

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Optimización del diseño y desarrollo del concreto $f'c=210$ kg/cm² para la
sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la ciudad de Cerro de
Pasco.**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autores:

Bach. Brolin DIAZ HURTADO

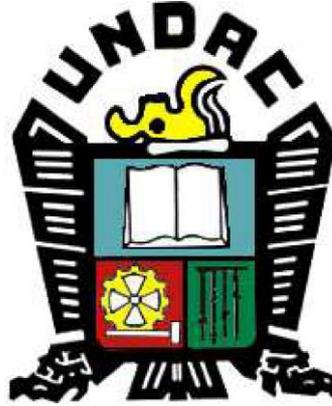
Bach. Hover Eduardo GALARZA ARTEAGA

Asesor:

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Optimización del diseño y desarrollo del concreto $f'c=210$ kg/cm² para la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la ciudad de Cerro de Pasco.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Julio Alejandro MARCELO AMES

PRESIDENTE

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

Mg. Isaac Neil Ubaldo CORNELIO MUÑOZ

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 175-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm² para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. DIAZ HURTADO, Brolin
Bach. GALARZA ARTEAGA, Hover Eduardo

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. YARASCA CORDOVA, Pedro

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

23 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 3 de diciembre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03.12.2024 09:12:01 -05:00

DEDICATORIA

A Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fortaleza para perseverar. A mi valiente madre. Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo. Tus palabras de aliento, tu perseverancia, fortaleza y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. Te amo con todo mi corazón y esta tesis es mi modesta forma de agradecerte por todo lo que has hecho por mí y mis hermanas.

Brolin DIAZ HURTADO

A Dios, por darme la fortaleza para culminar esta meta, a mis padres Eduardo y Gloria, por cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y cada decisión que tomaron en mi nombre son el fundamento de mi éxito, a mi hermano Paul, este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que ha invertido para brindarme una educación sólida y, finalmente a mi abuela Matiaza, quien desde el cielo derrama bendiciones, me acompaña en mis caminos y es mi guía para ser mejor persona y profesional.

Hover E. GALARZA ARTEAGA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser la fortaleza espiritual y ser quien puso en nuestra existencia a tan maravillosa familia y a todas las personas con las que compartimos momentos inolvidables.

Reconocemos también a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC, que en la trayectoria por las aulas de la Universidad nos impartieron sus valiosos conocimientos y aconsejaron en nuestro desarrollo profesional, a los ingenieros que tuvimos la oportunidad de conocer y compartir en los diferentes trabajos como practicante y/o asistente, etapa en el cual aprendimos mucho de sus experiencias en el ámbito laboral, todo ello fue regulando nuestros aprendizajes para la elaboración de la presente investigación, a nuestro asesor por su apoyo y orientación en el transcurso de la realización del presente trabajo.

RESUMEN

A nivel internacional, la industria de la construcción busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad del concreto ante el impacto ambiental y la necesidad de infraestructuras más resistentes. En el Perú, la calidad del concreto sigue siendo un desafío, especialmente en regiones con condiciones climáticas adversas, lo que genera estructuras con menor vida útil y mayores costos de mantenimiento. En Cerro de Pasco, la altitud, los cambios térmicos y la contaminación afectan la durabilidad del concreto, evidenciando la necesidad de optimizar su diseño para mejorar su desempeño.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar si la optimización del diseño y desarrollo del concreto con una resistencia $f'_c=210$ kg/cm² mejora la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la ciudad de Cerro de Pasco. Para ello, se llevó a cabo un estudio experimental con un enfoque cuantitativo, evaluando el efecto del uso de aditivos incorporadores de aire y plastificantes en la resistencia a la compresión del concreto.

El diseño metodológico comprendió la preparación y ensayo de diferentes mezclas de concreto, incluyendo un grupo de control sin aditivos y grupos experimentales con distintos porcentajes de aditivos. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para determinar diferencias significativas entre los grupos, así como para evaluar la relación entre el uso de aditivos y el desempeño del concreto.

Los resultados demostraron que la inclusión de aditivos plastificantes mejora significativamente la resistencia del concreto, logrando incrementos de hasta un 20% en comparación con el concreto patrón. En particular, se observó que las muestras M-02 y M-03 presentaron valores de resistencia similares a los 28 días, ambos superiores al concreto sin aditivos. Adicionalmente, el análisis estadístico confirmó que las diferencias

en resistencia son significativas y que el uso de plastificantes contribuye a una mejor trabajabilidad sin comprometer la durabilidad del material.

Asimismo, al comparar las dosificaciones de mezcla obtenidas para 1 m³ en los diseños patrón, M-1, M-2 y M-3 con los diseños de mezcla A, B, C, D, E y F, que corresponden a diseños de mezcla de obras realizadas en la ciudad de Cerro Pasco y adicionalmente comparado con el diseño de mezcla de Capeco, se logró una optimización de cemento de aproximadamente 2 bolsas.

Como conclusión, se determinó que la optimización del diseño del concreto mediante la adición de aditivos plastificantes y aire, genera mejoras en la resistencia mecánica, permitiendo desarrollar estructuras más sostenibles y duraderas en condiciones ambientales exigentes como las de Cerro de Pasco. La incorporación de estos aditivos no solo mejora el desempeño estructural, sino que también favorece la eficiencia en el uso de materiales y la reducción del impacto ambiental al prolongar la vida útil de las construcciones.

Palabras clave: concreto optimizado, resistencia a la compresión, aditivos plastificantes, sostenibilidad, durabilidad estructural.

ABSTRACT

Internationally, the construction industry is seeking to improve the efficiency and sustainability of concrete in the face of environmental impact and the need for more resistant infrastructure. In Peru, concrete quality continues to be a challenge, especially in regions with adverse climatic conditions, resulting in structures with shorter service life and higher maintenance costs. In Cerro de Pasco, altitude, thermal changes, and pollution affect the durability of concrete, evidencing the need to optimize its design to improve its performance.

In this context, the present research aimed to determine whether the optimization of the design and development of concrete with a strength $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ improves the sustainability and durability of structures in the city of Cerro de Pasco. For this purpose, an experimental study was carried out with a quantitative approach, evaluating the effect of the use of air-entraining admixtures and plasticizers on the compressive strength of concrete.

The methodological design involved the preparation and testing of different concrete mixtures, including a control group without admixtures and experimental groups with different percentages of admixtures. Compressive strength tests were performed at 7, 14 and 28 days to determine significant differences between the groups, as well as to evaluate the relationship between the use of admixtures and concrete performance.

The results showed that the inclusion of plasticizing admixtures significantly improved the strength of the concrete, achieving increases of up to 20% compared to the standard concrete. In particular, it was observed that samples M-02 and M-03 presented similar strength values at 28 days, both higher than concrete without admixtures. Additionally, the statistical analysis confirmed that the differences in strength are

significant and that the use of plasticizers contributes to a better workability without compromising the durability of the material.

Likewise, when comparing the mix dosages obtained for 1 m³ in the standard designs, M-1, M-2 and M-3 with mix designs A, B, C, D, E and F, which correspond to mix designs of works carried out in the city of Cerro Pasco, and additionally compared with Capeco's mix design, a cement optimization of approximately 2 bags of cement was achieved.

In conclusion, it was determined that the optimization of concrete design through the addition of plasticizing admixtures and air, generates improvements in mechanical strength, allowing the development of more sustainable and durable structures in demanding environmental conditions such as those of Cerro de Pasco. The incorporation of these admixtures not only improves structural performance, but also favors efficiency in the use of materials and the reduction of environmental impact by extending the useful life of the constructions.

Keywords: optimized concrete, compressive strength, plasticizing admixtures, sustainability, structural durability.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cerro de Pasco es una de las ciudades con menos desarrollo en infraestructura a nivel nacional. Si bien es cierto que, en todas las regiones se tiene presente el problema de la autoconstrucción, en la ciudad de Cerro de Pasco se agrava aún más el problema debido a la falta de implementación y concientización del Plan de Desarrollo Urbano. Esto, sumado a la reducción de costos en cuanto a gasto en mejoramientos o pago a personas capacitadas en el rubro de la construcción, optan por construir sus casas con materiales estándar y sin conocer los beneficios de otros materiales que existen en el mercado como son los aditivos en todos sus tipos.

Los aditivos han demostrado en los últimos años ser ya no solo una parte opcional del concreto, sino un componente fundamental en cuanto a brindar al concreto características y beneficios frente a los innumerables escenarios que existen en el mundo y cómo vuelven estos versátil al concreto en todas sus aplicaciones.

Para nuestro caso, los beneficios de los aditivos se pueden ver reflejados en que, debido a que vivimos en clima frío el concreto no se desarrolla de forma normal a causa del hielo y deshielo, lo que puede comprometer la resistencia a compresión que mediante el uso de aditivos se puede contrarrestar.

Para el presente estudio se optó por usar aditivos incorporador de aire y superplastificante. El primero de estos para contrarrestar los cambios bruscos de volumen en el concreto, y el segundo para reducir el porcentaje de agua en el concreto que debido al clima se congela e incrementa su volumen.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. Delimitación Espacial	4
1.2.2. Delimitación Temporal	5
1.2.3. Delimitación de Materiales	5
1.2.4. Delimitación de Variables.....	5
1.2.5. Delimitación de Métodos	5
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3.1. Problema general.....	6
1.3.2. Problemas específicos	6
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO	12
2.2.	BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS.....	28
2.2.1.	Bases Teóricas del Concreto	28
2.2.2.	Optimización del diseño y desarrollo del concreto	36
2.2.3.	Requisitos de calidad del agua	37
2.2.4.	Concreto durable y sostenible	38
2.2.5.	Concreto Durables, Económicos y sostenibles	44
2.2.6.	Materiales constituyentes del diseño de mezcla.....	48
2.2.7.	Aditivos	56
2.2.8.	Problemas del concreto en climas fríos.....	63
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	64
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	65
2.4.1.	Hipótesis general	65
2.4.2.	Hipótesis específicas	66
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	66
2.5.1.	Variable Independiente	66
2.5.2.	Variable dependiente.....	67
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	68

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	73
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	73
3.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	74

3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	74
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	74
3.5.1.	Población.....	74
3.5.2.	Muestra.....	75
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	75
3.6.1.	Instrumentos de recolección de datos	75
3.7.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	76
3.7.1.	De los resultados y su corrección.....	76
3.7.2.	Evaluación de resultados.....	76
3.7.3.	Método de Análisis de datos:	77
3.8.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	78
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	78

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	79
4.1.1.	Descripción del proyecto.....	83
4.1.2.	Recolección de datos del proyecto	83
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
4.2.1.	Granulometría de agregados	83
4.2.2.	Contenido de humedad de agregados.....	86
4.2.3.	Peso unitario suelto y peso unitario compactado	87
4.2.4.	Peso específico y porcentaje de absorción	88
4.2.5.	Diseño de mezcla	89
4.2.6.	Resistencia a la compresión	91
4.2.7.	Comparación de resistencias a compresión.....	93

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS	97
4.3.1. Prueba de Normalidad	97
4.3.2. Correlación de Pearson	98
4.3.3. Prueba de ANOVA	98
4.3.4. Hipótesis general	99
4.3.5. Hipótesis específica.....	99
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	101
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relaciones a/c optimizadas.....	26
Tabla 2 Resultados de Permeabilidad en concretos de diferente contenido de pasta....	45
Tabla 3 Resultados de Resistencia en concretos de diferente contenido de Pasta	46
Tabla 4 Límites permisibles para agua de mezclas y curado	49
Tabla 5 Análisis Granulométrico de Agregado Fino.....	55
Tabla 6 Matriz de operacionalización de variables	68
Tabla 7 Asentamientos según tipos de construcciones.....	79
Tabla 8 Volumen unitario de agua	80
Tabla 9 Aire atrapado en función del tamaño máximo nominal	80
Tabla 10 Contenido de aire en función de la exposición.....	80
Tabla 11 Relación agua/cemento según la resistencia.....	81
Tabla 12 Selección del volumen de agregado grueso.....	81
Tabla 13 Porcentaje de agregado fino	82
Tabla 14 Granulometría del Agregado Fino.....	84
Tabla 15 Granulometría del Agregado Grueso N°1	85
Tabla 16 Granulometría del Agregado Grueso N°2	86
Tabla 17 Contenido de humedad del agregado fino	87
Tabla 18 Contenido de humedad del agregado grueso N°1	87
Tabla 19 Contenido de humedad del agregado grueso N°2	87
Tabla 20 P.U.s. y P.U.c. del agregado fino.....	88
Tabla 21 P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso N°1	88
Tabla 22 P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso N°2.....	88
Tabla 23 P.e. y absorción del agregado fino.....	88
Tabla 24 P.e. y absorción del agregado grueso N°1	89

Tabla 25 P.e. y absorción del agregado grueso N°2.....	89
Tabla 26 Resumen de propiedades físicas de los agregados	89
Tabla 27 Dosificación de diseño patrón	90
Tabla 28 Dosificación de diseño M - 01.....	90
Tabla 29 Dosificación de diseño M - 02.....	90
Tabla 30 Dosificación de diseño M - 03.....	90
Tabla 31 Diseño de mezcla del concreto patrón.....	90
Tabla 32 Diseño de mezcla M - 01	91
Tabla 33 Diseño de mezcla M - 02.....	91
Tabla 34 Diseño de mezcla M - 03.....	91
Tabla 35 Resistencias a los 7 días	92
Tabla 36 Resistencias a los 14 días	92
Tabla 37 Resistencias a los 28 días	93
Tabla 38 Resumen de $f'c$ de todos los diseños.....	93
Tabla 39 Incremento de resistencia a compresión.....	95
Tabla 40 Resumen de dosificaciones de mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en obras realizadas en la ciudad de Cerro de Pasco y sus áreas circundantes	96
Tabla 41 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M - 01, M - 02 y M - 03	97
Tabla 42 Correlación de Pearson para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M - 01, M - 02 y M - 03	98
Tabla 43 Prueba de ANOVA para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M - 01, M - 02 y M - 03	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Relación entre la velocidad de liberación de calor y tiempo de mezclado....	30
Gráfico 2	Relación entre la resistencia relativa y tiempo de mezclado.....	33
Gráfico 3	Relación entre la resistencia a la penetración y el tiempo de mezclado.....	33
Gráfico 4	Termómetro Digital	35
Gráfico 5	Relación entre el asentamiento y volumen de pasta.....	41
Gráfico 6	Viscosidad de pastas de diferente A/C	42
Gráfico 7	Curva de Relación A/C.....	43
Gráfico 8	Evolución de resistencias	59
Gráfico 9	Evolución de Tiempo vs. Asentamiento.....	62
Gráfico 10	Curva granulométrica del agregado fino	84
Gráfico 11	Curva granulométrica del agregado grueso N°1	85
Gráfico 12	Curva granulométrica del agregado grueso N°2	86
Gráfico 13	Comparación de resistencias a compresión.....	94

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La ciudad de Cerro de Pasco, situada a gran altitud en la región altoandina, enfrenta desafíos significativos en la construcción y mantenimiento de estructuras debido a sus condiciones geográficas y climáticas únicas. Las bajas temperaturas, la variabilidad climática extrema y las características específicas del suelo presentan obstáculos considerables para el diseño y desarrollo del concreto utilizado en las construcciones locales. Estas condiciones, combinadas con la creciente demanda de infraestructuras sostenibles, plantean la necesidad urgente de innovaciones en el diseño y desarrollo del concreto para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la ciudad de Cerro de Pasco.

A pesar de los avances en tecnología del concreto a nivel global, la adaptación de estas innovaciones a las condiciones específicas de Cerro de Pasco ha sido limitada. La falta de investigación y desarrollo localizado ha llevado a la utilización de técnicas y mezclas de concreto convencionales, que pueden no ser óptimas para resistir las condiciones climáticas extremas y los desafíos de suelos

locales. Esta disparidad entre las necesidades específicas de la ciudad y las soluciones actuales disponibles crea un vacío en el conocimiento y la aplicación de tecnologías de concreto avanzadas, lo que pone en peligro la integridad y sostenibilidad de las estructuras en Cerro de Pasco.

Además, la falta de prácticas de construcción sostenibles y duraderas afecta negativamente tanto el medio ambiente como la economía local a largo plazo. Las estructuras que no cumplen con los estándares de sostenibilidad y durabilidad requieren reparaciones y reemplazos frecuentes, generando una carga económica y ambiental significativa para la comunidad y sus recursos naturales.

En este contexto, es imperativo abordar el problema fundamental de la falta de innovaciones locales en el diseño y desarrollo del concreto. Se necesita una investigación profunda y específica para desarrollar tecnologías de concreto avanzadas y sostenibles que sean adaptadas a las condiciones particulares de Cerro de Pasco, asegurando así la construcción de estructuras que sean seguras, sostenibles y económicamente viables a largo plazo.

El campo de la optimización del diseño y desarrollo del concreto para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras es amplio y multidisciplinario, involucrando diversas teorías científicas y conceptos. Algunas de las teorías científicas relevantes que podrían estar relacionadas con este tema incluyen:

- **Teoría de Materiales de Construcción:** Esta teoría se enfoca en la comprensión profunda de los materiales de construcción, incluyendo el comportamiento de los materiales de cemento, agregados y aditivos a nivel molecular y microestructural. La investigación en esta área proporciona

conocimientos sobre las propiedades mecánicas y químicas de los materiales, lo que es fundamental para optimizar el diseño del concreto.

