados en ASTM-C-33-99a, Como se muestra en la tabla a continuación.

Figura 21. Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino

Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
#4	95 a 100%
#8	80 a 100%
#16	50 a 85%
#30	25 a 60%
#50	5 a 30 (AASHTO 10 a 30)
#100	0 a 10 (AASHTO 2 a 10)

Fuente: (Harmsen, 2017)

Figura 22. Agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5.5 Agregado grueso o piedra

(Harmsen, 2017), Mencionó que el agregado grueso está compuesto por granito, diorita y sienita. La roca triturada se puede usar en trituradoras o sacudidas de rocas del lecho

de un río o sedimentos. Al igual que los áridos finos, no deben tener más del 5% de arcilla y partículas finas y más del 1,5% de materia orgánica, carbón, etc. Convenientemente, su tamaño permisible es inferior a 1/5 de la distancia entre los muros de encofrado, 3/4 del espacio libre entre herrajes y 1/3 del espesor de la hoja. Para el concreto ciclópeo se pueden usar piedras de hasta 15 o 20 cm de espesor, se pueden usar tamaños mayores si, en opinión del ingeniero, no causarían vacíos. Como arena ASTM-C-99a también especifica varias condiciones de clasificación. Se muestran a continuación en la tabla.

Figura 23. Parámetro HUSO 67 agregado grueso

Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
1"	100
3/4"	100% a 90%
3/8"	55% a 20%
#4	10% a 0%
#8	5% a 0%

Fuente: NTP 400.037

Figura 24. Agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5.6 Aditivo anti salitre plus 100

(Química Suiza Industrial, 2019), ANTISALITRE PLUS 100 es un aditivo multifuncional formulado especialmente para mezclas de mortero y concreto, mezclas secas para bloques prefabricados y otras aplicaciones. Forma una barrera repelente al agua en la superficie de los muros, pisos y losas, cerrando los poros desde el interior de la matriz evitando que la humedad deposite sales y otros materiales deletéreos en la superficie.

3.1.5.7 Ataque de sulfatos al concreto

Según la NTE E.060, los hormigones en contacto con morteros o suelos sulfatados deben cumplir los requisitos de la tabla 1.1. El hormigón debe ser de cemento resistente a los sulfatos.

Además de elegir el cemento adecuado, se requieren otros requisitos para obtener un concreto resistente al contacto con los sulfatos, tales como: baja relación agua-aglomerante, resistencia, suficiente contenido de aire, bajo asentamiento, suficiente compresibilidad, uniformidad, revestimiento de cemento refuerzo y curado húmedo suficiente para resaltar las propiedades latentes del hormigón.

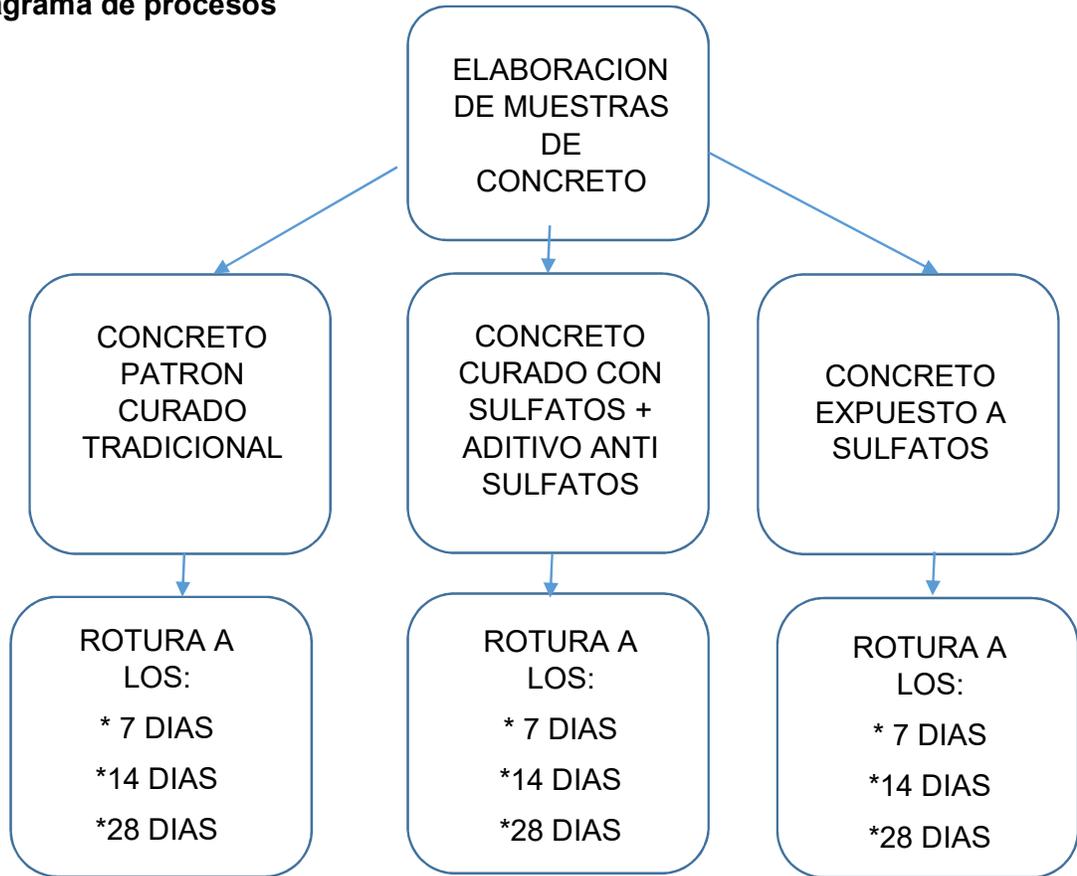
Tabla 15. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el 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 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: NTE E.060