- **Teoría de la Resistencia de Materiales:** Esta teoría se centra en la respuesta de los materiales a las fuerzas externas y las deformaciones resultantes. En el contexto del concreto, esta teoría ayuda a comprender cómo las diferentes proporciones y tipos de materiales afectan la resistencia y la durabilidad del concreto bajo diferentes condiciones de carga y entorno.
- **Teoría de Mezclas de Materiales:** Esta teoría se refiere a la combinación y proporciones de diferentes materiales para crear mezclas óptimas. En el caso del concreto, esta teoría ayuda a determinar las proporciones adecuadas de cemento, agua, agregados y aditivos para lograr las características deseadas en términos de resistencia y durabilidad.
- **Teoría de la Hidratación del Cemento:** La reacción química entre el cemento y el agua, conocida como hidratación, es fundamental para el desarrollo de la resistencia en el concreto. Comprender esta teoría es esencial para diseñar mezclas de concreto que alcancen su resistencia máxima durante el curado.
- **Teoría del Comportamiento de Estructuras:** Esta teoría se enfoca en el comportamiento y rendimiento de las estructuras construidas con diferentes materiales, incluyendo el concreto. Investigaciones en esta área ayudan a comprender cómo las propiedades del concreto, como la resistencia y la durabilidad, influyen en la integridad estructural a largo plazo.
- **Teoría de la Ingeniería Sísmica:** En áreas sísmicas como Cerro de Pasco, esta teoría es crucial para entender cómo las propiedades del concreto afectan la capacidad de las estructuras para resistir y absorber fuerzas sísmicas,

contribuyendo así a la sostenibilidad y durabilidad de las edificaciones en zonas sísmicas.

- **Teoría de Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible:** Esta teoría se enfoca en encontrar soluciones que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. La investigación en esta área es vital para integrar consideraciones ambientales, económicas y sociales en el diseño y desarrollo del concreto, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo de las estructuras construidas.

Estas teorías científicas proporcionan un marco conceptual sólido para la investigación en el campo de la optimización del diseño y desarrollo del concreto, contribuyendo así a la creación de estructuras más sostenibles y duraderas en la ciudad de Cerro de Pasco.

1.2. Delimitación de la investigación

La delimitación de una investigación establece los límites y alcances específicos del estudio. Para la investigación sobre "Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco", la delimitación se puede establecer de la siguiente manera:

1.2.1. Delimitación Espacial

La investigación se enfocará exclusivamente en la ciudad de Cerro de Pasco y sus áreas circundantes. No se considerarán otras regiones geográficas para este estudio, ya que el objetivo es analizar las condiciones y desafíos específicos de construcción en esta ciudad altoandina.

1.2.2. Delimitación Temporal

La investigación se limitará a un período específico de tiempo, que será el periodo del año presente 2023. Se analizarán las prácticas y tecnologías de concreto desarrolladas durante este período para evaluar su relevancia y aplicabilidad en el contexto actual de Cerro de Pasco.

1.2.3. Delimitación de Materiales

La investigación se centrará únicamente en el concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm^2 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$). No se considerarán otros tipos de concreto con resistencias diferentes para evitar la dilución del enfoque de la investigación. Se investigarán las técnicas específicas de optimización relacionadas con este tipo de concreto.

1.2.4. Delimitación de Variables

Las variables a analizar estarán limitadas a los aspectos directamente relacionados con la optimización del diseño y desarrollo del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras. Las variables incluirán la selección de materiales, proporciones de mezcla, aditivos y adiciones, técnicas de mezcla y curado, pruebas y evaluaciones, y consideraciones específicas del proyecto.

1.2.5. Delimitación de Métodos

Los métodos de investigación incluirán revisión bibliográfica, análisis de estudios de casos, pruebas de laboratorio y simulaciones computacionales específicas para evaluar las propiedades y el rendimiento del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones de Cerro de Pasco. No se utilizarán métodos que no estén directamente relacionados con el análisis de la sostenibilidad y durabilidad del concreto en este contexto específico.

Estas delimitaciones se establecen para enfocar la investigación, mantenerla específica y lograr resultados precisos y significativos dentro del contexto particular de la ciudad de Cerro de Pasco y las propiedades específicas del concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm².

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'_c=210$ kg/cm² mejora la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'_c=210$ kg/cm² estará relacionado con las pruebas y evaluación para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?
- b. ¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'_c=210$ kg/cm² estará relacionado con aditivos y adiciones para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?
- c. ¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'_c=210$ kg/cm² estará relacionado con las técnicas de mezcla y curado para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ mejora la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ estará relacionado con las pruebas y evaluación para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.
- Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ estará relacionado con aditivos y adiciones para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.
- Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ estará relacionado con las técnicas de mezcla y curado para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

La justificación del problema "Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco". Radica en la importancia crítica de construir estructuras resistentes, sostenibles y duraderas en un entorno geográfico y climático único como Cerro de Pasco. A continuación, se detallan las razones fundamentales que respaldan la necesidad de esta investigación:

a. Necesidad de Infraestructura Sostenible:

Cerro de Pasco, como muchas otras ciudades, necesita infraestructuras resistentes que sean capaces de resistir condiciones climáticas extremas y a la vez sean sostenibles en términos de su impacto ambiental y uso eficiente de recursos. La optimización del concreto es esencial para cumplir con estos requisitos y promover la sostenibilidad a largo plazo de la ciudad.

b. Desafíos Climáticos y Geológicos Únicos:

La ciudad de Cerro de Pasco enfrenta desafíos únicos debido a su altitud y ubicación geográfica. Las variaciones extremas de temperatura y otros factores climáticos, junto con las características geológicas particulares, hacen necesario desarrollar soluciones específicas que se adapten a estas condiciones.

c. Impacto en la Seguridad Pública:

Estructuras inadecuadas o que no cumplen con estándares de durabilidad pueden representar un riesgo significativo para la seguridad pública. Construir concreto optimizado no solo aumenta la vida útil de las estructuras, sino que también reduce el riesgo de colapsos y daños en casos de desastres naturales como terremotos.

d. Contribución al Desarrollo Sostenible:

Optimizar el diseño del concreto para hacerlo más sostenible y duradero no solo beneficia a corto plazo, sino que también contribuye al desarrollo sostenible a largo plazo de la ciudad. Estructuras duraderas implican menos necesidad de reconstrucción frecuente, reduciendo así los costos económicos y ambientales asociados.

e. Relevancia para la Comunidad y la Economía Local:

La investigación en este campo tiene un impacto directo en la comunidad local y la economía. Estructuras seguras y sostenibles mejoran la calidad de vida de los habitantes y también pueden impulsar el desarrollo económico al fomentar la inversión en infraestructuras más confiables y duraderas.

f. Contribución al Conocimiento Científico:

El estudio sobre la optimización del concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm^2 en un contexto específico como Cerro de Pasco representa una contribución valiosa al conocimiento científico y técnico. Los hallazgos de esta investigación pueden ser útiles para otros proyectos similares en regiones con condiciones geográficas y climáticas comparables. En resumen, la optimización del diseño y desarrollo del concreto en Cerro de Pasco es crucial para enfrentar los desafíos únicos de esta región, garantizar la seguridad de sus habitantes y contribuir al desarrollo sostenible y económico local. Esta investigación se justifica por su impacto directo en la comunidad, la seguridad pública y el conocimiento científico, así como por su relevancia para el futuro desarrollo de la ciudad y sus habitantes.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones del problema para la investigación sobre "Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco" son aspectos específicos que deben ser reconocidos y comprendidos para contextualizar el alcance y las restricciones del estudio. A continuación, se detallan las limitaciones de esta investigación:

- **Contexto Geográfico Específico:** La investigación se limita a la ciudad de Cerro de Pasco y sus áreas circundantes. Las conclusiones y recomendaciones derivadas de este estudio estarán específicamente adaptadas a las condiciones geográficas y climáticas de esta región, lo que limita su aplicabilidad directa en otras áreas con diferentes condiciones.
- **Enfoque en un Tipo de Concreto Específico:** La investigación se centra únicamente en el concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm² ($f'_c=210$ kg/cm²). Otras resistencias de concreto no se consideran en este estudio, lo que limita la generalización de los resultados a otras resistencias.
- **Restricciones Temporales:** La investigación se enfoca en las prácticas, tecnologías y conocimientos desarrollados en los últimos años. Los desarrollos anteriores a este período no se incluirán de manera exhaustiva en el análisis, lo que podría limitar la comprensión histórica completa del tema.
- **Disponibilidad de Datos:** La disponibilidad y accesibilidad de datos específicos, especialmente en términos de pruebas de laboratorio y estudios de caso, pueden ser limitadas. Esto podría afectar la extensión y profundidad del análisis y las conclusiones del estudio.
- **Variables Limitadas:** A pesar de que se consideran múltiples variables en el proceso de optimización del concreto, algunas variables específicas, como ciertos tipos de aditivos o condiciones climáticas extremas, podrían no ser exploradas en detalle debido a limitaciones de recursos y tiempo.
- **Factores Económicos y Sociales:** Aunque se reconoce la importancia de los factores económicos y sociales en la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras, este estudio se enfoca principalmente en los aspectos técnicos y

científicos del concreto. Consideraciones económicas y sociales pueden ser limitadas en su análisis detallado.

- **Evolución Tecnológica:** La tecnología y las prácticas de construcción están en constante evolución. Las conclusiones y recomendaciones de este estudio estarán basadas en el estado actual de la tecnología y las prácticas, lo que significa que ciertas innovaciones futuras podrían no estar reflejadas en este análisis.

Reconociendo estas limitaciones, el estudio se enfocará en proporcionar una comprensión detallada y específica de la optimización del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en el contexto de Cerro de Pasco, dentro de los límites y restricciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- ✓ “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO UTILIZANDO MATERIALES DE PROCEDENCIA NACIONAL”, autor: Bach. Ronald Kenyo Arrieta Zapata y Bach. Daniel Eduardo Medina Cordova.

➤ Indica:

- (Arrieta Zapata & Medina Córdoba, 2019). “Este proyecto tiene como objetivo investigar un método de diseño de mezclas para elaborar concreto de alto desempeño, orientado a la construcción de estructuras cada vez más exigentes, como rascacielos, puentes de grandes vanos y túneles. La investigación se basa en el enfoque propuesto por el profesor Pierre Claude Aitcin, de la Universidad de Sherbrooke en Quebec, Canadá. Este método introduce un parámetro novedoso no considerado en los diseños tradicionales: el punto de saturación del aditivo. A través de pruebas detalladas en

este estudio, se determinará dicho valor, lo que permitirá identificar el aditivo que ofrezca la mejor dispersión en la pasta de cemento y estimar las proporciones adecuadas de los componentes de la mezcla. Posteriormente, se seleccionarán los materiales más apropiados en función del desempeño requerido. Además, se realizarán ensayos con materiales cementicios suplementarios para mejorar las propiedades del concreto y, al mismo tiempo, reducir el uso de cemento en la mezcla”.

➤ Concluye:

- (Arrieta Zapata & Medina Córdova, 2019). “Se concluye que controlar la relación entre arena y agregado (a/A) es fundamental para obtener concreto de alto desempeño (CAD). Valores por debajo de los óptimos generan concreto demasiado cohesivo, con alta viscosidad y poca trabajabilidad, mientras que valores superiores obligan a incrementar la dosis de aditivos o el uso de agua y cemento, aumentando los costos. Reducir solo la cantidad de agua y cemento no es suficiente, ya que se comprometen las propiedades reológicas del concreto. Por eso, es necesario incorporar materiales cementicios suplementarios, como filler (10-20%) y microsílíce (5-10%), que compensan la menor cantidad de pasta y, junto con los aditivos, mantienen las propiedades reológicas.

Las proporciones sugeridas para un CAD auto compactado incluyen:

- Relación agua/cementante: 0.29 - 0.35
- Contenido de pasta: 34 - 42%

- Contenido de mortero: 71 - 73%
- Relación agua/finos: 0.70 - 0.95
- Relación arena/agregado: 50 - 55%

Aunque algunos diseños se desviaron ligeramente de los parámetros ideales, al ajustar otros elementos se lograron resultados satisfactorios. Además, la reología, que mide viscosidad y esfuerzo de corte, permite predecir el comportamiento del concreto y controlar la trabajabilidad a lo largo del tiempo, especialmente en proyectos con traslados largos.

El diseño referencial S1 (550 kg de cemento) cumplió con los requisitos técnicos, pero se encontró que la opción más eficiente es el diseño S4. Este logró reducir 23 L/m³ de agua y 163 kg/m³ de cemento, con un costo solo 6% mayor al referencial, lo que lo hace sostenible. La segunda opción más viable es el diseño S5, que tiene un desempeño 20% menor, pero con un costo 19% superior”.

- ✓ “OPTIMIZACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA A PARTIR DE UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA PROVINCIA DE HUÁNUCO 2020”, autor: Bach. José Daniel Campos Ayala y Bach. Flor Lila Matías Cipriano.

➤ Indica:

- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021). “Esta investigación analiza diferentes opciones de diseño de mezclas establecidas en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, con el fin de proponer una dosificación óptima. Para ello, se fabricaron

probetas tanto en laboratorio como en obra, utilizando concreto con una resistencia $f'c=210$ kg/cm². Se emplearon materiales comunes en la provincia de Huánuco, y los ensayos se realizaron conforme a las normas NTP y ASTM.

Se diseñaron mezclas de concreto con relaciones agua/cemento de 0.50, 0.55, 0.60 y 0.65, siguiendo el método ACI 211.1. Luego, se moldearon probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, que fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días. A partir del análisis de los datos, se generaron gráficos para evaluar y comparar cada caso de proporcionamiento del concreto. El objetivo principal fue optimizar el diseño de mezcla mediante una desviación estándar y analizar la rentabilidad de este enfoque frente a los métodos de dosificación establecidos en la E060 del RNE”.

➤ Concluye:

- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021), “Se concluye que la desviación estándar es útil para optimizar concreto premezclado, ya sea preparado en planta o en laboratorio, pero no es adecuada para concreto producido en obra. Esto se demuestra al comparar el sobre diseño ($f'cr$): en laboratorio disminuye de 290 kg/cm² a 230 kg/cm², mientras que en obra aumenta de 290 kg/cm² a 302 kg/cm², según los datos presentados en las tablas 37 y 41, respectivamente”.
- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021), “La granulometría del agregado grueso cumple con los parámetros establecidos para la gradación N°5 (figura 31), y sus propiedades se detallan en las tablas 8, 9 y 10. De igual manera, la granulometría del agregado fino se

ajusta a los parámetros correspondientes para este tipo de material (figura 33), con sus características presentadas en las tablas 11, 12 y 13”.

- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021), “Los factores que generaron variaciones en la resistencia del concreto y el asentamiento fueron:
 - Variaciones en la granulometría de los agregados: En planta (laboratorio), los agregados fueron ensayados a fines de diciembre de 2020 y utilizados en febrero de 2021, con una diferencia de poco más de un mes. En cambio, los agregados empleados en obra (ver anexo) se evaluaron en noviembre de 2014 y no se usaron hasta febrero de 2021, con una diferencia de más de seis años.
 - Cambios en los requerimientos de agua: Los agregados almacenados a la intemperie (figura 18) alteraron el contenido efectivo de agua, por lo que fue necesario ajustar la humedad en el laboratorio, algo que no se realizó en obra.
 - Variación en la relación agua/cemento: En laboratorio, los materiales se dosificaron en peso (figura 34), mientras que en obra se midieron en volumen, usando cantidades aproximadas con palas.
 - Curado de las probetas: El curado en laboratorio se realizó conforme a la NTP 339.033 (figura 39), mientras que en obra se hizo de forma irregular, lo que afectó los resultados de la resistencia”.

- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021), “Se concluye que el sobre diseño (f'_{cr}) afecta la rentabilidad del concreto solo cuando se dispone de un historial de datos de resistencia que permita usar la desviación estándar para controlar posibles reducciones en la resistencia estructural. Según la tabla 37, con un f'_{cr} de 230 kg/cm² se requieren 7.4 bolsas de cemento por metro cúbico para obtener una resistencia promedio de 367.8 kg/cm². En cambio, la tabla 41 muestra que con un f'_{cr} de 302 kg/cm² se necesitan 8.8 bolsas por metro cúbico, logrando una resistencia promedio de 348.7 kg/cm².

Sin un historial de datos, el f'_{cr} no influye en la rentabilidad. En la dosificación teórica (tabla 30), un f'_{cr} de 290 kg/cm² requiere 8.8 bolsas por metro cúbico para alcanzar 406.5 kg/cm². En las mezclas de prueba (tabla 33), con el mismo f'_{cr} de 290 kg/cm² se utilizan 7.4 bolsas por metro cúbico, obteniendo una resistencia promedio de 301.1 kg/cm²”.

- (Campos Ayala & Matías Cipriano, 2021), “Se concluye que, aunque la dosificación teórica presentada en la tabla 30 permite cumplir con los requisitos mínimos establecidos por la norma E060 del RNE, no proporciona suficiente información para controlar los factores que afectan la resistencia del concreto. Esto se evidencia en la tabla 28 y el gráfico 46, que muestran cómo, en concreto elaborado en obra, las resistencias fluctúan entre un máximo de 420 kg/cm² y un mínimo de 227 kg/cm², con asentamientos (slump) entre 3" y 4.5". Por otro lado, en el

concreto producido en planta o laboratorio, las resistencias varían menos, desde 394 kg/cm² hasta 346.5 kg/cm², con un slump entre 4.5" y 5.5", como se observa en la tabla 27 y el gráfico 45.

Estas diferencias reflejan que el concreto premezclado tiene una menor desviación estándar en comparación con el elaborado en obra, lo que se muestra en la figura 47. Como resultado, el concreto de planta presenta un sobre diseño (f'_{cr}) menor y garantiza una resistencia más uniforme (figura 45). En contraste, la variabilidad en la resistencia del concreto hecho en obra (figura 46) dificulta el control de caídas de resistencia, lo que puede llevar a incumplir los parámetros de aceptación establecidos por la E060 del RNE”.

- ✓ “IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE LAS OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO, PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.”, autor: Bach. Jhon James Hernández Vásquez y Bach. Marcos Duberli Vargas Zaquinaula.

➤ Indica:

- (Hernández Vásquez & Vargas Zaquinaula, 2017), “La investigación llevada a cabo fue crucial para la Empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L., ya que buscó implementar un sistema de mejora en las operaciones del área de producción de concreto premezclado con el objetivo de optimizar los costos de producción de la planta. Se utilizó la metodología del ciclo PDCA

(Plan, Do, Check, Act), que abarca la planificación, ejecución, verificación y acción. Dentro de este ciclo, se emplearon herramientas como el método AMFEC (Análisis Modal de Fallos y Efectos con Criticidad) y se realizaron ensayos de control de calidad, que incluían pruebas de contenido de humedad de los agregados, análisis de granulometría y determinación de la combinación de agregados, junto con un análisis de costos por tipo de concreto.

Gracias al uso de AMFEC, se implementó una unidad de mantenimiento FRL (Filtro Regulador Lubricador), se rediseñó el suministro de aire en el silo de cemento, se estableció una conexión directa para los suministros de aditivos y se incrementó la frecuencia de mantenimiento en la planta. Estas acciones lograron eliminar o reducir las fallas que causaban paradas en la producción, resultando en un ahorro anual de S/. 51,890.75”.

➤ Concluye:

- (Hernández Vásquez & Vargas Zaquinaula, 2017). “Se logró optimizar los costos de producción en la planta Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. mediante la implementación de sistemas que mejoraron las operaciones en el área de producción de concreto premezclado. Esto resultó en una reducción de los costos directos por metro cúbico para los siete productos de mayor demanda, así como en una disminución de las paradas de planta durante la producción, según un análisis anual de producción”.

- (Hernández Vásquez & Vargas Zaquinaula, 2017), “Se identificaron y diseñaron diagnósticos situacionales de las principales operaciones que requerían mejoras en el área de producción de la empresa. Se implementó un sistema de mejora de operaciones utilizando la metodología PDCA (Plan, Do, Check, Act), que abarca la optimización de los costos directos de producción y la aplicación del análisis de modos de fallos y efectos con criticidad (AMFEC) en la empresa”.
 - (Hernández Vásquez & Vargas Zaquinaula, 2017), “Se evaluaron los resultados del sistema de mejora de operaciones en el área de producción, enfocándose tanto en la optimización de los costos directos como en la disminución de los costos asociados a las paradas de planta en la empresa”.
 - (Hernández Vásquez & Vargas Zaquinaula, 2017), “Se analizó la relación costo-beneficio del diseño e implementación del modelo de gestión para la mejora continua de las operaciones en el área de producción de la empresa”.
- ✓ “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO PARA F´C 550KG/CM2, UTILIZANDO CENIZAS DE CARBÓN Y ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTE Y RETARDANTE DE FRAGUA”, autor: Bach. Fernando Aron de la Cruz Mendoza.
- Indica:
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “La investigación tiene como objetivo aumentar el conocimiento sobre las propiedades de las adiciones en mezclas de concreto, utilizando cenizas de carbón de

la Empresa Papelera Trupal S.A. Se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para estudiar los requerimientos, variaciones en propiedades y control de calidad en condiciones climáticas de Arequipa, utilizando agregados y agua locales. Además, se buscó incorporar aditivos para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco. Se pretende optimizar el alto consumo de cemento en mezclas de alto desempeño sin comprometer la resistencia a la compresión, usando las cenizas de carbón como adición. La investigación se realizó en los laboratorios de Control de Calidad de Concretos Supermix S.A., lo que permitirá un mejor control de calidad y proporcionará información útil para futuros proyectos que utilicen este tipo de adición”.

➤ Concluye:

- (De La Cruz Mendoza, 2015), “1. Indica que se logró optimizar la cantidad de cemento en la mezcla de concreto al incorporar cenizas de carbón y aditivos superplastificantes y retardantes de fragua, asegurando la calidad del concreto”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “2. La mezcla que mostró el mejor desempeño presenta una sustitución del 10% al 15% a los 28 días; no obstante, al ser una adición al cemento Portland, la resistencia aumentará gradualmente en los meses posteriores”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “3. Menciona que las propiedades físicas y químicas de la ceniza de carbón son variables, dependiendo del tipo de materia prima y del proceso de combustión y recolección”.

- (De La Cruz Mendoza, 2015), “4. Se demostró que la ceniza de carbón, al igual que una puzolana natural, inicialmente retarda las resistencias, pero con el tiempo, estas aumentan y superan el diseño estándar”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “5. Afirma que las construcciones actuales deben garantizar la calidad del concreto, implementando un control riguroso de las dosificaciones, ya que esto influye en la durabilidad de la obra”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “6. El peso unitario del concreto disminuye con el aumento de la sustitución de ceniza de carbón; en comparación con un diseño estándar, puede haber una reducción del 4.06% en el peso unitario, tomando la máxima sustitución en este estudio”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “7. Gracias a la finura del material, se reducen los vacíos y mejora la trabajabilidad del concreto, disminuyendo la energía necesaria para manejar la mezcla, lo que la hace más durable”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “8. Señala que el tiempo de fragua se reduce a medida que aumenta la sustitución de cenizas de carbón, lo cual se puede controlar aumentando la proporción de aditivo retardante. Se observó una diferencia de 1 hora y 37 minutos en el tiempo de fragua inicial entre el diseño óptimo y el que contenía un 25% de ceniza de carbón”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “9. La sustitución de cenizas de carbón no impacta significativamente en las pruebas de flexión; sin

embargo, los resultados podrían cambiar si se emplearan aditivos específicos, como fibras de polipropileno o metálicas”.

- (De La Cruz Mendoza, 2015), “10. Con una relación agua/cemento de 0.40, el agua de amasado resulta insuficiente; por lo tanto, para relaciones más bajas, se requieren aditivos plastificantes para mantener esta relación”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “11. Indica que la contracción del concreto aumenta con la sustitución de cenizas de carbón, probablemente debido a la formación de una pasta más fina, y que el contenido de aire no afecta la contracción.”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “12. El curado de las muestras durante la primera semana retrasa el porcentaje de contracción; al final del ensayo, el diseño con un 20% de ceniza de carbón fue el que presentó el mayor valor de contracción”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “13. En el análisis de costo beneficio revela que los precios de las mezclas de concreto sin aditivos son inferiores a los de las mezclas que los contienen, aunque las resistencias logradas con aditivos muestran una gran diferencia”.
- (De La Cruz Mendoza, 2015), “14. señala que la influencia de los aditivos también afectó la investigación en aspectos como el Slump, el tiempo de fragua y la resistencia a la compresión. El superplastificante Viscocrete 1110, junto con el Plastiment TM 12, redujo la cantidad de agua hasta en un 24% para 410 kg/m³ de cemento, un 18.5% para 440 kg/m³ y un 13% para 470 kg/m³”.

✓ “OPTIMIZACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN EL DISEÑO DE HORMIGONES ESTÁNDAR ESTABLECIDOS EN LOS CÓDIGOS ACI-ASTM”, autor: Bach. Liseth Verenice Orbe Pinchao y Bach. Paúl Santiago Zúñiga Morales.

➤ Indica:

- (Orbe Pinchao & Zúñiga Morales, 2013), “El objetivo principal de esta investigación es disminuir los costos de producción a través de la optimización del uso de cemento en hormigones estándar, los cuales son diseñados siguiendo el código ACI. Esto permite obtener resistencias que superan las exigidas, ofreciendo un amplio margen de seguridad”.
- (Orbe Pinchao & Zúñiga Morales, 2013), “Se pretende optimizar las relaciones agua/cemento en función de los materiales empleados, los cuales fueron suministrados por la Hormigonera Hormisur. El cemento utilizado es del tipo GU de la empresa Holcim, envasado en Latacunga, mientras que los agregados provienen de canteras específicas: la arena de Pomasqui y el ripio de la mina San Joaquín 2, ubicada en Chasqui”.
- (Orbe Pinchao & Zúñiga Morales, 2013), “En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de las propiedades físicas y mecánicas del cemento y los agregados, cuyos valores se utilizaron para realizar las dosificaciones de las resistencias $f_c = 180, 210, 240$ y 280 kg/cm^2 . En una segunda fase, se moldearon y ensayaron a compresión los cilindros de referencia (dosificación según tablas ACI), los cuales se emplearon como base para un análisis

experimental que consistió en variar las relaciones agua/cemento en cada una de las pruebas. Finalmente, se realizaron ensayos de compresión, tracción y flexión con las dosificaciones optimizadas, así como un análisis económico que comparó los costos de producción de un hormigón estándar con uno que tenía las relaciones agua/cemento optimizadas”.

- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “Se estudió la influencia de un aditivo en la resistencia del hormigón, específicamente el EPS 700 ARI de la empresa Tespecon, que posee propiedades de acelerante y plastificante”.

➤ Concluye:

- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “Las optimizaciones logradas en este estudio se fundamentaron en un análisis experimental que comenzó con la elaboración de los cilindros de referencia, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas ACI 211.1. Posteriormente, se ajustaron las relaciones agua/cemento hasta identificar la adecuada para alcanzar las resistencias requeridas a los 56 días”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “Las relaciones agua/cemento presentadas en la tabla 7.1 se obtuvieron experimentalmente utilizando los materiales cuyas propiedades se describen en las tablas 2.2, 2.4 y 2.9 para el cemento, la arena y el ripio, respectivamente”.

Tabla 1 Relaciones a/c optimizadas

Resistencias	Relación a/c	Sacos de Cemento/m³
f'c = 180 Kg/cm²	0,672	5,30
f'c = 210 Kg/cm²	0,625	5,70
f'c = 240 Kg/cm²	0,565	6,30
f'c = 280 Kg/cm²	0,531	6,70

Elaborado por: Liseth Orbe y Paúl Zúñiga

- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “La reducción en la cantidad de sacos de cemento en relación con las relaciones agua/cemento muestra una tendencia no lineal. Esto se debe a que, como se puede apreciar, en las resistencias más bajas la cantidad de cemento reducida es menor que en las dosificaciones más elevadas”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “El tamaño nominal del agregado grueso tiene un impacto significativo en la cantidad de cemento empleada en cada una de las dosificaciones. A medida que el tamaño nominal aumenta, la cantidad de cemento disminuye”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “Se utilizaron agregados disponibles para la hormigonera, los cuales estaban fuera de los límites granulométricos. A pesar de esto, se logró realizar la dosificación, obteniendo una mezcla de hormigón que cumplió con el asentamiento de diseño y alcanzó las resistencias esperadas”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “El cemento GU de Holcim utilizado en esta investigación cumple con las características establecidas por las normas y presenta un fraguado tardío, lo que impacta la mezcla de hormigón en todas las

dosificaciones. Los resultados de los cilindros patrón mostraron que la curva de resistencia en función del tiempo continúa creciendo incluso después de 56 días, superando la resistencia diseñada en un 40%. Esta tendencia de crecimiento justificó la elección de optimizar la mezcla durante este periodo”.

- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “El agua de absorción influye en la relación agua/cemento en aproximadamente +0.151, alterando así la relación final de la dosificación después de verificar el asentamiento del hormigón”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “La optimización de las relaciones agua/cemento permitió reducir la cantidad de cemento en un 7.18% para la dosificación de 180 kg/cm², 15.18% para 210 kg/cm², 12.62% para 240 kg/cm² y 16.25% para 280 kg/cm². Las dosificaciones óptimas están detalladas en la tabla 4.8”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “El análisis económico realizado en el Capítulo 6 indica que se logra un ahorro de aproximadamente \$3 por metro cúbico al optimizar la dosificación de 180 kg/cm², y de \$6 a \$8 por metro cúbico en la optimización de las resistencias de 210, 240 y 280 kg/cm². Este análisis se centra únicamente en los costos netos de los agregados y el cemento, sin considerar los gastos totales de producción de la empresa, como el transporte y la mano de obra, y se utiliza para comparar el hormigón con las cantidades normales frente a las optimizadas”.
- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “La incorporación del aditivo EPS 700 ARI en las dosificaciones optimizadas permite que

el hormigón logre las resistencias necesarias en 28 días, lo que facilita su uso en situaciones donde se requiera un desencofrado rápido”.

- (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), “Las relaciones agua/cemento presentadas en la tabla 7.1 se obtuvieron experimentalmente utilizando los materiales cuyas características se especifican en las tablas 2.2, 2.4 y 2.9 para el cemento, la arena y el ripio, respectivamente”.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Bases Teóricas del Concreto

Concreto

(ACI 211.3R-02, 2002) “El concreto se fundamenta en la dosificación o diseño de mezcla de sus componentes, lo cual determina sus propiedades físicas tanto en estado fresco como endurecido. El objetivo de desarrollar un diseño de mezcla es producir un concreto de alta calidad, a un costo razonable y que satisfaga todos los requisitos del proyecto. Aunque esta investigación no se centrará en este aspecto, se abordarán las pautas necesarias para llevar a cabo un diseño de mezcla eficiente utilizando el método ACI 211”.

Dosificación de Mezclas de Concreto

(ACI 211.3R-02, 2002), “Es importante señalar que uno de los requisitos para calcular la Madurez del concreto es seguir todo el método cada vez que se modifica el peso de cualquier material en el diseño de mezcla. Por lo tanto, se deduce que la formulación del diseño de mezcla implica muchas variables, lo que dificulta establecer una correlación entre los cambios y su impacto en el resultado final del Método de Madurez. Así, se indicará que el sistema de diseño de mezcla

está determinado por el Código ACI 211, del cual existen varios sistemas de cálculo que se desvían de este, pero su estudio no es el objetivo de este documento”.

Curado del concreto

(ACI 211.3R-02, 2002), “Este proceso se refiere al humedecimiento del concreto, dado que el aumento de su resistencia se basa en las reacciones químicas que ocurren al mezclar cemento y agua (hidratación). Este proceso puede durar menos o más de 28 días, dependiendo de los materiales utilizados; sin embargo, por convención, se estandariza un período de 28 días para evaluar la resistencia del concreto. Es importante destacar que el humedecimiento debe permitir que la hidratación no se interrumpa, aunque esta práctica está regulada por el Reglamento Nacional de Edificaciones y no siempre se cumple en estructuras de concretos verticales o sobre cabeza, como placas, columnas y vigas. Estudios han demostrado que la cantidad de agua en el diseño de mezcla suele ser excesiva para lograr el 100% de las reacciones químicas necesarias para la resistencia del concreto. En consecuencia, se han desarrollado métodos de curado no convencionales, como el uso de productos químicos que ayudan a retener la humedad en el concreto, o recubrimientos que protegen la estructura de la evaporación causada por el viento y la luz solar. Estas prácticas brindan mayor flexibilidad al momento de mantener la superficie del concreto húmeda”.

Teoría de generación de calor del concreto

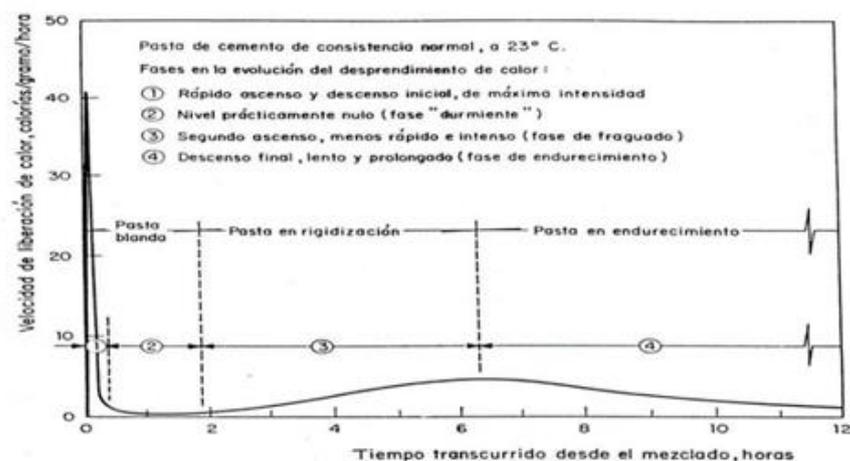
(Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004). “El calor de hidratación es el calor producido por la reacción entre el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento, siendo los compuestos C3A y C3S los más relevantes en esta reacción. Otros

factores que influyen en el calor de hidratación son la relación agua-cemento, la finura del cemento y la temperatura de curado. Un incremento en la finura, el contenido de cemento y la temperatura de curado resulta en un aumento del calor de hidratación”.

(Zeña Vela, 2015). “Al llevar a cabo el vaciado de concreto en estructuras de gran tamaño, comienza a elevarse la temperatura debido a la hidratación del cemento. Este aumento se considera adiabático en el interior y se disipa al alcanzar las superficies expuestas al ambiente, que tienen una temperatura más baja”.

(Zeña Vela, 2015). “La temperatura inicial del concreto es un factor crucial en el establecimiento de la temperatura máxima; así, si esta temperatura inicial es más alta, se alcanzará una temperatura final también mayor. Por lo tanto, es fundamental monitorear la temperatura al inicio en elementos de gran volumen”.

Gráfico 1 *Relación entre la velocidad de liberación de calor y tiempo de mezclado*



Evolución de la temperatura dentro ambiente controlado “Manual de Tecnología del Concreto”

Concreto en estado fresco

(ACI 211.3R-02, 2002), “El concreto se compone principalmente de cemento, agua y agregados pétreos, que incluyen arena gruesa y grava. Cuando se mezclan estos componentes, es importante comprender que el agua y el cemento experimentan transformaciones químicas y físicas, mientras que se supone que los materiales pétreos son inertes y no deberían reaccionar durante ni después de la mezcla. La finura del cemento permite que al contacto con el agua se forme una pasta que actúa como lubricante entre los agregados. La proporción adecuada de todos los elementos otorga al concreto propiedades óptimas de fluidez y consistencia, facilitando su uso en el llenado de encofrados y su posterior consolidación. Un desbalance en la cantidad de algún material podría resultar en una falta de homogeneidad, lo que podría ocasionar problemas diversos en la estructura final, incluyendo problemas de resistencia”.

(ACI 211.3R-02, 2002), “Se ofrecen recomendaciones para lograr un diseño de mezcla óptimo que proporcione un buen rendimiento y un costo accesible. El concreto fresco exhibe un comportamiento reológico que puede ser de alta fluidez, ideal para columnas esbeltas, o de baja fluidez, adecuado para estructuras con pendientes pronunciadas. Las características reológicas dependen del elemento donde se vierte el concreto. Mientras el concreto esté en estado fresco, es posible moldearlo y consolidarlo mediante vibración externa, pero su tiempo de trabajabilidad depende de varios factores. Los factores internos incluyen el tipo de cemento, la calidad del agregado fino, la forma del agregado grueso y la temperatura de los materiales, mientras que los factores externos abarcan la humedad y temperatura del ambiente, así como el tipo de encofrado. Aunque se pueda observar que el concreto está en estado fresco, este estado

culmina una vez que inicia el proceso de fragua inicial y se convierte en un estado rígido”.