3.1.5.8 Planificación del proyecto

Diagrama de procesos



CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

(Murillo, 2018), En la investigación con un enfoque empírico, el investigador manipula una o más variables de investigación para controlar el aumento o disminución de estas variables y su efecto sobre el comportamiento observado. En otras palabras, un experimento implica cambiar el valor de una variable (la variable independiente) y observar su efecto en otra variable (la variable dependiente). Esto se hace bajo condiciones estrictamente controladas para describir cómo y por qué ocurre una situación o evento. El método experimental es adecuado para probar la hipótesis sobre la relación de causa y efecto.

4.2 Método de Investigación

(Hernández & Otros, 2010), indica que es la parte esencial de cualquier búsqueda, ya que le permite orientar y rastrear su investigación con estrategias que validan resultados específicos en los cambios que realiza. Por lo tanto, Este estudio tiene un diseño experimental, ya que se ajustará el comportamiento de las variables dependientes e independientes para producir números o valores a través de un estudio utilizando un método cuantitativo que permita recolectar números o valores, recolectar y analizar los datos representados.

- Tipo de investigación: Descriptiva, explicativa y comparativa.
- Método de investigación: Enfoque mixto (cualitativa y cuantitativa).

4.3 Población y Muestra

4.3.1 Población

En la ciudad de Arequipa el cemento de tipo IP, es el más utilizado en las construcciones de la población, por lo que se está realizara pondrá en investigación este tipo de cemento, se tomó en cuenta los ensayos obtenidos en diferentes investigaciones relacionados de la exposición de concreto ante sulfatos, se considera indicadores según las normas técnicas peruanas de tipo de cemento IP, NTP 334.090, Agua que cumpla las especificaciones de la norma técnicas peruanas NTP 339.088.

4.3.2 Muestra

Para la toma representativa de la presente investigación se está realizando Según la NTE E060 (5.6.2) la cual indica con el objetivo de identificar la capacidad de resistencia potencial, se puede aceptar registro de los datos encontrados de los ensayos que consistan en menos de 30 unidades, pero no menor a 10 ensayos por tipo de concreto; La prueba de resistencia debe ser

el valor promedio de la resistencia de dos especímenes cilíndricos hechos de la misma muestra de concreto y probados después de 28 días la edad de prueba especificada para determinar f'_c .

Para el trabajo de suficiencia profesional, se está realizando según la NTE E.060, las muestras de concreto se realizaron en testigos de 6"x12", se realizaron un total de 70 unidades de pruebas cilíndricas siendo la siguiente tabla de distribución:

Tabla 16. Cantidad de ensayos de concreto

Concreto Patron $f'_c=210$ kg/cm ²	Periodo de Curado durante 7 días			Periodo de Curado durante 14 días			Periodo de Curado durante 28 días			Total de muestras cilíndricas
CP	3 unidades			3 unidades			4 unidades			10 unidades
Concreto Patron, Concreto patron + Aditivo $f'_c=210$ kg/cm ²	SS1	SS2	SS3	SS1	SS2	SS3	SS1	SS2	SS3	Total de muestras cilíndricas
CV1	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	4 und.	4 und.	4 und.	30 unidades
CV2	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	3 und.	4 und.	4 und.	4 und.	30 unidades
Total de Muestras										70 unidades

Fuente: Elaboración Propia

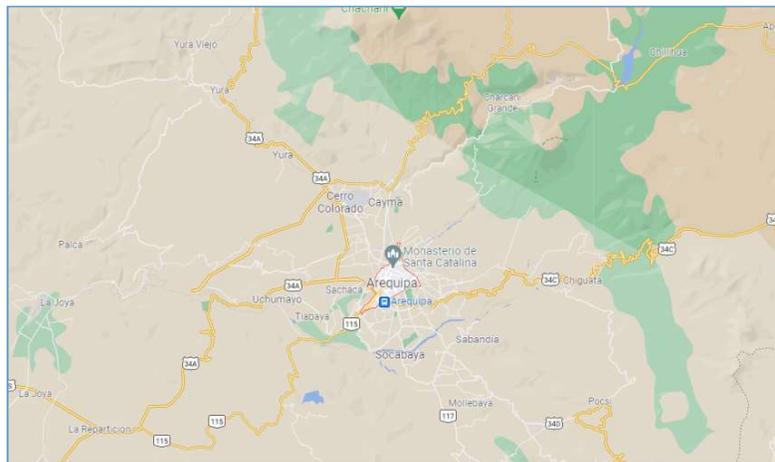
4.4 Lugar de Estudio

4.5 Localización del lugar de estudio

El lugar de estudio donde se realiza la presente investigación es en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Paucarpata.