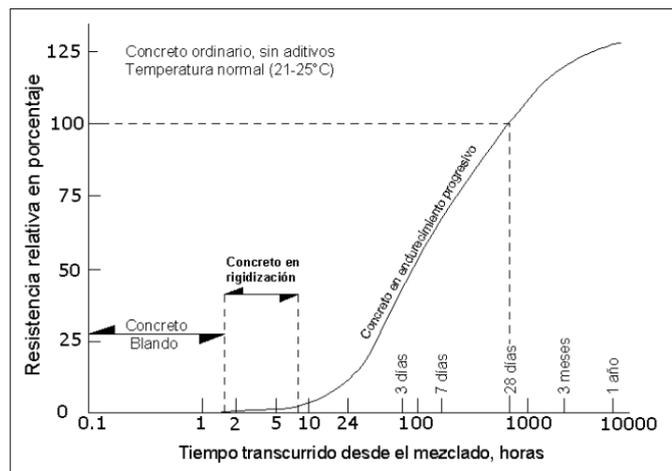
Concreto en estado de fraguado Inicial

(ACI 211.3R-02, 2002), “El tiempo en que se alcanza el fraguado inicial se define cuando la resistencia a la penetración llega a 35 kg/cm², y el fraguado final se considera cuando alcanza los 280 kg/cm². En esta etapa, el concreto se encuentra en un estado semirrígido, que no le permite soportar cargas adecuadamente. Aunque el estado fresco ha terminado, cualquier carga aplicada puede provocar deformaciones permanentes, que solo se pueden manejar con una fuerte consolidación. En esta fase, el concreto aún puede moldearse, pero requiere una mayor fuerza de consolidación. Este estado se debe a la formación temporal de un gel que rodea las partículas de cemento, lo que impide que el cemento continúe su proceso de hidratación. Como resultado, el proceso de hidratación se ralentiza brevemente hasta que esta capa superficial es superada”.

Proceso de endurecimiento

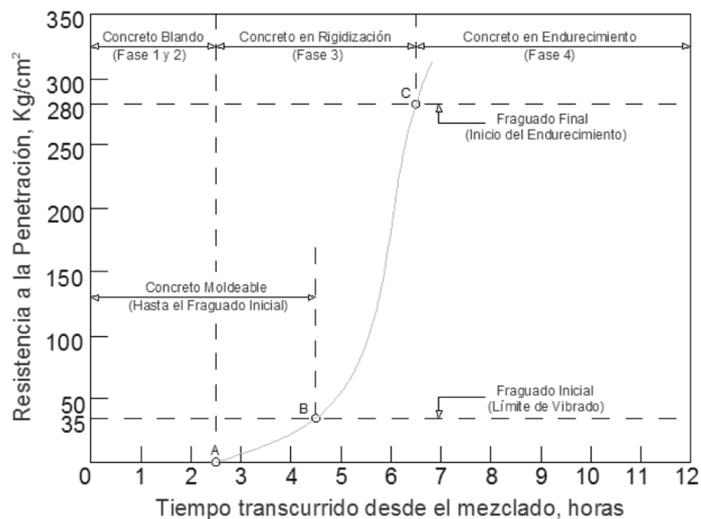
(Rumiche Ormeño, 2018), “Este proceso se caracteriza por la liberación de calor. En este momento, la capa de protección o gel que se forma en la superficie de las partículas de cemento se vuelve frágil, lo que provoca una mayor hidratación y un engrosamiento de la superficie del cemento. El grado de rigidez del cemento hidratado alcanzará niveles en los que la pasta de cemento se aglutina con el agregado fino, formando un material muy denso que genera mucho calor. Dependiendo del estado de aglutinamiento, así como de la forma y el tamaño del agregado grueso, se verá afectado el calor, el endurecimiento y la resistencia a la compresión del concreto”.

Gráfico 2 Relación entre la resistencia relativa y tiempo de mezclado



Rigidización y Endurecimiento del Concreto “Manual de Tecnología del Concreto”

Gráfico 3 Relación entre la resistencia a la penetración y el tiempo de mezclado



Proceso de Fraguado del Concreto “Manual de Tecnología del Concreto”

Concreto endurecido

(Rumiche Ormeño, 2018), “Esta es la fase final del concreto, donde cualquier esfuerzo que exceda su capacidad provocará fisuras y deformaciones permanentes. Si la carga es menor que la capacidad de soporte, el concreto se

comporta de manera elástica, con deformaciones mínimas. Por esta razón, se utiliza acero corrugado como refuerzo, formando concreto armado, que es fundamental en las construcciones. Esta fase es prolongada y puede detenerse o reanudarse según condiciones internas y externas. En ocasiones, el endurecimiento puede interrumpirse permanentemente debido a reacciones químicas internas, aunque esto es poco común. Por convención, se considera que el concreto alcanza su capacidad potencial a los 28 días; sin embargo, en países como Brasil, se ha adoptado la práctica de evaluar la resistencia hasta 45, 60 días o más, especialmente en proyectos que utilizan cementos con puzolanas o escoria, que requieren más tiempo para endurecer y generan menos calor de hidratación”.

Ensayos al Concreto Fresco

(Rumiche Ormeño, 2018), “Las propiedades físicas del concreto pueden evaluarse mediante pruebas estándar realizadas tanto en su estado fresco como endurecido. En esta ocasión, nos centraremos en las pruebas estándar en estado fresco:

Temperatura

(Rumiche Ormeño, 2018), “La temperatura es la característica más crucial del concreto en relación con el método de madurez. Su medición está estipulada en la Norma Técnica Peruana 339.184, y su aplicación en las pruebas diseñadas para calcular la madurez del concreto es obligatoria”.

Gráfico 4 *Termómetro Digital*



Fuente: cilgeek.com

Revenimiento (Slump)

(Rumiche Ormeño, 2018), “La prueba de revenimiento tiene como objetivo principal verificar la uniformidad del concreto, aunque en los últimos años también se ha utilizado como un indicador reológico, a pesar de su considerable margen de error. No obstante, sus resultados son válidos desde el punto de vista reológico. La Norma Técnica Peruana que regula su uso adecuado es el “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland” (NTP 339.035, 2015). En este trabajo, lo utilizaremos como un medidor en caso de que sea necesario producir varias tandas de concreto en diferentes días”.

Resistencia del concreto

(Rumiche Ormeño, 2018), “La resistencia del concreto, especialmente en los primeros 28 días, muestra una evolución ascendente debido al desarrollo de elementos químicos endurecidos a partir de la hidratación del cemento y agua. La medición de esta resistencia se realiza mediante un ensayo que aplica una fuerza controlada a una muestra cilíndrica, aumentando la fuerza hasta que el concreto

colapse. Es fundamental conocer el tiempo en que una estructura alcanzará la resistencia requerida para programar actividades constructivas, como el desencofrado. Esto ha llevado a la definición del método de madurez del concreto. Para obtener características físicas estándar del ensayo, se deben consultar la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 y, para el muestreo de concreto fresco, la NTP 339nt.036, garantizando así la estandarización y evitando variabilidades indeseadas”.

2.2.2. Optimización del diseño y desarrollo del concreto

La "optimización del diseño y desarrollo del concreto" se refiere a mejorar y perfeccionar las características del concreto utilizado en construcción para hacerlo más eficiente, resistente, duradero y adecuado para aplicaciones específicas. En otras palabras, se trata de encontrar la combinación óptima de materiales, proporciones y técnicas de producción que resulten en un concreto de alta calidad y rendimiento para satisfacer los requisitos del proyecto en cuestión.

La optimización del diseño y desarrollo del concreto implica considerar una serie de factores, que pueden incluir:

1. Selección de Materiales: Elegir cuidadosamente los materiales que se utilizarán en la mezcla de concreto, como cemento, agregados (arena, grava), agua y aditivos. La calidad y las características específicas de estos materiales afectan las propiedades finales del concreto.
2. Proporciones de Mezcla: Determinar las proporciones adecuadas de cada componente para obtener la resistencia, la trabajabilidad y otras propiedades deseadas del concreto. Esto implica ajustar las cantidades de cemento, agua, agregados y aditivos para obtener una mezcla equilibrada.

3. **Aditivos y Adiciones:** Utilizar aditivos químicos y adiciones (como cenizas volantes o escoria) para mejorar ciertas propiedades del concreto, como su resistencia al agua, la resistencia a la compresión, la durabilidad y la trabajabilidad.
4. **Técnicas de Mezcla y Curado:** Optimizar los procesos de mezcla y curado para garantizar una distribución uniforme de los materiales y una adecuada hidratación del cemento. La forma en que se mezcla y se cura el concreto puede influir significativamente en su resistencia y durabilidad.
5. **Pruebas y Evaluación:** Realizar pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto, como resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, absorción de agua y durabilidad frente a condiciones específicas, como ciclos de congelación y descongelación.
6. **Consideraciones Específicas del Proyecto:** Adaptar el diseño del concreto a las necesidades específicas del proyecto, como la resistencia requerida, el ambiente en el que se utilizará el concreto y las condiciones climáticas y geológicas del lugar.

La optimización del diseño y desarrollo del concreto es esencial para garantizar la seguridad, la durabilidad y la eficiencia en costos de las estructuras construidas. Además, ayuda a reducir los impactos ambientales al utilizar los materiales de manera más eficiente y al prolongar la vida útil de las estructuras, lo que a su vez reduce la necesidad de reconstrucción frecuente.

2.2.3. Requisitos de calidad del agua

El agua utilizada en la mezcla debe ser limpia y estar libre de aceites, ácidos, sales y sustancias orgánicas. Generalmente, el agua potable es adecuada para el concreto, ya que su función principal es hidratar el cemento y también

mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Se puede usar agua no potable para la elaboración del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad. Para ello, se fabricarán cubos de mortero con esta agua y se evaluarán de acuerdo con la norma ASTM-C-109/109M-99. Si las resistencias obtenidas a los 7 y 28 días son al menos el 90% de las esperadas en morteros similares elaborados con agua potable, el agua es considerada aceptable (ACI-3.4.3). Además, es recomendable verificar que no contenga agentes que puedan afectar negativamente su rendimiento. (Harmsen, 2002).

La (NTP 339.088 Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos, 2014) establece los siguientes requisitos:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3ppm.
- El contenido de residuo sólido no será mayor de 5000ppm.
- El pH estará comprendido entre 5,5 y 8.
- El contenido de sulfatos, expresado en ion SO_4 será menor de 600ppm.
- El contenido de cloruros, expresado en ion Cl , será menor de 1000ppm.
- El contenido de Carbonatos y Bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) será mayor de 1000ppm.

2.2.4. Concreto durable y sostenible

(Sika Perú, s.f.) “Discutir sobre el concreto en la actualidad puede parecer redundante, ya que todos conocemos sus componentes, principales características en estado fresco y endurecido, así como el proceso de fabricación y control de calidad. No obstante, es fundamental profundizar en ciertos conceptos que ayuden a comprender cómo se pueden producir concretos más duraderos, económicos y con un menor impacto ambiental”.

(Sika Perú, s.f.) “Es importante examinar los tipos de estructuras, sistemas constructivos, equipos de construcción y requisitos del material que han evolucionado con el tiempo. Por ello, también es necesario actualizar los conceptos de diseño de mezclas y revisar ciertos conocimientos sobre tecnología del concreto que se presentaron hace casi un siglo, ya que todavía existen diferencias en su interpretación”.

(Sika Perú, s.f.) “El concreto continúa fabricándose en la actualidad con las mismas materias primas básicas (cemento, agregados y agua). Sin embargo, el uso creciente de nuevos componentes, como adiciones, aditivos químicos y fibras, ha permitido el desarrollo de mezclas innovadoras que ofrecen mejores características que el concreto tradicional. Esto también facilita la producción de un material más duradero y económico, que busca cumplir con las demandas actuales de sostenibilidad”.

(Sika Perú, s.f.) “El cemento, junto con el agua, forma una pasta líquida que recubre los agregados, impidiendo que entren en contacto entre sí y proporcionando movilidad a la mezcla. En esta etapa inicial, obtenemos un material con una consistencia específica que puede ser colocado en moldes para adoptar diversas formas. Después de un tiempo, el aglomerante se vuelve más viscoso, hasta alcanzar un punto en el que no se puede manipular o vibrar el material sin dañarlo. Poco después, la mezcla alcanza un estado de rigidez total, conocido como fraguado final, lo que indica que el concreto comienza su proceso de ganancia de resistencia mecánica. Esta resistencia se evalúa en diferentes edades para comprobar que tanto el diseño de mezclas como la elaboración de los especímenes y el curado se realizaron de manera adecuada, cumpliendo con los requisitos establecidos para el material”.

(Sika Perú, s.f.) “Las propiedades más importantes que se evalúan en el concreto son la manejabilidad en estado fresco y el desarrollo de resistencias en estado endurecido. Estas propiedades se analizan siempre en la producción de concreto para garantizar la calidad de las estructuras construidas con este material. No obstante, a menudo no se examinan en profundidad las variables que influyen en cada una de estas propiedades, lo que limitaría nuestra capacidad para tomar decisiones fundamentadas”.

Manejabilidad

(Sika Perú, s.f.). “La manejabilidad o trabajabilidad del concreto se define como la característica física de la mezcla en estado fresco que determina la facilidad con la que puede ser mezclado, transportado, colocado y consolidado para lograr un acabado homogéneo”.

(Sika Perú, s.f.). “A menudo se confunde la manejabilidad del concreto con la consistencia o fluidez de la mezcla, que solo se refiere al grado de humedad, clasificándola como seca (dura) o fluida (blanda). Dentro de ciertos límites, las mezclas más fluidas tienden a ser más manejables que las secas; sin embargo, dos concretos con la misma consistencia pueden no ser igualmente manejables. Esto indica que la manejabilidad del concreto es un concepto más amplio que incluye la fluidez, aunque no es la única variable a considerar para evaluar la trabajabilidad de un concreto”.

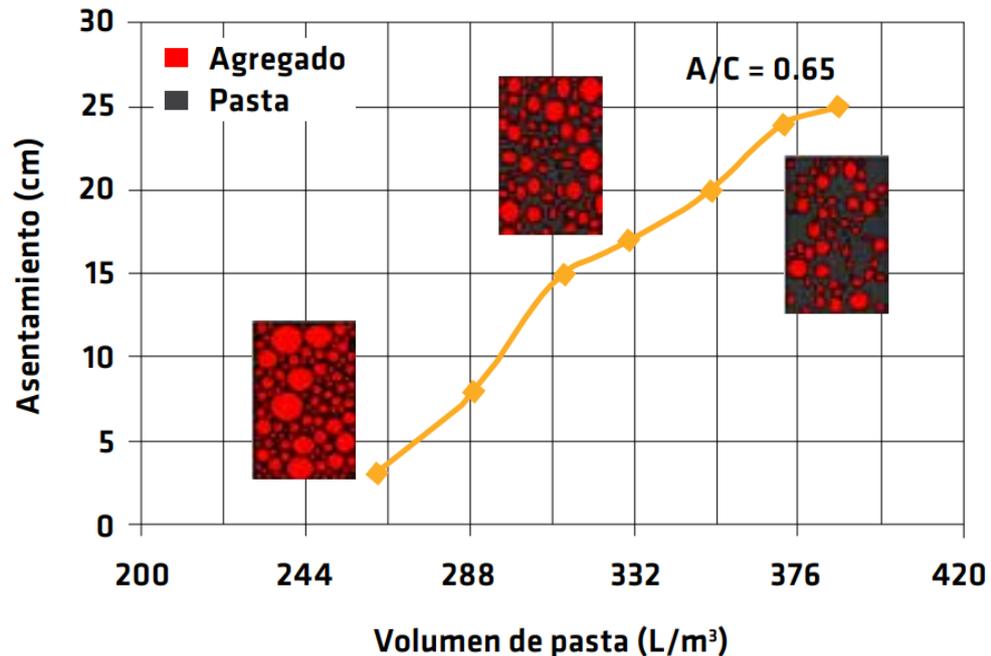
(Sika Perú, s.f.). “No obstante, la medición de la fluidez del concreto mediante la prueba de asentamiento, que evalúa la caída o escurrimiento de la mezcla bajo su propio peso, sigue siendo el método más común para controlar el concreto en estado fresco. Esto se basa en la premisa de que, al inspeccionar la

fluidez de una mezcla correctamente diseñada, se puede asegurar que el concreto será manejable”.

(Sika Perú, s.f.). “La fluidez de una mezcla de concreto está determinada exclusivamente por la pasta o material aglomerante, de acuerdo con las siguientes variables: el contenido de pasta por metro cúbico de concreto y la viscosidad de la pasta utilizada en su fabricación”.

(Sika Perú, s.f.). “El volumen de pasta en el concreto influye en su fluidez. Para obtener mezclas con diferentes asentamientos mientras se mantienen las características de resistencia mecánica, basta con ajustar el volumen de pasta en el diseño de mezclas correspondiente. La gráfica 5 ilustra cómo la modificación del contenido de pasta en el concreto puede alterar su asentamiento”.

Gráfico 5 *Relación entre el asentamiento y volumen de pasta*

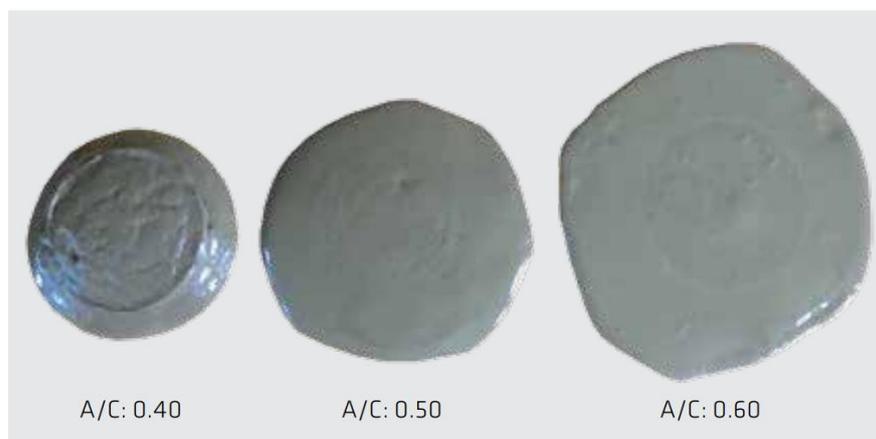


Fuente: <https://360enconcreto.com>

Influencia del contenido de pasta en el asentamiento del concreto “Sika Construyendo”.

(Sika Perú, s.f.). “Por otro lado, es evidente que, al utilizar pastas menos viscosas, se obtiene un concreto con mayor asentamiento para los mismos contenidos de pasta. Siguiendo esta lógica, se puede lograr una pasta más fluida aumentando la relación agua/cemento (A/C), lo que provocará cambios en la resistencia del material; alternativamente, esto también se puede lograr mediante el uso de aditivos plastificantes y superplastificantes, que no alteran las propiedades de resistencia del concreto”.

Gráfico 6 *Viscosidad de pastas de diferente A/C*



Fuente: “Sika Construyendo”

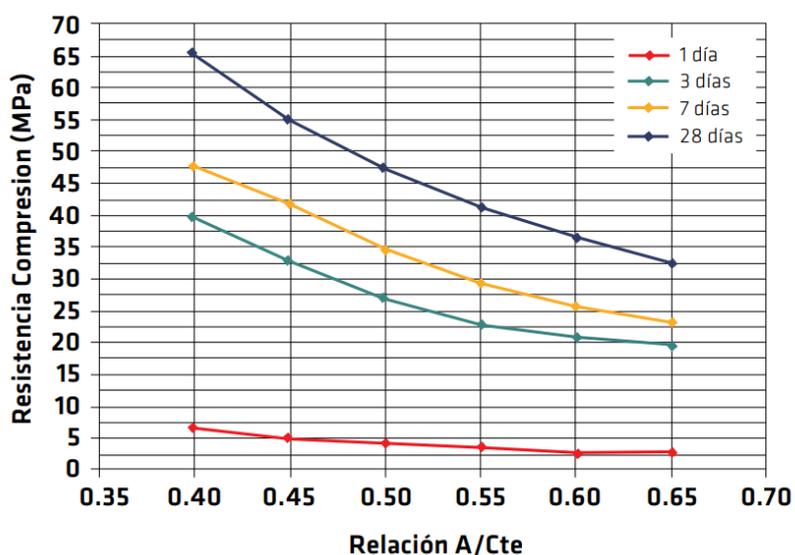
(Sika Perú, s.f.) “Por esta razón, cuando se busca recuperar el asentamiento de un concreto, es común añadir más agua, lo que hace que la pasta sea más fluida y que la mezcla tenga un mayor asentamiento. Sin embargo, esto altera el comportamiento del material en estado endurecido, resultando en concretos menos resistentes, más porosos y con menor durabilidad”.

(Sika Perú, s.f.). “RESISTENCIAS MECÁNICAS. La ley de Duff Abrams, formulada en 1918 tras un exhaustivo trabajo experimental, establece que, para ciertos materiales y bajo condiciones de ensayo iguales, la resistencia mecánica del concreto depende principalmente de la relación agua/cemento utilizado en su fabricación. En la actualidad, se pueden realizar evaluaciones

experimentales que muestran una relación inversa entre la variable A/C y la resistencia del concreto, tal como lo propuso Abrams hace casi 100 años”.

(Sika Perú, s.f.). “Sabemos que la resistencia del concreto se desarrolla a través del proceso de hidratación del cemento, que genera una matriz sólida que se adhiere a los agregados. Generalmente, se asocia el aumento de la resistencia del concreto únicamente al incremento del contenido de cemento. Sin embargo, al analizar la ley de Abrams, se puede entender que, al aumentar la cantidad de cemento, lo que realmente se logra es reducir la relación A/C, lo cual también se puede conseguir disminuyendo la cantidad de agua utilizada en la mezcla”.

Gráfico 7 Curva de Relación A/C



Fuente: “Sika Construyendo”

(Sika Perú, s.f.). “No obstante, como mencionamos anteriormente, reducir la cantidad de agua en la mezcla resulta en una pasta menos fluida. Por ello, es esencial utilizar aditivos superplastificantes que devuelvan la fluidez a la pasta, evitando así la pérdida en el asentamiento del concreto”.

2.2.5. Concreto Durables, Económicos y sostenibles

(Sika Perú, s.f.). “El avance continuo en la tecnología de aditivos químicos para concreto permite redefinir los conceptos de diseño de mezclas, facilitando la creación de concretos más manejables, duraderos, económicos y sostenibles”.

(Sika Perú, s.f.). “A menudo, se diseñan concretos con altos contenidos de pasta para asegurar una fluidez adecuada durante la colocación, especialmente con bajas relaciones agua/cemento (A/C). Sin embargo, los aditivos químicos actuales posibilitan la obtención de mezclas altamente fluidas con bajas relaciones A/C y menores volúmenes de pasta. Las especificaciones que exigen cantidades mínimas de cemento están siendo cuestionadas, ya que a menudo exceden lo necesario para alcanzar el desempeño, trabajabilidad, resistencia y durabilidad del material, lo que incrementa costos y la huella de carbono de la industria del concreto. En algunos casos, un alto contenido de cementante puede incluso resultar en un bajo rendimiento del material. Nuevos enfoques en el diseño de mezclas buscan determinar el contenido mínimo de pasta necesario para llenar los espacios entre los agregados, asegurando la lubricación y adherencia, y promoviendo la optimización de los diseños mediante el uso de menores cantidades de pasta”.

Durabilidad

(Sika Perú, s.f.). “La especificación de cantidades mínimas de cemento a menudo se basa en la idea de aumentar la durabilidad de las estructuras de concreto. Sin embargo, en algunos casos, un alto contenido de cemento puede, en realidad, aumentar la permeabilidad al agua, la permeabilidad a iones de cloruro

y provocar cambios dimensionales debido a la retracción por secado del concreto”.

(Sika Perú, s.f.) “La disminución del volumen de pasta, manteniendo la misma relación agua/cemento, reduce los caminos a través de la matriz del concreto por los cuales los agentes agresores del ambiente pueden penetrar en el concreto reforzado, resultando en un material con mejor desempeño en términos de durabilidad. La tabla 1 presenta resultados sobre la permeabilidad al agua y la penetración de iones de cloruro en mezclas con diferentes volúmenes de pasta, pero de igual calidad”.

Tabla 2 Resultados de Permeabilidad en concretos de diferente contenido de pasta

Aditivo	Dosis (%)	Agua (L/m ³)	Cto (kg/m ³)	A/C	Volumen Pasta (L/m ³)	Asent. (cm)				Resist. Compresión (MPa)		Permeabilidad al Ion Cloruro (coulombs)		Permeabilidad al Agua (mm)	
						0	1 d	7 d	28 d	Carga a 28d	Calificación	Permeabilidad Máxima	Calificación		
---	---	210	420	0.50	345	13.0	7.7	29.1	39.1	6947.5	Alta	93.5	Alta		
SikaPlast 6000	0.28	180	360	0.50	297	13.0	8.4	32.5	41.1	5665.0	Alta	71.5	Alta		

Fuente: “Sika Construyendo”

(Sika Perú, s.f.). “Además, el concreto moderno ha comenzado a incluir adiciones como la ceniza volante, que permite un reemplazo parcial del contenido de cemento y proporciona beneficios en el rendimiento del material. Las propiedades puzolánicas de estas adiciones refinan la matriz de poros de la pasta, lo que reduce la permeabilidad del concreto y dificulta la entrada de agentes agresores, mejorando así la durabilidad del material”.

(Sika Perú, s.f.). “En este contexto, los aditivos químicos juegan un papel crucial, ya que garantizan un rendimiento constante del concreto, incluso con un tipo de cementante diferente que presenta tiempos de fraguado más largos y un desarrollo de resistencias más lento. Este desafío se puede resolver mediante la aplicación de diversas tecnologías de aditivos”.

Economía

(Sika Perú, s.f.). “Desde el inicio de la producción de concreto, los agregados se han utilizado como materiales de llenado que mejoran las propiedades de la mezcla, además de ayudar a reducir significativamente los costos del material”.

(Sika Perú, s.f.). “En la actualidad, esta situación sigue siendo la misma, ya que la pasta continúa siendo el componente más costoso en la producción de concreto. Por lo tanto, reducir los volúmenes de pasta por metro cúbico de concreto y sustituir esa cantidad con agregados permite realizar importantes disminuciones en el costo del metro cúbico de concreto”.

(Sika Perú, s.f.). “Como se mencionó anteriormente, el volumen de pasta en el diseño de la mezcla se busca para proporcionar la manejabilidad adecuada. Por esta razón, el uso de aditivos superplastificantes de última generación es cada vez más relevante, ya que permiten mantener la misma manejabilidad requerida para mezclas con cantidades significativamente menores de pasta, al tiempo que se preservan características similares en el desarrollo de resistencias mecánicas, como se muestra en la tabla”.

Tabla 3 *Resultados de Resistencia en concretos de diferente contenido de Pasta*

Aditivo	Dosis	Agua (L/m ³)	Cto (Kg/m ³)	A/C	Vol. Pasta (L/m ³)	Asent. (cm)	Resist. Compresión (MPa)						
	(%)						1d	3d	7d	28d	61d	180d	360d
Testigo	---	215	350	0.61	328	15.0	1.4	7.4	10.4	20.2	25.4	26.2	28.0
SikaPlast MO	1.20	185	300	0.61	285	17.0	1.3	8.0	11.7	20.7	27.2	31.2	32.1

Fuente: “Sika Construyendo”

(Sika Perú, s.f.). “La producción de un concreto diseñado para el desempeño permite una significativa optimización de costos en su fabricación, logrando ahorros de más del 4% en el costo total de los materiales por metro

cúbico. Otra opción para reducir el costo de la pasta es reemplazar parcialmente el cemento por adiciones como la ceniza volante, que tiene un menor costo. Esto contribuye a la optimización del costo del material cementante y, por ende, disminuye el costo del metro cúbico de concreto”.

Sostenibilidad

(Sika Perú, s.f.). “La preocupación a nivel global por el impacto climático vinculado a los procesos productivos ha llevado a diversas industrias a implementar medidas para reducir su huella de carbono”.

(Sika Perú, s.f.) “La industria de la construcción también enfrenta esta problemática, lo que implica que actualmente debemos diseñar concretos considerando estas preocupaciones ambientales. La producción de cemento es una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), por lo que es esencial lograr una mayor eficiencia en el uso del material cementante para disminuir el impacto ambiental que genera la construcción”.

(Sika Perú, s.f.). “La eficiencia del material cementante se define como la cantidad de material utilizada para alcanzar una resistencia específica del concreto. Al reducir la cantidad de pasta en el diseño de mezclas, se logra aumentar esta eficiencia, optimizando el consumo del material. Además, al disminuir el contenido de pasta en el concreto, se reduce también la cantidad de agua necesaria para su fabricación, permitiendo que este recurso, cada vez más escaso, se conserve para el consumo humano”.

(Sika Perú, s.f.). “En una industria como la de nuestro país, que produce más de 8.5 millones de metros cúbicos de concreto al año, aplicar el concepto de reducción de pasta en los diseños de mezclas puede resultar en un ahorro de más

de 350,000 metros cúbicos de agua al año, lo que equivale al consumo necesario de aproximadamente 1,600 familias en ese mismo periodo”.

2.2.6. Materiales constituyentes del diseño de mezcla

Agua de Diseño

Calidad de agua

La calidad del agua es un aspecto crucial, ya que las impurezas presentes pueden afectar la hidratación del cemento, lo que a su vez puede disminuir la resistencia del concreto, provocar manchas en su superficie y contribuir a la corrosión del refuerzo. Por lo tanto, es necesario evaluar su idoneidad para el mezclado y el curado. Es importante diferenciar entre los efectos del agua utilizada en la mezcla y el impacto de aguas agresivas en el concreto endurecido, ya que algunas de estas últimas pueden ser inofensivas e incluso beneficiosas cuando se emplean en el proceso de mezclado.

Agua para mezclas

La calidad del agua utilizada para la mezcla de concreto suele regirse por especificaciones que exigen que sea apta para el consumo humano, con un contenido de sólidos disueltos generalmente inferior a 1000 ppm y no superior a 2000 ppm. Si se excede este último límite, se puede permitir que el agua repose en un depósito para reducir el sedimento. Aunque el agua potable es generalmente segura, el agua no potable también puede ser adecuada, siempre que tenga un pH entre 6.0 y 8.0 y no presente sabores salados. Las aguas ligeramente ácidas suelen ser inofensivas, pero aquellas con ácidos orgánicos pueden afectar el endurecimiento del concreto. Para abordar los posibles efectos negativos del uso de agua inadecuada, la norma nacional ITINTEC 339.088 establece parámetros específicos para la elaboración de mezclas.

Tabla 4 Límites permisibles para agua de mezclas y curado

DESCRIPCION DE SUSTANCIAS	VALORES ADMISIBLES
SULFATOS (Ion SO ₄)	600 ppm
CLORUROS (Ion Cl)	1000 ppm
MATERIA ORGANICA	3 ppm
P.H.	5 a 8
SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	5000 ppm
ALCALINIDAD	1000 ppm
SALES DE MAGNESIO	150 ppm

Fuente: Tecnología del concreto – Flavio Abanto

Agua para curado

En términos generales, el agua que se considera apropiada para la mezcla también es apta para el curado. Sin embargo, la presencia de hierro y materia orgánica puede provocar manchas, sobre todo si el agua se desplaza lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente. En ciertos casos, la decoloración puede ser mínima, lo que permite que cualquier agua adecuada para la mezcla, incluso aquella de calidad ligeramente inferior, sea aceptable para el curado. Lo fundamental es que esté libre de sustancias que puedan dañar el concreto una vez endurecido.

Pruebas al Agua

Aunque puede haber situaciones en las que no se disponga de un laboratorio adecuado para el análisis del agua, existe un método rápido para detectar la presencia de ácidos utilizando papel tornasol; este cambiará a un color rojizo si se sumerge en agua ácida. Para identificar la presencia de yeso u otros sulfatos, se puede emplear cloruro de bario. Es importante señalar que, aunque

estos ensayos ayudan a obtener una idea preliminar sobre las propiedades del agua, no sustituyen los análisis químicos realizados en un laboratorio.

Cemento

Cemento Portland

El cemento Portland es un material artificial complejo que se transforma en productos coloidales y microcristalinos al mezclarse con agua, lo que le confiere propiedades hidráulicas. Estas transformaciones dependen de las condiciones geológicas y requieren que las mezclas con agregados y agua sean plásticas y manejables antes de endurecerse, con un tiempo de fraguado óptimo para no retrasar la construcción. Según la NTP 334.009, se define como un cemento hidráulico producido a partir de clinker con silicatos de calcio y sulfatos, con la posibilidad de incluir caliza. Las diferentes composiciones químicas de los cementos permiten seleccionar mezclas adecuadas para diversas propiedades, existiendo varios tipos de cemento Portland y cementos especiales para usos específicos.

Tipos de Cemento Portland

Se han desarrollado diversos tipos de cementos para garantizar la durabilidad del concreto en diferentes condiciones, pero no se ha logrado una solución completa en la composición del cemento para este problema. Factores además de la composición del cemento también influyen en propiedades físicas y mecánicas clave del concreto endurecido, como resistencia, contracción, permeabilidad y resistencia al intemperismo. Aunque la composición del cemento tiene un impacto significativo en la resistencia, la tendencia es que los cementos con una tasa de endurecimiento más lenta logran una mayor resistencia final. Las diferencias en las propiedades físicas entre los tipos de cemento son más

evidentes en las primeras etapas de hidratación. Sin embargo, clasificar los cementos en tipos es solo una categorización básica, ya que pueden existir variaciones significativas dentro del mismo tipo. Es importante equilibrar los requisitos deseados con las posibles consecuencias y considerar los aspectos económicos durante la producción de concreto.

- Cemento Portland Común
 - Cemento Portland Tipo I: Diseñado para proyectos de concreto en general donde no se requieren propiedades especiales que justifiquen el uso de los tipos II, III, IV o V.
 - Cemento Portland Tipo II: Utilizado en construcciones de concreto en general y en aquellas expuestas a una acción moderada de sulfatos o que necesiten un calor de hidratación moderado, según lo indicado. Es comúnmente utilizado en pisos industriales.
 - Cemento Portland Tipo III: Recomendado cuando se necesita una alta resistencia inicial y un calor de hidratación elevado. Es ideal para climas fríos o situaciones donde se desea acelerar la puesta en servicio de las estructuras.
 - Cemento Portland Tipo IV: Utilizado cuando se requiere un bajo calor de hidratación para concreto masivo.
 - Cemento Portland Tipo V: Este tipo se caracteriza por su alta resistencia a los sulfatos.
- Cemento Portland Adicionado
 - Cemento Portland Tipo ISM: Este cemento contiene menos del 25% de escoria de altos hornos, en relación con el peso total.

- Cemento Portland Tipo IS: Tiene un contenido de escoria de altos hornos que varía entre el 25% y el 70%.
- Cemento Portland Tipo IPM: Se le ha incorporado puzolana en un porcentaje de hasta el 15% del peso total.
- Cemento Portland Tipo IP: Contiene puzolana en una proporción que oscila entre el 15% y el 40% del peso total.

Agregados

Descripción:

Los agregados empleados en esta investigación se obtuvieron de la cantera Cochamarca, ya que investigaciones previas han demostrado que presentan mejores características físicas y químicas en comparación con los agregados de otras canteras en Pasco. Además, el estudio indica que este factor contribuyó a obtener resultados superiores en las propiedades mecánicas del concreto, dado que, en promedio, los agregados constituyen alrededor del 60% del volumen total de la mezcla.