La ubicación de la zona de estudio se puede describir en la Figura

Figura 25. Localización de lugar de estudio

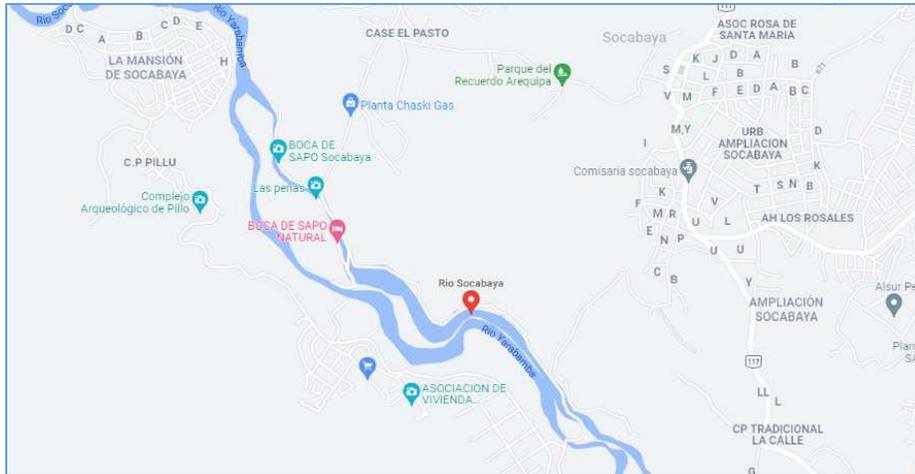


Fuente: (Googlemaps, 2023)

4.5.1 Información de la cantera de agregado

Para la ejecución de la presente investigación, se tomó los agregados de una cantera “rio Socabaya” ubicada en el distrito de Socabaya, los cuales fueron sometidos a todos los ensayos para determinar las cantidades exactas para llegar al diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm².

Figura 26. Ubicación de la cantera de agregados



Fuente: Google Maps

4.6 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

4.6.1 Ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto a los 7,14 y 28 días de curado.

Para la determinación de los valores de daño causado por los ataques de los sulfatos en un determinado tiempo de curado, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para las muestras de concreto $f'c=210$ kg/cm² y concreto $f'c=210$ kg/cm² + aditivo anti salitre, expuestas a sulfato de magnesio en 550 mg/lit, 5500mg/lit y 55000mg/lit, para periodos de curado de 7,14 y 28 días, de tal manera haciendo una comparativa con nuestro concreto patrón obteniendo una gráfica de daño en la resistencia de cada elemento de estudio.

La realización del ensayo de rotura a la compresión fue:

1. Rotulado de las muestras a experimentar.
2. Dejar secar las muestras por un periodo mínimo de 6 horas.
3. Ensayo de las muestras de 6"x12" en la máquina de compresión.
4. Tomar apuntes de los datos obtenidos en relación tiempo-cantidad de sulfatos de magnesio.

4.7 Análisis y Procesamiento de datos

4.7.1 Resultados a partir de la obtención a la prueba de compresión del concreto en base al tiempo y cantidad de solución de sulfato de magnesio.

- a. Relación de Cantidad de sulfatos diluida en agua de 550 mg/lit, 5500mg/lit y 55000mg/lit, para el curado de las variables de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ + aditivo anti salitre para un periodo de curado de 7 días.

Mediante el siguiente cuadro se demuestra la resistencia a la compresión halladas de cada muestra de concreto expuesta al curado de sulfato de magnesio.

Tabla 17. Resultados de resistencia en el ensayo de compresión de las muestras concreto patrón elaborado a los 7 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	31/01/2022	7	151	251.34	145.23	210.00
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	31/01/2022	7	150.9	239.57	138.43	210.00
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	31/01/2022	7	150.4	246.30	142.32	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras concreto a los 7 días de exposición a una solución de 550mg/lit de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.9	224.82	129.91	210.00
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.8	220.92	127.65	210.00
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.4	227.11	131.23	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 7 días de exposición a una solución con 5500mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'C)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.1	217.66	125.77	210.00
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.3	218.49	126.25	210.00
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.8	215.15	124.32	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 7 días de exposición a una solución con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'C)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.95	197.46	114.10	210.00
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.01	194.25	112.24	210.00
CV1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.02	203.23	117.43	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 7 días de exposición a una solución con 550mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'C)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV2	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.1	235.55	136.11	210.00
CV2	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.08	239.55	138.42	210.00
CV2	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.1	237.65	137.32	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 7 días de exposición a una solución con 5500mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.2	232.30	134.23	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.9	234.99	135.78	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.7	233.41	134.87	210.00

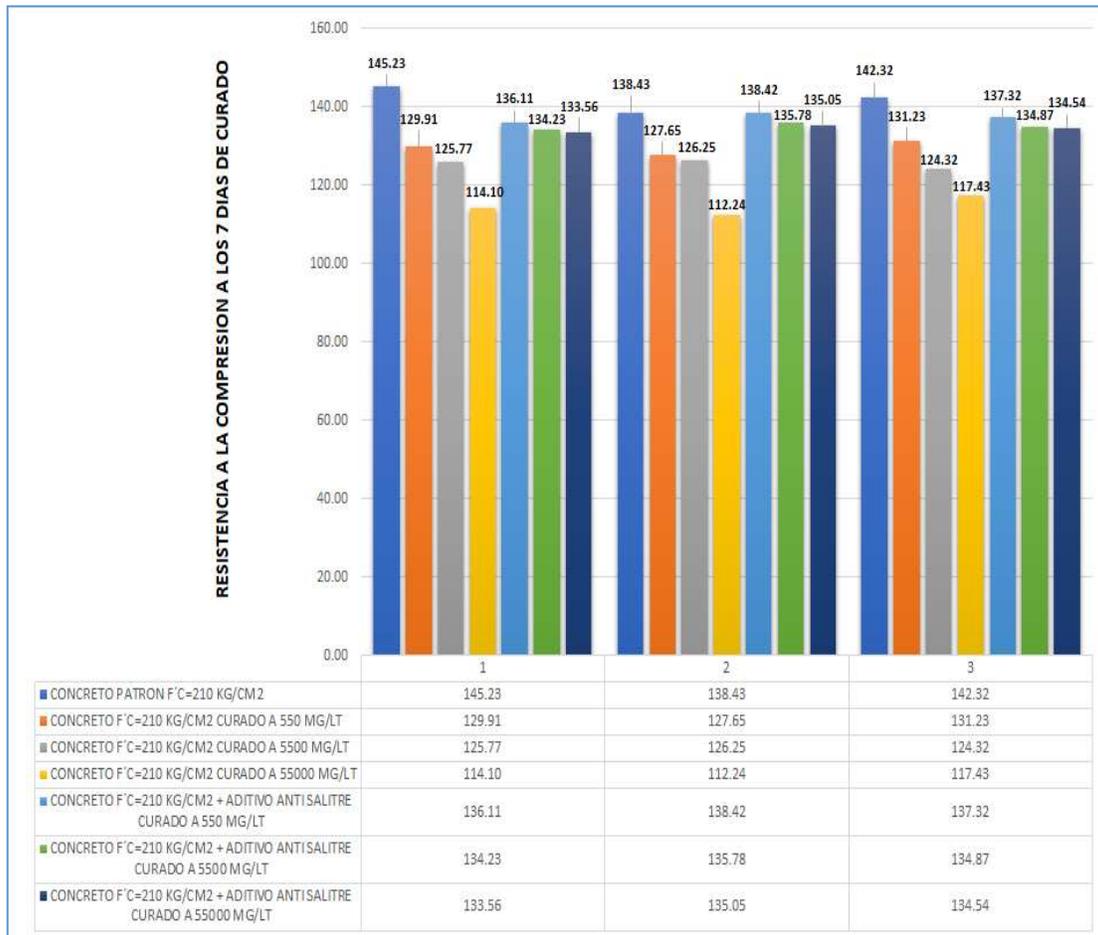
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 7 días de exposición a una solución con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.4	231.15	133.56	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.6	233.72	135.05	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.2	232.84	134.54	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 1. Valores de resistencia del ensayo de compresión a los 7 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los datos de la resistencia a la compresión de las muestras y sus variables se determinó los valores promedio de todas las variables experimentales determinando según la siguiente tabla los valores de resistencia a la compresión:

Tabla 24. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lt de sulfato de magnesio elaborado a los 7 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)	
CP	CONCRETO PATRON F'c=210 KG/CM2	25/01/2022	31/01/2022	7	151	245.74	141.99	210.00
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.9	224.28	129.60	210.00
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.1	217.10	125.45	210.00
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	149.95	198.31	114.59	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.1	237.58	137.28	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.2	233.57	134.96	210.00
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	31/01/2022	7	150.4	232.57	134.38	210.00

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 2. Resistencia promedio a la compresión elaborada a los 7 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

- b. Relación de Cantidad de sulfatos diluida en agua de 550 mg/lt, 5500mg/lt y 55000mg/lt, para el curado de las variables de concreto f'c=210kg/cm2 y concreto f'c=210 kg/cm2 + aditivo anti salitre para un periodo de curado de 14 días.

Mediante el siguiente cuadro se demuestra la resistencia a la compresión halladas de cada muestra de concreto expuesta al curado de sulfato de magnesio.

Tabla 25. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras concreto patrón elaborado a los 14 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CP	CONCRETO PATRON F'c=210 KG/CM2	25/01/2022	08/02/2022	14	151	326.34	188.57	210.00	90%
CP	CONCRETO PATRON F'c=210 KG/CM2	25/01/2022	08/02/2022	14	150.9	333.21	192.54	210.00	92%
CP	CONCRETO PATRON F'c=210 KG/CM2	25/01/2022	08/02/2022	14	150.4	338.65	195.68	210.00	93%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 14 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.9	287.43	166.08	210.00	79%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.8	293.54	169.61	210.00	81%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.4	289.53	167.30	210.00	80%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 14 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.1	279.43	161.46	210.00	77%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.3	281.34	162.56	210.00	77%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.8	275.65	159.28	210.00	76%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 14 días de curado con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV1	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.95	264.54	152.86	210.00	73%
CV1	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.01	263.34	152.16	210.00	72%
CV1	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.02	265.52	153.42	210.00	73%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 14 días de curado con 550mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.1	328.54	189.84	210.00	90%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.08	324.75	187.65	210.00	89%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.1	323.54	186.95	210.00	89%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 7 días de curado con 5500mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.2	320.12	184.97	210.00	88%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.9	319.85	184.82	210.00	88%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.7	325.93	188.33	210.00	90%