Propiedades Físicas de los Agregados:

Es fundamental conocer las propiedades físicas de los agregados y mantener un estricto control de calidad, ya que cualquier variación en su composición podría afectar el diseño de la mezcla al elaborar concretos representativos. Para cada ensayo realizado, se tomaron tres muestras (M1, M2, M3) tanto del agregado fino como del grueso, promediando los valores de las tres muestras para obtener una representación adecuada.

a. Peso unitario suelto y compactado

El peso unitario de un agregado se refiere al peso que ocupa un volumen específico. Este valor varía según características intrínsecas como la forma,

la granulometría y el tamaño máximo del agregado. Es un dato necesario para clasificar agregados ligeros o pesados y para calcular las proporciones de mezcla de concreto por volumen. Se siguieron las normas: NTP 400.017:1999 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

b. Peso Específico

Esta propiedad determina el peso de la mezcla, calculándose al dividir el peso de las partículas entre el volumen total, sin considerar los espacios vacíos.

Las normas relevantes para este procedimiento son: NTP 400.021:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

NTP 400.022:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

c. Absorción

Se refiere a la capacidad de los agregados para captar agua en los vacíos internos de las partículas. Esta propiedad se basa en el principio de capilaridad, lo que implica que las partículas no se llenan completamente debido a la presencia de aire atrapado.

d. Humedad

Es la cantidad de agua que contiene el agregado bajo condiciones ambientales en el momento de su uso en el diseño del concreto. Se emplea la norma:

NTP 339.185:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

e. Granulometría

Este análisis permite distribuir las partículas según los tamaños retenidos en diferentes tamices. Se calcula pesando las partículas que quedan en cada malla, y luego se elabora una gráfica que muestra la distribución semilogarítmica del agregado. Los tamices tienen diámetros estándar especificados por la ASTM, que van desde 3” hasta un mínimo establecido en la norma.

NTP 400.012:2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

f. Módulo de finura

Este índice indica el tamaño medio de los agregados. Un módulo de finura bajo sugiere que se trata de un agregado fino, mientras que uno alto indica un agregado grueso. Este método controla la uniformidad de las partículas y proporciona una referencia sobre la cantidad de agua necesaria para la mezcla. Según antecedentes experimentales, un agregado fino con un módulo de finura entre 2.2 y 2.8 es adecuado para obtener buena trabajabilidad y controlar la segregación, mientras que los que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son apropiados para lograr concretos de alta resistencia a la compresión.

Agregado fino

Material fino formado por partículas limpias, que no contiene cantidades dañinas de polvo, terrones, materia orgánica ni otras sustancias que puedan afectar la calidad del agregado.

Granulometría

Para calcular la granulometría del agregado fino, se debe sumar los pesos retenidos acumulados en las mallas N°4 a N°200 y luego dividir el resultado entre

100. Para obtener un rango adecuado de la granulometría, se recomienda utilizar los límites que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 5 *Análisis Granulométrico de Agregado Fino*

TAMIZ	% QUE PASA
3/8" (9.50 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 - 100
N°8 (2.36 mm)	80 - 100
N°16 (1.18 mm)	50 - 85
N°30 (0.60 mm)	25 - 60
N°50 (0.30 mm)	10 - 30
N°100 (0.15 mm)	2 - 10

Fuente: Tecnología del concreto – Flavio Abanto

Agregado Grueso

Se puede definir como agregado grueso aquel material formado por roca partida, grava natural o triturada, agregados artificiales o una mezcla de estos. Además, se clasifica como agregado grueso cuando es retenido por el tamiz N°4 (4.75 mm).

Tamaño máximo

De acuerdo con la Norma NTP 400.037, el tamaño máximo del agregado grueso se define como el menor tamiz a través del cual toda la muestra del agregado grueso puede pasar.

Tamaño máximo nominal

Según la Norma NTP 400.037, el tamaño máximo nominal se refiere al menor tamiz de la serie utilizada que genera el primer retenido. Este tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe exceder:

- Un quinto de la menor dimensión entre las caras del encofrado.
- Un tercio de la altura de las losas.
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, conjuntos de barras, tendones o ductos de pre esfuerzo.

2.2.7. Aditivos

Son componentes orgánicos (resinas) o inorgánicos que se añaden con el propósito de modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Estos aditivos pueden presentarse en forma de polvo o líquido, como emulsiones.

En general, se clasifican en dos grandes grupos:

- Modificadores de la reología: Alteran el comportamiento en estado fresco, afectando aspectos como la consistencia y la trabajabilidad.
- Modificadores del fraguado: Aceleran o retrasan el fraguado y sus condiciones

Los aditivos para el concreto deben cumplir con las normas ASTM o N.T.P. establecidas para su uso. Existen aditivos que aumentan la fluidez del concreto, haciéndolo más fácil de manejar. Los aditivos que aceleran el fraguado son especialmente diseñados para obras donde las condiciones climáticas dificultan un curado rápido. Por otro lado, los aditivos retardantes se utilizan en lugares donde el concreto fragua rápidamente, particularmente en climas cálidos o cuando se necesita transportar el concreto a largas distancias, permitiendo manipular la mezcla durante más tiempo.

El uso de aditivos en la actualidad permite desarrollar diseños que no serían posibles sin ellos, y ofrecen varias ventajas, tales como:

- Reducir la cantidad de agua en la mezcla.

- Retardar el desarrollo del calor de hidratación.
- Acelerar la adquisición de resistencias mecánicas.
- Facilitar la adherencia entre concreto antiguo y fresco.
- Disminuir la permeabilidad del concreto.
- Incrementar la durabilidad o resistencia frente a ataques de cloruros y condiciones de exposición severas.

Clasificación

Según la norma ASTM C-494, se puede clasificar a los aditivos en los siguientes tipos:

- Tipo A: Reductores de Agua.
- Tipo B: Retardadores de Fragua.
- Tipo C: Acelerantes.
- Tipo D: Reductores de Agua – Retardadores de Fragua.
- Tipo E: Reductores de Agua – Acelerantes.
- Tipo F: Súper Reductor de Agua.
- Tipo G: Súper Reductor de Agua – Acelerante.

Aditivos reductores de agua para el Hormigonado en tiempo Frío

Las bajas temperaturas pueden causar retrasos excesivos en el fraguado del hormigón y afectar su resistencia inicial. La temperatura influye significativamente en la velocidad de hidratación del cemento, lo que impacta el tiempo de fraguado y el desarrollo de resistencias. Por lo tanto, es crucial adoptar medidas adecuadas durante el invierno para minimizar estos efectos y evitar problemas relacionados con la congelación del agua de amasado, garantizando así la continuidad del ciclo productivo.

Hormigonado en tiempo frío en el Hormigón Prefabricado

En el ámbito del hormigón prefabricado, donde se utilizan predominantemente aditivos superplastificantes sin capacidad retardante (incluso actuando como aceleradores del endurecimiento), las bajas temperaturas provocan una evolución más lenta de las resistencias iniciales. Para minimizar al máximo los aumentos en el tiempo de curado que esto conlleva, los cuales podrían reducir la capacidad productiva de la planta, se pueden considerar varias soluciones: aumentar la cantidad de cemento, calentar el agua de amasado, elevar la temperatura de curado o usar aditivos acelerantes de fraguado, como POZZOLITH 558HE o POZZOLITH HE 1.

Opciones como incrementar la cantidad de cemento o aumentar la temperatura de curado pueden resultar menos rentables económicamente que el uso de aditivos acelerantes de fraguado, especialmente debido al creciente costo de la energía y las implicaciones de los acuerdos de Kioto en relación al uso de cemento.

Sin embargo, en el sector del hormigón prefabricado, el impacto negativo de las bajas temperaturas es significativamente menor que en el hormigón preparado. Esto se debe principalmente a que las plantas de prefabricado, al ser espacios cerrados, no exponen el hormigón fresco a las inclemencias del tiempo. Además, suelen contar con instalaciones protegidas y recursos para afrontar el problema (como curado térmico, calentamiento del agua y protección de moldes), y, particularmente, utilizan aditivos superplastificantes de acción rápida, cuyo rendimiento no se ve afectado de manera significativa por el frío.

Gráfico 8 Evolución de resistencias



Fuente: <https://ingenieriareal.com>

No obstante, además de utilizar aditivos anticongelantes, es necesario adoptar muchas otras precauciones para lograr un hormigonado exitoso en condiciones de frío. Es importante prestar atención a la temperatura de los moldes y las armaduras, ya que, si estos presentan signos de congelación, transferirán su inercia térmica a la mezcla de hormigón fresco, lo que ralentizará la hidratación del cemento y aumentará el riesgo de congelación del agua de amasado por contacto. Este mismo principio se aplica si los áridos están congelados.

Una de las medidas más efectivas es llevar a cabo el hormigonado durante las horas del día en que se registran las temperaturas más altas. De este modo, cuando las temperaturas desciendan posteriormente (generalmente durante la noche), el hormigón habrá alcanzado suficiente resistencia para soportar temperaturas incluso bajo cero.

Sin embargo, en el hormigón preparado existe un factor que a menudo se pasa por alto. Generalmente, en el hormigón producido en planta, debido al tiempo de transporte y al tiempo necesario para su colocación, el hormigón debe mantener la consistencia especificada. Por esta razón, se utilizan aditivos plastificantes o polifuncionales que tienen un efecto retardante en el fraguado.

El efecto retardante que genera el aditivo reductor de agua se intensifica notablemente a medida que desciende la temperatura ambiente. Como resultado, para minimizar el impacto del retraso en el fraguado, los productores de hormigón se ven obligados a disminuir la dosificación del aditivo polifuncional (incluso cuando utilizan aditivos anticongelantes), lo que requiere un aumento en la cantidad de cemento para asegurar las resistencias del hormigón.

Además del uso de aditivos anticongelantes y acelerantes, así como de implementar las medidas preventivas recomendadas para el hormigonado en condiciones frías, un uso adecuado de los diferentes tipos de aditivos reductores de agua y un ajuste en sus dosificaciones pueden ayudar a mitigar el efecto retardante de las bajas temperaturas sobre el tiempo de fraguado y la evolución de las resistencias iniciales. Esto permite un desencofrado más rápido de las estructuras hormigonadas, facilitando así el cumplimiento de los ritmos de producción requeridos en la obra.

Aditivos Plastificantes y Superplastificantes

El avance y la creación de nuevos aditivos se enfocan actualmente en mejorar la producción y la calidad del concreto. En la actualidad, los aditivos para concreto son fundamentales dentro de la tecnología del hormigón. Los plastificantes y superplastificantes son los productos más comunes y utilizados. Estos pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Lignosulfonatos
- Naftalén sulfonatos
- Melamina – sulfonado policondensados
- Copolímeros Vinílicos
- Policarboxilatos

A continuación, se presentan de manera general las características de los diferentes tipos de aditivos plastificantes y superplastificantes:

- **Lignosulfonatos:** Primera generación de aditivos plastificantes, extraídos del proceso de producción de celulosa. Reducen el agua en aproximadamente un 10%, pero pueden retrasar el fraguado a altas dosificaciones, afectando el desarrollo de resistencias.
- **Naftalén sulfonatos:** Segunda generación de plastificantes, obtenidos del refinado del carbón. Reducen el agua hasta un 25% y pueden generar espumas, pero son más eficientes que los lignosulfonatos.
- **Melamina sulfonatos:** También de la segunda generación, basados en polímeros sintéticos. Su reducción de agua es similar a la de los naftalenos, pero ofrecen mayores resistencias a edades tempranas. Pueden generar un flujo viscoso a bajas relaciones agua/cemento.
- **Copolímeros vinílicos:** Superplastificantes de tercera generación, con tecnología única de Sika. Tienen moléculas más grandes, proporcionando mayor efecto plastificante y una reducción de agua de aproximadamente el 30%, mejorando las resistencias mecánicas del concreto.
- **Policarboxilatos:** Última generación de superplastificantes, basados en copolímeros de ácido acrílico. Pueden reducir el agua hasta un 40%, manteniendo la manejabilidad y promoviendo el desarrollo de resistencias mecánicas tempranas.

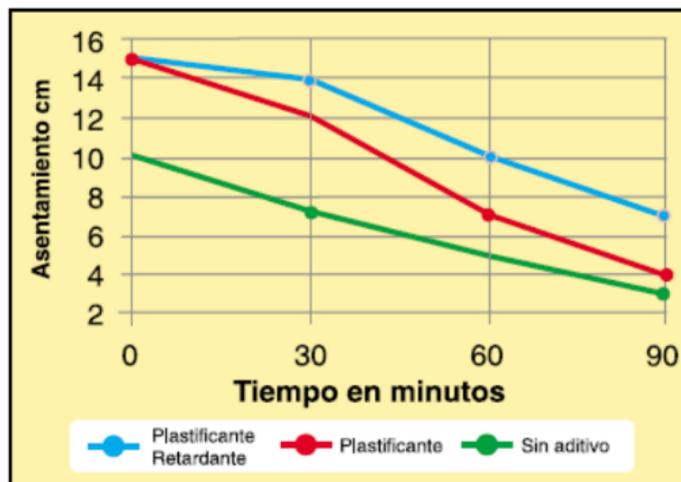
Aditivos retardantes y reductores de agua-retardadores

El yeso actúa como el retardador natural del cemento; sin su adición, el concreto fraguaría y endurecería en pocos minutos, dificultando su manejo en la construcción. El retardo en el concreto se refiere a prolongar el tiempo entre su

elaboración y el inicio del fraguado, mediante sustancias que inhiben temporalmente la hidratación de los compuestos del cemento, especialmente el aluminato tricálcico (C3A), responsable de la resistencia temprana.

Los aditivos retardadores suelen comercializarse en combinación con reductores de agua, actuando como aditivos de doble función, donde la reducción de agua es la principal y el retardo es secundaria. Esta combinación permite controlar la pérdida acelerada de manejabilidad del concreto.

Gráfico 9 *Evolución de Tiempo vs. Asentamiento*



Fuente: <https://betoniatecnico.blog>

Aditivo de curado ASTM C309 compuesto

Se trata de un producto líquido de color blanco amarillento, formulado a partir de resinas orgánicas disueltas en solventes. Al aplicarse, crea una membrana semipermeable que es ideal para el curado del hormigón. Cumple con la norma ASTM C-309 (Compuestos para el curado del hormigón) Tipo II, Clase B, así como con la norma IRAM 1675, lo que garantiza sus beneficios:

- Pulverizado sobre la superficie del hormigón fresco, seca rápidamente y deja adherida una película continua, flexible, que actúa de barrera contra la evaporación brusca del agua.

- De tal modo, el hormigón completa su fraguado y curado en presencia de la humedad necesaria para la total hidratación del cemento.
- Protege el hormigón en climas calurosos, bajo los rayos del sol o la acción del viento.
- Evita la fisuración por retracción plástica y secado.
- Desarrolla mejores resistencias mecánicas en el hormigón, incluso a la abrasión.
- Garantiza, en la decisiva etapa del curado, los proyectos de hormigones impermeables y durables.
- Es compatible con la adherencia de las pinturas que se deban aplicar luego al hormigón, sin que sea necesario tratamiento alguno para eliminarlo.

2.2.8. Problemas del concreto en climas fríos

El concreto utilizado en regiones ubicadas a altitudes superiores a 4300 metros sobre el nivel del mar (msnm) puede enfrentar desafíos específicos debido a las condiciones climáticas extremas y las variaciones en la altitud. Algunos de los problemas potenciales que podrían surgir en estas áreas incluyen:

- **Fragilidad por congelación y descongelación:** Las fluctuaciones extremas de temperatura pueden causar congelación y descongelación del agua dentro del concreto, lo que puede provocar fisuras y daños en la estructura.
- **Variaciones en la presión atmosférica:** A mayores altitudes, la presión atmosférica disminuye, lo que puede afectar la durabilidad y resistencia del concreto.
- **Radiación solar intensa:** En altitudes elevadas, la radiación solar puede ser más intensa, lo que puede provocar la descomposición del concreto y reducir su vida útil.

- Menor resistencia a la compresión: Las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión, pueden verse afectadas negativamente debido a la menor presión atmosférica a altitudes elevadas.
- Problemas de fraguado y tiempo de ajuste: Las condiciones climáticas frías y las variaciones en la altitud pueden afectar el tiempo de fraguado y ajuste del concreto, lo que puede dificultar el proceso de construcción.
- Corrosión del acero de refuerzo: Las condiciones climáticas extremas pueden aumentar la velocidad de corrosión del acero de refuerzo en el concreto, lo que debilita la estructura con el tiempo.

Para mitigar estos problemas, es importante utilizar mezclas de concreto adecuadas que estén diseñadas para resistir condiciones climáticas extremas. Esto puede incluir el uso de aditivos especiales, materiales de agregado resistentes y técnicas de curado apropiadas para mejorar la durabilidad y la resistencia del concreto en altitudes elevadas. Además, el seguimiento regular del estado del concreto y la realización de mantenimiento preventivo son prácticas clave para garantizar la integridad de las estructuras en estas condiciones.

2.3. Definición de términos básicos

- **Cemento portland.** – “El cemento Portland constituye un polvo finamente molido, formado mayoritariamente por silicatos de calcio y, con menor proporción, por aluminatos de calcio”. (BECOSAN, 2021).
- **Compactación.** - El proceso de compactación del hormigón implica reducir al mínimo el aire y el exceso de agua atrapados durante la mezcla y colocación. Esta densificación mejora las propiedades de resistencia y durabilidad del hormigón una vez que ha endurecido adecuadamente durante el curado. (Rotondaro, 2019).