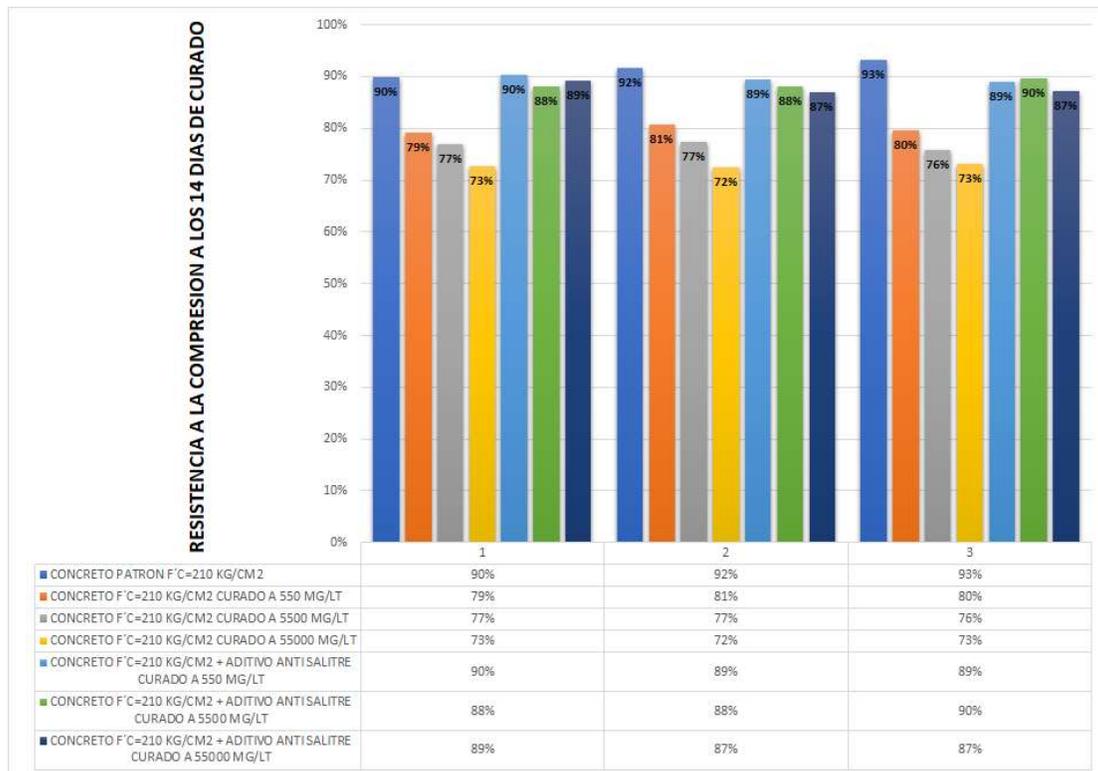
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 14 días de curado con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.4	323.92	187.17	210.00	89%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.6	315.83	182.49	210.00	87%
CV2	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.2	316.64	182.96	210.00	87%

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3. Valor de resistencia del ensayo de compresión a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los datos de la resistencia a la compresión de las muestras y sus variables se determinó los valores promedio de todas las variables

experimentales determinando según la siguiente tabla los valores de resistencia a la compresión:

Tabla 32. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lt de sulfato de magnesio elaborado a los 14 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	08/02/2022	14	151	332.73	192.26	210.00	92%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.9	290.17	167.67	210.00	80%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.1	278.81	161.10	210.00	77%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	149.95	264.47	152.82	210.00	73%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.1	325.61	188.15	210.00	90%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.2	321.97	186.04	210.00	89%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	08/02/2022	14	150.4	318.80	184.21	210.00	88%

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4. Resistencia promedio a la compresión a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

- c. Relación de Cantidad de sulfatos diluida en agua de 550 mg/lt, 5500mg/lt y 55000mg/lt, para el curado de las variables de concreto f'c=210kg/cm2 y

concreto $f'c=210$ kg/cm² + aditivo anti salitre para un periodo de curado de 28 días.

Mediante el siguiente cuadro se demuestra la resistencia a la compresión halladas de cada muestra de concreto expuesta al curado de sulfato de magnesio.

Tabla 33. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras concreto patrón elaborado a los 28 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm ²)		
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	22/02/2022	28	151	399.32	230.74	210.00	110%
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	22/02/2022	28	150.9	407.23	235.31	210.00	112%
CP	CONCRETO PATRON F' C=210 KG/CM2	25/01/2022	22/02/2022	28	150.4	399.43	230.80	210.00	110%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 28 días de curado con 550mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm ²)		
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.9	330.20	190.80	210.00	91%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.8	325.21	187.91	210.00	89%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.4	320.34	185.10	210.00	88%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Valor de resistencia del ensayo de compresión de las muestras de concreto elaborado a los 28 días de curado con 5500mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F' C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm ²)		
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.1	305.01	176.24	210.00	84%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.3	305.53	176.54	210.00	84%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.8	308.43	178.22	210.00	85%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Valor de resistencia del ensayo de compresión del concreto elaborado a los 28 días de curado con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.95	282.55	163.26	210.00	78%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.01	308.31	178.15	210.00	85%
CV1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.02	295.32	170.64	210.00	81%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Valor de resistencia del ensayo de compresión del concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 28 días de curado con 550mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.1	396.24	228.96	210.00	109%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.08	397.37	229.61	210.00	109%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.1	397.43	229.64	210.00	109%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Valor de resistencia del ensayo de compresión del concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 28 días de curado con 5500mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F°C)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.2	391.20	226.04	210.00	108%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.9	398.68	230.37	210.00	110%
CV2	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.7	394.32	227.85	210.00	108%

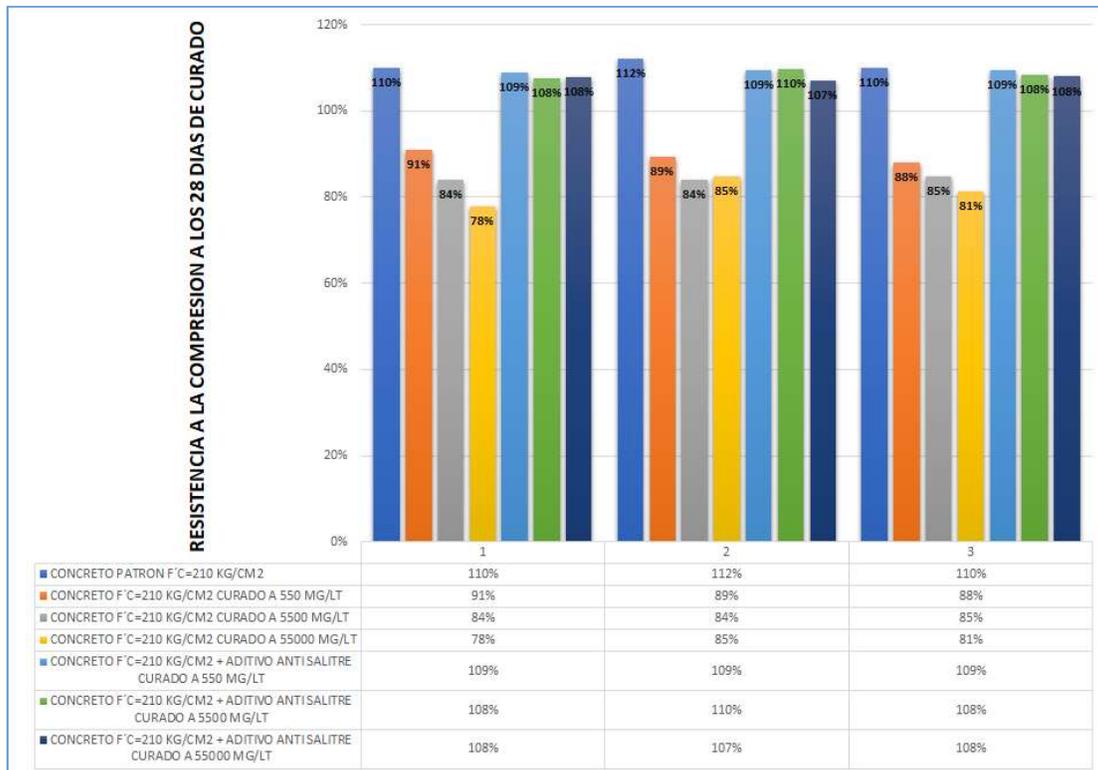
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Valor de resistencia del ensayo de compresión del concreto + aditivo anti sulfato elaborado a los 28 días de curado con 55000mg/lt de sulfato de magnesio

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION						(kg/cm2)		
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.4	392.09	226.56	210.00	108%
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.6	389.12	224.84	210.00	107%
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.2	392.43	226.76	210.00	108%

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 5. Valor de resistencia del ensayo de a la compresión a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los datos de la resistencia a la compresión de las muestras y sus variables se determinó los valores promedio de todas las variables

experimentales determinando según la siguiente tabla los valores de resistencia a la compresión:

Tabla 40. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lt de sulfato de magnesio elaborado a los 28 días de curado

SIGLAS	PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	Ø (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c) (kg/cm2)	RESISTENCIA REQUERIDA	PORCENTAJE OBTENIDO
	ELEMENTO/DESCRIPCION								
CP	CONCRETO PATRON F'c=210 KG/CM2	25/01/2022	22/02/2022	28	151	401.99	232.28	210.00	111%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.9	325.25	187.94	210.00	89%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.1	306.32	177.00	210.00	84%
CV1	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	149.95	295.39	170.69	210.00	81%
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 550 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.1	397.01	229.40	210.00	109%
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 5500 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.2	394.73	228.09	210.00	109%
CV2	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 + ADITIVO ANTI SALITRE CURADO A 55000 MG/LT	25/01/2022	22/02/2022	28	150.4	391.21	226.05	210.00	108%