- **Exudación.** – La exudación en el concreto armado se refiere a la separación de los componentes líquidos y sólidos de la mezcla durante la colocación y compactación. Ocurre cuando el concreto fresco no se compacta adecuadamente, lo que provoca que los líquidos se filtren hacia la superficie. Este fenómeno puede reducir la densidad y resistencia del concreto endurecido, aumentando su susceptibilidad a la degradación y corrosión con el tiempo. (CONSTRUNEIC, 2023).
- **Fraguado.** - El fraguado es el proceso por el cual el concreto pierde plasticidad y comienza a endurecer debido a la reacción química entre el cemento y el agua. El fraguado inicial ocurre aproximadamente 2 horas después de la mezcla, aunque este tiempo puede variar. Se recomienda utilizar el concreto lo antes posible tras el mezclado. El fraguado final se espera alrededor de 8 horas, especialmente a temperaturas superiores a 10 °C. (Cementos Inka, 2022).
- **Relación agua - cemento (a/c).** - La relación entre agua y cemento en una mezcla de concreto se calcula dividiendo la cantidad de agua en kilos por la cantidad de cemento en kilos. En este sentido, al agregar más agua, se incrementa la relación agua-cemento, lo cual es perjudicial. Se ha demostrado que una menor cantidad de agua reduce el valor de esta relación, lo que resulta en un concreto de mejor calidad. (Aceros Arequipa, 2014)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ contribuirá significativamente a mejorar tanto la Sostenibilidad como la Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm² estará directamente relacionada con las pruebas y evaluaciones destinadas a medir la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.
- b. La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm² estará estrechamente vinculada con la introducción cuidadosa de aditivos y adiciones específicas para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.
- c. La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm² estará intrínsecamente ligada a la implementación adecuada de técnicas avanzadas de mezcla y curado para mejorar significativamente la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable Independiente

La variable independiente es “X” Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto, debido a que puede variar los parámetros de diseño, considerado como características del concreto, con las siguientes dimensiones:

Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto:

Esta variable representa las diferentes técnicas, métodos y materiales que se utilizan para mejorar las propiedades del concreto, como la resistencia, durabilidad y sostenibilidad.

2.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente es “Y” considerado como las mejoras en las características de, Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras con las siguientes dimensiones:

- Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras.

Estas variables se refieren a las características y el rendimiento de las estructuras construidas con el concreto optimizado. La sostenibilidad se puede medir en términos de impacto ambiental, eficiencia de recursos y capacidad de mantenerse a largo plazo sin dañar el entorno, mientras que la durabilidad se refiere a la capacidad de las estructuras para resistir el desgaste, la corrosión y otros factores que podrían afectar su integridad con el tiempo:

- Comportamiento mecánico y físico.
- Tiempo de fraguado y resistencia a edades tempranas de concreto.
- Temperatura inicial del concreto.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 6 Matriz de operacionalización de variables

Variable independiente	Definición Operacional	Indicadores
<p>Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar el desarrollo de las Selección de Materiales: Involucra la cuidadosa elección de los materiales que componen la mezcla de concreto, incluyendo la selección del tipo y calidad del cemento, los agregados (arena, grava), agua y aditivos específicos. La calidad, origen y propiedades de estos materiales se evalúan y se establecen estándares precisos para garantizar su idoneidad en el proceso de mezcla. • Proporciones de Mezcla: Implica determinar las proporciones adecuadas de cada componente (cemento, agua, agregados y aditivos) para lograr las características deseadas del concreto. Estas proporciones se basan en pruebas de laboratorio y ajustes precisos para alcanzar la resistencia, trabajabilidad y otras propiedades específicas requeridas. • Uso de Aditivos y Adiciones: Incorpora aditivos químicos y adiciones (como cenizas volantes, escoria u otros materiales) en la mezcla de concreto para mejorar ciertas propiedades. Se establecen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificaciones técnicas. 2. Diseño de mezcla. 3. Norma ACI 4. ASTM C 1074 5. ASTM C 803 6. ASTM C 192 7. Función Arrhenius. 8. Función Nurse-Saul. 9. Norma E-060 10. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). La norma técnica peruana para el concreto es la NTP 339.114:2012

	<p>las cantidades precisas y tipos de aditivos y adiciones, considerando sus efectos en la resistencia al agua, resistencia a la compresión, durabilidad y otras características del concreto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Técnicas de Mezcla y Curado: Incluye la implementación de técnicas específicas durante el proceso de mezcla y curado para garantizar una distribución homogénea de los materiales y una adecuada hidratación del cemento. Se definen procedimientos detallados para mezclar los materiales de manera uniforme y para el curado del concreto, asegurando así su resistencia y durabilidad. • Pruebas y Evaluación Continua: Involucra la realización regular de pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto, como resistencia a la compresión, absorción de agua y durabilidad frente a diversas condiciones ambientales. Estas pruebas continuas permiten ajustes y mejoras adicionales en el proceso de optimización. • Adaptación a Condiciones Específicas del Proyecto: Considera la capacidad de adaptar el diseño del concreto a las necesidades y desafíos específicos de cada proyecto, como la resistencia requerida, el 	<p>"Concreto - Requisitos".</p> <p>11. ASTM C94/C94M</p> <p>12. Instituto Americano del Concreto (ACI)</p> <p>13. Comité Europeo de Normalización (CEN)</p>
--	--	---

	<p>ambiente de aplicación, y las condiciones climáticas y geológicas del lugar. La optimización se ajusta según las particularidades de cada estructura a construir.</p>	
<p>Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistencia Estructural: Se evalúa la capacidad de la estructura para resistir cargas estáticas y dinámicas sin deformaciones excesivas ni fallas. Esto implica pruebas de resistencia a la compresión del concreto, así como análisis estructurales que demuestren la capacidad de soportar cargas específicas. 2. Durabilidad en Condiciones Ambientales Extremas: La estructura debe mantener su integridad y funcionalidad a lo largo del tiempo, incluso en condiciones climáticas adversas y variaciones extremas de temperatura. Se evalúa la resistencia al congelamiento y descongelamiento, resistencia al calor, resistencia a la corrosión y otras condiciones ambientales específicas de Cerro de Pasco. 3. Resistencia al Desgaste: Se refiere a la capacidad de la estructura para resistir el desgaste causado por factores como el tráfico vehicular, vibraciones y otros tipos de carga mecánica. Se evalúa la abrasión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificaciones técnicas. 2. Diseño de mezcla. 3. Valor de la resistencia a la compresión con unidad de kilogramo por cada centímetro cuadrado. 4. Norma ACI 5. NTP 339.034 6. ASTM C 39 7. Norma E-060

	<p>y la erosión en las superficies de la estructura.</p> <p>4. Resistencia al Agua: La estructura debe ser capaz de resistir la penetración de agua y la humedad para evitar problemas como la corrosión del acero de refuerzo y la degradación del concreto. Se realizan pruebas de absorción de agua y resistencia a la infiltración.</p> <p>5. Sostenibilidad Ambiental: Se evalúa el impacto ambiental del proceso de construcción, incluyendo la huella de carbono, el uso eficiente de recursos, y la posibilidad de reciclaje de materiales. También se considera la posibilidad de utilizar materiales reciclados en la construcción.</p> <p>6. Eficiencia Energética: Se considera la capacidad de la estructura para conservar energía, por ejemplo, a través del diseño que aprovecha la luz solar, la ventilación natural, y otros principios de eficiencia energética.</p> <p>7. Mantenimiento y Reparación: La facilidad y el costo del mantenimiento regular y de las reparaciones futuras se consideran como indicadores de la durabilidad a largo plazo de la estructura.</p> <p>8. Vida Útil: Se refiere al período de tiempo estimado durante el cual la estructura</p>	
--	---	--

	<p>puede funcionar sin requerir una reconstrucción significativa o una inversión masiva en reparaciones.</p>	
--	--	--

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Según el concepto de (Baena Paz, 2014), "El presente estudio es de tipo aplicado, ya que tiene como objetivo la aplicación directa e inmediata de sus resultados. Se centra en abordar una realidad específica en lugar de desarrollar teorías. Esta investigación se orienta a conocer con el fin de actuar y aplicar soluciones".

La investigación se centra en evaluar la confiabilidad del método de madurez y en estimar de manera preliminar la resistencia a la compresión, con el fin de realizar partidas posteriores a la colocación del concreto.

3.2. Nivel de investigación

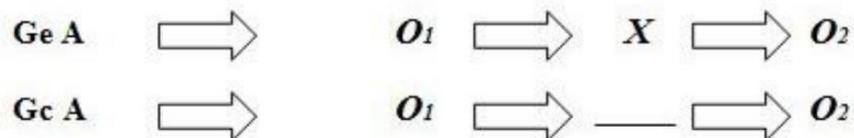
El nivel de la presente investigación es explicativo, ya que se busca relacionar las variables modificadas según las dimensiones planteadas en la matriz de consistencia de cada una de estas y de esta manera, encontrar el diseño óptimo.

3.3. Método de investigación

Este proyecto de investigación utilizará dos métodos: cualitativo y cuantitativo. Se basa en un enfoque científico, siguiendo procedimientos ordenados para resolver el problema y generar nuevos conocimientos. Incluirá la observación, análisis de pruebas de laboratorio, recopilación de datos y síntesis del comportamiento del fraguado en relación con la temperatura y resistencia, cumpliendo estrictamente con las normas ASTM C 803, ASTM C 192, ACI 211, NTP 339.034, Norma E 060 y RNE.

3.4. Diseño de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, analítico, experimental, tipo casos y controles. Esquema:



Donde:

- GeA: grupo de experimental
- Gc: grupo de control
- O_1 : Observación pre-experimentación
- X: Tratamiento
- O_2 : Observación post experimentación

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

- Diseños de mezcla de:
 - 6 obras en la región de Pasco.
 - Capeco.

- Muestra patrón, M-1, M-2 y M-3.
- Probetas.
- Ubicación ciudades con bajas temperaturas Cerro de Pasco.

Carrasco (2009) “es el conjunto de todos los elementos que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”.

3.5.2. Muestra

Se obtuvo utilizando la técnica de muestreo probabilístico llamada muestreo aleatorio, de los distintos tipos de probetas.

- Tamaño de muestra de $n=24$.
- Análisis de Agregados de Cochamarca.
- Análisis de aditivos: determinados por ubicación y geografía.
- G1: 24 probetas con Cemento Portland Tipo I.
- Las variables de respuesta en este estudio se evaluaron estadísticamente mediante análisis de normales y varianza (ANOVA) para probar la homogeneidad de muestras del concreto patrón y concreto con aditivos ECKO WR-21 y AIR PLUS.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El procedimiento para obtener información sobre el tema de investigación se llevará a cabo mediante la observación experimental. Los datos se recopilarán a través de ensayos en el laboratorio de análisis de materiales, que incluirán pruebas de aditivos, así como ensayos de compresión del concreto, utilizando fichas de datos como instrumento de recolección.

3.6.1. Instrumentos de recolección de datos

Se trata de la aplicación de una técnica específica para la recolección de información, utilizando instrumentos para obtener datos a través de ensayos en el

laboratorio. Se emplearán fichas de datos, que son parte de la técnica de observación, para facilitar la interpretación y análisis, asegurando así la obtención de datos precisos y un control adecuado. Esta técnica de observación incluye tanto la observación directa como la indirecta, y para una mejor comprensión se utilizarán tablas como referencia para estructurar la técnica, el instrumento y la herramienta.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. De los resultados y su corrección

(ACI, 2018) “La técnica utilizada para la recolección de datos será la observación, que permite reunir información basada en hechos desde el inicio, cuando los materiales están sin manipular, hasta el final del proyecto de investigación”.

3.7.2. Evaluación de resultados

Se elaborará de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas (NTP), validadas por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Estas normas establecen formatos que definen las especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de productos, procesos y servicios. Las normas que se utilizarán son:

- NTP 339.033 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo).
- Protocolos de diseño de mezcla para la elaboración de las muestras de probetas.
- Protocolos para pruebas de compresión en las probetas cilíndricas con la prensa de rotura de probetas (ASTM C39). “Método estándar de prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto”.

- NTP 339.034 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).
- NTP 339.035 (Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland).
- NTP 400.012 (Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global).

(ACI, 2018) “De acuerdo con el Reglamento del ACI, el concreto en el área representada por las pruebas de corazones se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazones es al menos del 85% de la resistencia especificada (f'_c) y ninguno de los corazones presenta una resistencia inferior al 75% de dicha resistencia. Para verificar la precisión de las pruebas, se pueden volver a evaluar áreas representativas de resistencias inconsistentes de los corazones”.

3.7.3. Método de Análisis de datos:

Esta investigación se centra en comparar y determinar la resistencia final del concreto elaborado con Cemento Tipo I, considerando el factor del calor de hidratación y simulando temperaturas ambientales inferiores a 10 °C durante su elaboración y curado adiabático. Para la fase experimental, se fabricarán 24 probetas de concreto, que se distribuirán de la siguiente manera:

- 6 probetas patrón como grupo de control.
- 6 probetas con 0.90% ECKO WR-21 y 0.0095% AIR PLUS.
- 6 probetas con 0.95% ECKO WR-21 y 0.0047% AIR PLUS.
- 6 probetas con 1.00% ECKO WR-21 y 0.0040% AIR PLUS.

Así, se podrán obtener diversos resultados del mismo diseño de mezcla, siguiendo la NTP 339.033 para la elaboración de las probetas. Además, se aplicarán las NTP 400.012 para el ensayo granulométrico de los agregados, la

NTP 339.034 para el ensayo de compresión y la NTP 339.035 para la medición de asentamiento del concreto.

3.8. Tratamiento estadístico

En cuanto al tratamiento estadístico, se recolectarán y caracterizarán los datos para describir sus características adecuadamente. Se utilizarán tablas de frecuencia y gráficos estadísticos (como gráficos de dispersión con líneas suavizadas) para analizar la resistencia del concreto, lo que permitirá observar las propiedades principales de los datos según las características de la investigación. Además, se crearán hojas de fichas de datos para recopilar la información de los sensores instalados en las probetas de los cuatro diseños de mezcla. Posteriormente, los datos se ingresarán en Excel, donde se aplicarán fórmulas y gráficos para facilitar el control de los resultados.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

- Todas las fuentes consultadas se encuentran debidamente citadas y referenciadas por ser propiedad intelectual.
- El ingreso al laboratorio será estrictamente con los EPP's correspondientes con la finalidad de salvaguardar la integridad.
- Los equipos son bienes de la universidad y deben ser tratados con el mayor cuidado posible a fin de que más investigadores puedan usarlos.
- Los resultados obtenidos no serán alterados y el investigador asegura la veracidad de todos estos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El diseño de mezcla se realizó con el método ACI 211, siguiendo las tablas que se mencionan a continuación.

Tabla 7 *Asentamientos según tipos de construcciones*

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y Muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto cilípeo	2"	1"

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 8 Volumen unitario de agua

		Agua en función del asentamiento y el tamaño máximo nominal							
SIN AIRE	Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1 "	1 1/2"	2 "	3 "	6 "
	0 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
	3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
	5 a más	243	228	216	202	190	178	160	
CON AIRE	Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1 "	1 1/2"	2 "	3 "	6 "
	0 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
	3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
	5 a más	216	205	197	184	174	166	154	

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 9 Aire atrapado en función del tamaño máximo nominal

TMN	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1 "	1.5%
1 1/2"	1.0%
2 "	0.5%
3 "	0.3%
6 "	0.2%

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 10 Contenido de aire en función de la exposición

TMN	Cont. Aire Total		
	SUAVE	MODERADA	SEVERA
3/8"	4.5 %	6.0 %	7.5 %
1/2"	4.0 %	5.5 %	7.0 %
3/4"	3.5 %	5.0 %	6.0 %
1 "	3.0 %	4.5 %	6.0 %
1 1/2"	2.5 %	4.5 %	5.5 %
2 "	2.0 %	4.0 %	5.0 %
3 "	1.5 %	3.5 %	4.5 %
6 "	1.0 %	3.0 %	4.0 %

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 11 Relación agua/cemento según la resistencia

f _{cr}	W/C	
	SIN AIRE	CON AIRE
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 12 Selección del volumen de agregado grueso

TMN	VOL AGREG GRUESO PARA MF			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Tabla 13 Porcentaje de agregado fino

	Agregado redondeado				Agregado Angular			
	Cemento (bls)				Cemento (bls)			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Módulo de Fineza de 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1 "	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2 "	36	33	31	29	43	40	38	36
Módulo de Fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1 "	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2 "	37	35	33	32	45	42	40	38
Módulo de Fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1 "	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2 "	42	38	36	34	49	46	44	42

Nota: Tomado y adaptado de *Diseño de Mezclas* por Enrique Rivva, 1992.

Como datos preliminares se requiere analizar las características de los agregados mediante los ensayos respectivos para obtener el peso específico, peso unitario suelto, peso unitario compactado, granulometría, porcentaje de absorción y contenido de humedad.

Ambos agregados fueron seleccionados de la cantera de Cochamarca perteneciente al distrito de Vicco, provincia Pasco, región Pasco.

Se realizaron cuatro diseños en la presente investigación: un diseño patrón y tres diseños con aditivos incorporadores de aire y plastificantes en distintos porcentajes, contando cada diseño con 2 muestras para cada edad. Ambos concretos se analizaron en distintas edades, siendo estas: 7, 14 y 28.

4.1.1. Descripción del proyecto

- Nombre de la tesis: “Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm² para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco”.
- Ubicación:
 - Se ubica el laboratorio en el distrito de Yanacancha, exactamente en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El distrito limita por el norte con el distrito de Yarusyacán, por el oeste con el distrito de Simón Bolívar, por el sur con el distrito de Chaupimarca y por el este con el distrito de Ninacaca.

4.1.2. Recolección de datos del proyecto

La recolección de datos se basa en formatos que fueron rellenos por observación de las resistencias obtenidas en las pruebas a compresión y medición de la temperatura de las probetas. El formato usado se presenta en la sección Anexos.

Se realizaron

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Granulometría de agregados

El ensayo de granulometría se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, siguiendo las normas ASTM C136 y NTP 400.012. Se prestó especial atención a la selección de muestras mediante cuarteo para garantizar su representatividad y se protegieron de factores ambientales que pudieran influir en los resultados. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el agregado fino.