Fuente: Elaboración Propia

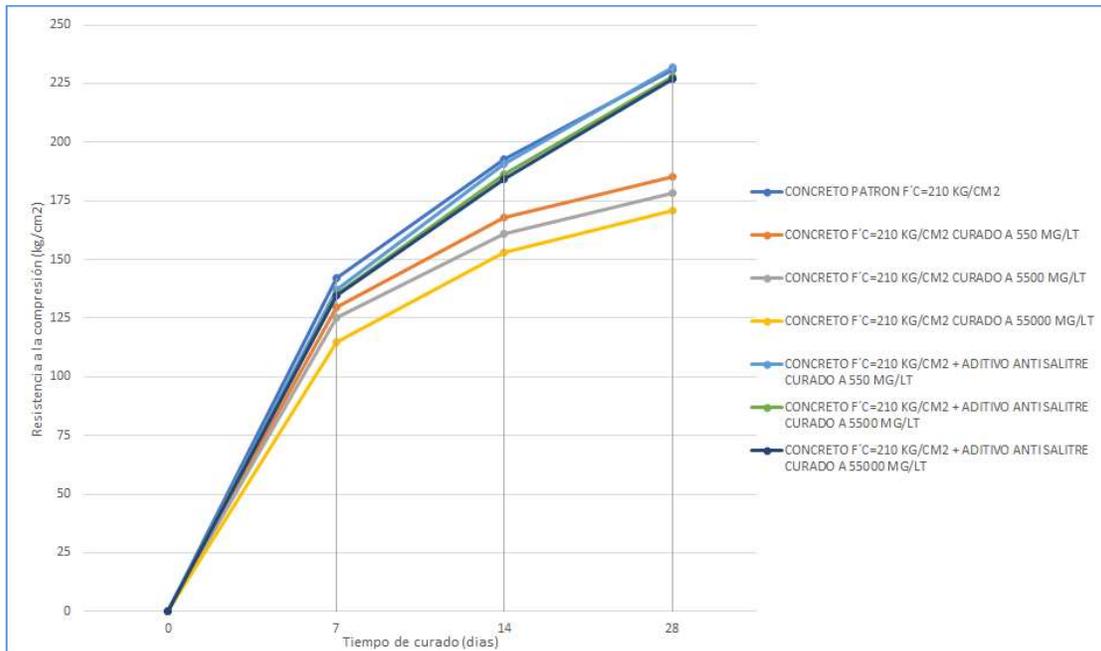
Ilustración 6. Resistencia promedio a la compresión a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

- d. Relación de Cantidad de sulfatos diluida en agua de 550 mg/lt, 5500mg/lt y 55000mg/lt, para el curado de las variables de concreto f'c=210kg/cm2 y concreto f'c=210 kg/cm2 + aditivo anti salitre, durante todo el periodo de tiempo 7, 14 y 28 días de curado.

Ilustración 7. Grafico comparativo de resistencia a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Conclusión 01: en base a la hipótesis planteada, se observa la relación de la resistencia de las muestras de concreto de $f'c=210$ kg/cm², lo cuales fueron curados en diferentes cantidades de solución con sulfatos y diferentes periodos de curados se encontró pérdida de resistencia demostrado en el ensayo de compresión.

Se ha realizado la exposición de los sulfatos, según lo contemplado en el RNE E-060, de concreto armado, estando las cantidades dentro de los parámetros asignados en la norma.

- Nivel moderado : 550 mg/lit
- Nivel agresivo : 5500 mg/lit
- Nivel muy agresivo : 55000 mg/lit

Los periodos de exposición asignados para analizar los resultados fueron en tres periodos, el primer periodo de 7 días, segundo periodo de 14 días y tercer periodo de 28 días.

Conclusión 02: obtenidos los datos de las roturas del concreto $f'c=210$ kg/cm² + aditivo anti salitre, curado a las distintas cantidades planteadas en este informe de suficiencia profesional, se demuestra que el concreto que fue adicionado el aditivo anti salitre no presenta variación negativa en la resistencia de su diseño.

5.2 Recomendaciones.

Recomendación N°01: seleccionar agregados que fueron procesados adecuadamente, que no se encuentren contaminados para no influenciar el diseño de mezcla planteado.

Recomendación N°02: se recomienda observar las diferencias del concreto expuesto a las diferentes cantidades de sulfatos, ya que por la acción química negativa influye directamente a la resistencia del concreto, por ello se recomienda el uso de los aditivos sulfatos.

CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS, REFERENCIAS

6.1 Glosario de Términos

Referencias

- Alan. (1998). *Concrete Technology*. England: Addison Wesley Longman Limited.
- Cortés. (23 de 06 de 2018). <https://slideplayer.es/>. Obtenido de https://slideplayer.es/https://player.slideplayer.es/76/12654969/slides/slide_12.jpg
- Gallegos, & Otros. (2019). *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A LA RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS, RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO ELABORADO CON AGLOMERANTE Y ADITIVO DE MATERIAL SEDIMENTARIO*. Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN.
- Girón. (24 de 05 de 1998). *Ataque por cloruros en el concreto*. México: Universidad Autonoma de México. Obtenido de <https://www.imcyc.com/revista/1998/oct/ataque.htm>
- Googlemaps. (2023). *Googlemaps*.
- Harmsen. (2017). *Diseño de estructuras de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Hernández, & Otros. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Murillo. (2018). *Métodos de investigación de enfoque experimental*. Lima: Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzmán y Valle.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacios en los agregados*. Lima: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: INDECOPI.
- NTP400.012. (2001). *AGREGADOS. analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global*. Lima: Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales - INDECOPI.
- Ortega. (2014). *Diseño de estructuras de Concreto Armado*. Lima: Macro E.I.R.L.
- Quimica Suiza Industrial. (2019). *Antisalitre Plus 100*. Lima: QSI Peru S.A.
- Sanchez, C. (08 de Febrero de 2019). *Normas APA*. Recuperado el 10 de Octubre de 2022, de Normas APA – 7ma (séptima) edición: <https://normas-apa.org/>
- Yura. (2020). *Cemento Tipo IP*. Arequipa: Yura.

CAPÍTULO VII: ÍNDICES

7.1 Índices de Gráficos

Ilustración 1. Resistencia a la compresión a los 7 días de curado	43
Ilustración 2. Resistencia promedio a la compresión a los 7 días de curado	44
Ilustración 3. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado	47
Ilustración 4. Resistencia promedio a la compresión a los 14 días de curado	48
Ilustración 5. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado	51
Ilustración 6. Resistencia promedio a la compresión a los 28 días de curado	52
Ilustración 7. Grafico comparativo de resistencia a los 7, 14 y 28 días	53

7.2 Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla Granulométrica – agregado fino	12
Tabla 2. Granulometría del agregado fino	13
Tabla 3. Granulometría del agregado	14
Tabla 4. Propiedades físicas del agregado fino – gravedad específica absorción	16
Tabla 5. Propiedades físicas del agregado fino – peso unitario	17
Tabla 6. Granulometría – agregado grueso	18
Tabla 7. Requisitos granulométricos del agregado grueso	19
Tabla 8. Granulometría del agregado grueso	20
Tabla 9. Propiedades físicas del agregado grueso – gravedad específica absorción	22
Tabla 10. Propiedades físicas del agregado grueso – peso unitario	22
Tabla 11. Unidades de muestra expuestas a curado con sulfato	24
Tabla 12. Pesos de agregado para elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	24
Tabla 13. Proporciones de dosificación para elaboración del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	25
Tabla 14. Valores máximos de sustancias en el agua	32
Tabla 15. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos	35
Tabla 16. Cantidad de ensayos de concreto	38
Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de curado	40
Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	40
Tabla 19. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	41
Tabla 20. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	41
Tabla 21. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 7 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	41
Tabla 22. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 7 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	42
Tabla 23. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 7 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	42
Tabla 24. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lit de sulfato de magnesio a los 7 días de curado	44
Tabla 25. Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días de curado	45
Tabla 26. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	45

Tabla 27. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	45
Tabla 28. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	46
Tabla 29. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 14 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	46
Tabla 30. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 7 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	46
Tabla 31. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 14 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	47
Tabla 32. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lit de sulfato de magnesio a los 14 días de curado	48
Tabla 33. Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de curado	49
Tabla 34. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	49
Tabla 35. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	49
Tabla 36. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	50
Tabla 37. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 28 días de curado con 550mg/lit de sulfato de magnesio	50
Tabla 38. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 28 días de curado con 5500mg/lit de sulfato de magnesio	50
Tabla 39. Resistencia a la compresión del concreto + aditivo anti sulfato a los 28 días de curado con 55000mg/lit de sulfato de magnesio	51
Tabla 40. Resistencia promedio a la compresión de las variables de concreto y variables en cantidad mg/lit de sulfato de magnesio a los 28 días de curado	52

7.3 Índice de Fotos

Figura 1. Ataque por sulfatos	3
Figura 2. Control de Slump	7
Figura 3. Realización de muestras de concreto	8
Figura 4. Uniformización de concreto	8
Figura 5. Colocación de probetas vaciadas	9
Figura 6. Muestras de concreto retiradas	9
Figura 7. Curado de concreto a 550 mg/lit	10
Figura 8. Curado de concreto a 5500 mg/lit	11
Figura 9. Curado de concreto a 55000 mg/lit	11
Figura 10. Curva granulométrica. Agregado fino	13
Figura 11. Curva granulométrica – agregado grueso	18
Figura 12. Solución de sulfato de magnesio mg/lit	23
Figura 13. Balanza electrónica	25
Figura 14. Prensa hidráulica	26
Figura 15. Cono de Abrams	26
Figura 16. Tamices granulométricos	27
Figura 17. Trompo mecánico de 11p3	27
Figura 18. Moldes metálicos de 6"x12", Carretilla metálica	28
Figura 19. Proceso de elaboración de concreto	29
Figura 20. Cemento Yura Tipo IP	31

Figura 21. Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos por el agregado fino.....	33
Figura 22. Agregado grueso.....	33
Figura 23. Parámetro HUSO 67 agregado grueso.....	34
Figura 24. Agregado grueso.....	34
Figura 25. Ubicación de lugar de estudio	38
Figura 26. Ubicación de la cantera de agregados	39

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ANEXO 1

Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto

ACTIVIDAD	COSTO
Diseño de mezcla	S/. 250.00
Recursos materiales	S/. 500.00
Equipo de mezcla de concreto	S/. 200.00
Roturas de concreto	S/. 360.00
Impresiones, información	S/. 150.00
Impresiones, anillados	S/. 350.00
COSTO TOTAL	S/. 1810.00