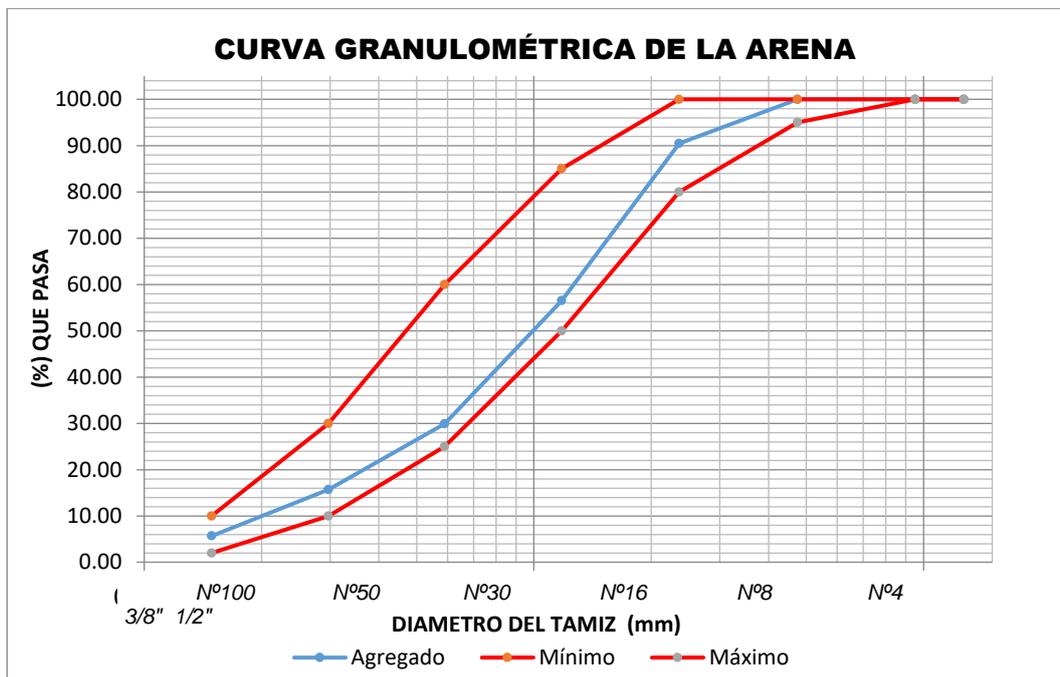
Tabla 14 Granulometría del Agregado Fino

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0	0.00	0.00	100.00	100	95
N° 8	2.36	140	9.54	9.54	90.46	100	80
N° 16	1.18	498	33.95	43.49	56.51	85	50
N° 30	0.59	390	26.58	70.07	29.93	60	25
N° 50	0.297	209	14.25	84.32	15.68	30	10
N° 100	0.149	147	10.02	94.34	5.66	10	2
FONDO	0.000	83	5.66	100.00	0.00		
	SUMA	1467.00	100.00				
	M.F.=	3.02					

Nota: T.M.N. y Módulo de Finura obtenidos. Elaboración propia.

Se consideran datos puntuales al TMN y Módulo de Finura por ser requisitos para el diseño de mezcla, de los cuales se tiene la curva.

Gráfico 10 Curva granulométrica del agregado fino



Nota: Elaboración propia

Para el agregado grueso se tuvo los mismos cuidados y consideraciones al realizar los ensayos de los cuáles se obtuvo los siguientes resultados:

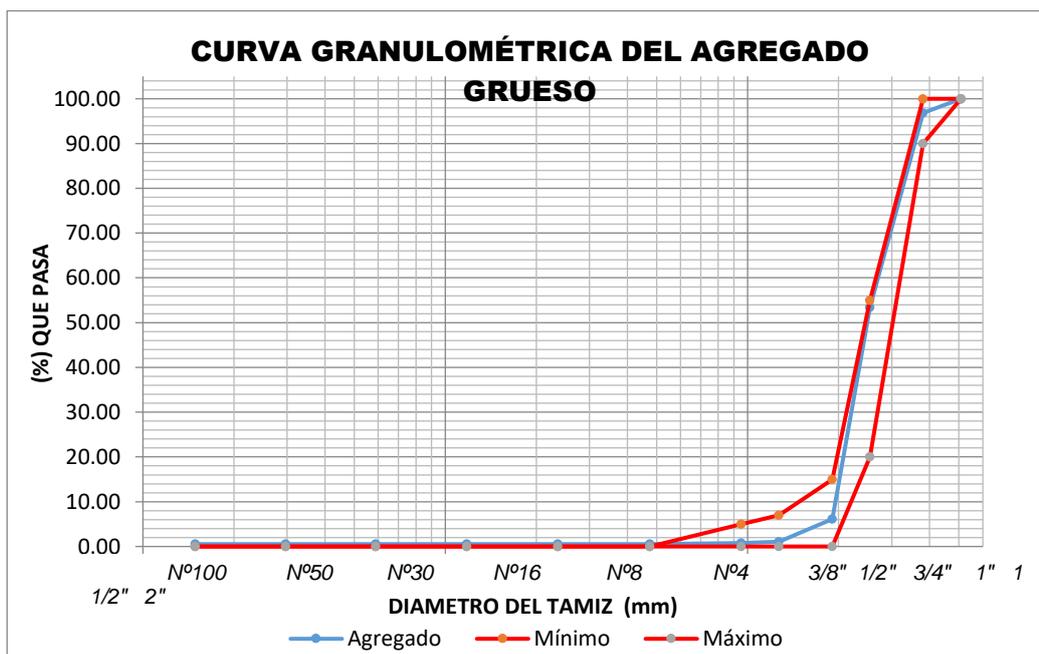
Tabla 15 Granulometría del Agregado Grueso N°1

GRANULOMETRIA						HUSO:	4
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	631.00	3.17	3.17	96.83	100	90
1"	25.4	8659.00	43.46	46.62	53.38	55	20
3/4"	19.05	9419.00	47.27	93.90	6.10	15	0
1/2"	12.700	1006.00	5.05	98.95	1.05	7	0
3/8"	9.525	51.00	0.26	99.20	0.80	5	0
N° 4	4.75	52.00	0.26	99.46	0.54	0	0
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
FONDO	0.000	107.00	0.54	100.00	0.00		
	SUMA	19925.00	100.00				

M.F= 7.93

Nota: T.M.N. y Módulo de Finura obtenidos. Elaboración propia.

Gráfico 11 Curva granulométrica del agregado grueso N°1



Nota: Elaboración propia

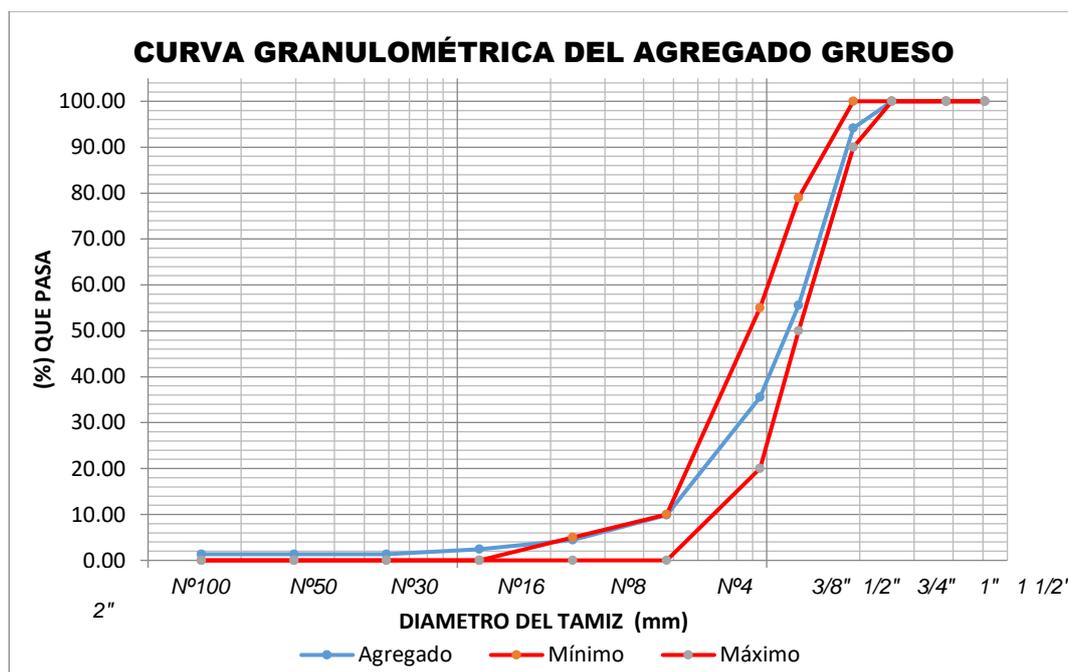
Tabla 16 Granulometría del Agregado Grueso N°2

GRANULOMETRIA						HUSO:	67
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	787.00	5.85	5.85	94.15	100	90
1/2"	12.700	5187.00	38.58	44.44	55.56	79	50
3/8"	9.525	2697.00	20.06	64.50	35.50	55	20
N° 4	4.75	3446.00	25.63	90.13	9.87	10	0
N° 8	2.36	729.00	5.42	95.55	4.45	5	0
N° 16	1.18	268.00	1.99	97.55	2.45	0	0
N° 30	0.59	150.00	1.12	98.66	1.34	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	98.66	1.34	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	98.66	1.34	0	0
FONDO	0.000	180.00	1.34	100.00	0.00		
	SUMA	13444.00	100.00				

M.F= 6.50

Nota: T.M.N. y Módulo de Finura obtenidos. Elaboración propia.

Gráfico 12 Curva granulométrica del agregado grueso N°2



Nota: Elaboración propia

4.2.2. Contenido de humedad de agregados

Es la cantidad de agua que contienen los agregados y que pueden producir excesos o carencias en la cantidad de agua adecuada para el correcto diseño. A continuación, se muestran los resultados para ambos agregados:

Tabla 17 *Contenido de humedad del agregado fino*

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Arena Humeda =	621.50	gr
Arena seca =	599.50	gr
Humedad =	3.67	%
Factor de humedad =	2.29	%

Nota: Elaboración propia

Tabla 18 *Contenido de humedad del agregado grueso N°1*

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Piedra Humeda =	1008.80	gr
Piedra seca =	990.20	gr
Humedad =	1.88	%
Factor de humedad =	1.10	%

Nota: Elaboración propia

Tabla 19 *Contenido de humedad del agregado grueso N°2*

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Piedra Humeda =	620.00	gr
Piedra seca =	600.20	gr
Humedad =	3.30	%
Factor de humedad =	2.35	%

Nota: Elaboración propia

4.2.3. Peso unitario suelto y peso unitario compactado

Se entiende por peso unitario suelto al peso del agregado en cierto volumen en que se coloca el material y este se acomoda por acción de la gravedad y desplazamiento propio entre sus partículas; por otra parte, el peso unitario compactado es el peso en cierto volumen en que el material es acomodado por una fuerza externa que ayuda a reducir los espacios entre sus partículas. A continuación, se muestran los resultados para ambos agregados:

Tabla 20 P.U.s. y P.U.c. del agregado fino

P.U.S de la arena =	1555	kg/m ³	P.U.C de la arena =	1870	kg/m ³
---------------------	------	-------------------	---------------------	------	-------------------

Nota: Elaboración propia

Tabla 21 P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso N°1

Pesos unitarios		
P.U.S piedra =	1449	kg/m ³
P.U.C piedra =	1605	kg/m ³

Nota: Elaboración propia

Tabla 22 P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso N°2

Pesos unitarios		
P.U.S piedra =	1588	kg/m ³
P.U.C piedra =	1656	kg/m ³

Nota: Elaboración propia

4.2.4. Peso específico y porcentaje de absorción

Datos necesarios para calcular la cantidad de agregados en peso o volumen que requiere el diseño de mezcla y también determinar la corrección de la humedad.

Tabla 23 P.e. y absorción del agregado fino

PESO ESPECIFICO		
Pmuestra s.s.s =	300	gr
Peso fiola + agua	679.93	gr
P. fiola + P.sss + Agua	867.41	gr
Volumen sss	112.52	cm ³
Pmuestra seca =	295.92	gr
P.E m =	2.630	gr/cm³
P.E sss =	2.666	gr/cm³
Absorción =	1.379	%

Nota: Elaboración propia

Tabla 24 P.e. y absorción del agregado grueso N°1

PESO ESPECIFICO		
Pmuestra s.s.s =	2354	gr
Volumen inicial en probeta	500	cm ³
Volumen final en probeta	1377	cm ³
Volumen desplazado	877	gr
Pmuestra seca =	2335.8	gr
P.E m =	2.663	gr/cm ³
P.E sss =	2.684	gr/cm ³
Absorción =	0.779	%

Nota: Elaboración propia

Tabla 25 P.e. y absorción del agregado grueso N°2

PESO ESPECIFICO		
Pmuestra s.s.s =	1798	gr
Volumen inicial en probeta	500	cm ³
Volumen final en probeta	1170.5	cm ³
Volumen desplazado	670.5	cm ³
Pmuestra seca =	1781.1	gr
P.E m =	2.656	gr/cm ³
P.E sss =	2.682	gr/cm ³
Absorción =	0.949	%

Nota: Elaboración propia

4.2.5. Diseño de mezcla

Propiedades físicas de los agregados

Ambos agregados utilizados en los diseños de mezcla proceden de la cantera de Cochamarca. Se presenta el resumen de las propiedades:

Tabla 26 Resumen de propiedades físicas de los agregados

	M.F	%ABS.	%HUM.
Arena	3.02	1.38	3.67
Piedra 1	7.93	0.78	1.88
Piedra 1/2	6.50	0.95	3.30
GLOBAL	5.32		

Nota: Elaboración propia

Dosificaciones de aditivos en las muestras

Usando cemento Portland Tipo I.

Tabla 27 Dosificación de diseño patrón

	A/C =	0.59
Dosis de	ECKO WR-21	0.00%
Dosis de	AIR PLUS	0.0000%

Nota: Elaboración propia

Tabla 28 Dosificación de diseño M - 01

	A/C =	0.59
Dosis de	ECKO WR-21	0.90%
Dosis de	AIR PLUS	0.0095%

Nota: Elaboración propia

Tabla 29 Dosificación de diseño M - 02

	A/C =	0.59
Dosis de	ECKO WR-21	0.95%
Dosis de	AIR PLUS	0.0047%

Nota: Elaboración propia

Tabla 30 Dosificación de diseño M - 03

	A/C =	0.59
Dosis de	ECKO WR-21	1.00%
Dosis de	AIR PLUS	0.0040%

Nota: Elaboración propia

Resultados del diseño

A continuación, se muestran los diseños obtenidos:

Tabla 31 Diseño de mezcla del concreto patrón

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	38
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg
Agua	1000	0.1770	197 L	177 kg		141 L	5.36 kg
Arena	2666	0.3322	874 kg	886 kg	20	906 kg	34.42 kg
Piedra 1	2684	0.2248	599 kg	603 kg	7	610 kg	23.18 kg
Piedra 1/2	2682	0.1499	398 kg	402 kg	9	411 kg	15.63 kg
ECKO WR-21	1080	0.0000	0.00 kg	0.00 kg		0.0 kg	0.00 gr.
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.000 kg		0.000 kg	0.00 gr.
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %
Total		1.0100	2368 kg	2368 kg		2368 kg	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 32 Diseño de mezcla M - 01

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	38
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg
Agua	1000	0.1770	198 L	177 kg		134 L	5.08 kg
Arena	2666	0.3381	889 kg	901 kg	20	922 kg	35.03 kg
Piedra 1	2684	0.0000	0 kg	0 kg	0	0 kg	0.00 kg
Piedra 1/2	2682	0.3662	973 kg	982 kg	23	1005 kg	38.19 kg
ECKO WR-21	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	102.60 gr.
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.029 kg		0.029 kg	1.08 gr.
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %
Total		1.0100	2363 kg	2363 kg		2363 kg	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 33 Diseño de mezcla M - 02

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	38
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg
Agua	1000	0.1770	197 L	177 kg		141 L	5.36 kg
Arena	2666	0.3310	870 kg	882 kg	20	902 kg	34.29 kg
Piedra 1	2684	0.2239	596 kg	601 kg	7	608 kg	23.09 kg
Piedra 1/2	2682	0.1493	397 kg	400 kg	9	410 kg	15.57 kg
ECKO WR-21	1080	0.0026	2.85 kg	2.85 kg		2.9 kg	108.30 gr.
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.014 kg		0.014 kg	0.54 gr.
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %
Total		1.0100	2364 kg	2364 kg		2364 kg	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 34 Diseño de mezcla M - 03

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	38
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg
Agua	1000	0.1770	197 L	177 kg		141 L	5.37 kg
Arena	2666	0.3309	870 kg	882 kg	20	902 kg	34.28 kg
Piedra 1	2684	0.2239	596 kg	601 kg	7	608 kg	23.09 kg
Piedra 1/2	2682	0.1493	396 kg	400 kg	9	410 kg	15.56 kg
ECKO WR-21	1080	0.0028	3.00 kg	3.00 kg		3.0 kg	114.00 gr.
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.012 kg		0.012 kg	0.46 gr.
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %
Total		1.0100	2363 kg	2363 kg		2363 kg	

Nota: Elaboración propia.

4.2.6. Resistencia a la compresión

Se realizaron las probetas según los diseños de mezcla y las dosificaciones establecidas, permitiendo un fraguado de 24 horas antes de desmoldarlas y llevarlas al pozo de curado. Las probetas se extrajeron y sometieron a ensayos a los 7, 14 y 28 días. Se fabricaron 2 probetas para cada diseño en cada una de las

3 edades analizadas, totalizando 24 probetas cuyos resultados se presentan a continuación.

Resistencia a los 7 días

Tabla 35 Resistencias a los 7 días

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	188.0
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	191.4
M - 01	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	195.6
M - 01	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	196.5
M - 02	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	198.9
M - 02	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	203.4
M - 03	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	203.1
M - 03	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	204.8

Nota: Elaboración propia

Resistencia a los 14 días

Tabla 36 Resistencias a los 14 días

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	228.4
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	233.8
M - 01	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	260.9
M - 01	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	257.9
M - 02	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	258.3
M - 02	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	260.8
M - 03	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	268.7
M - 03	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	265.1

Nota: Elaboración propia

Resistencia a los 28 días

Tabla 37 Resistencias a los 28 días

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	254.1
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	252.3
M - 01	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	296.0
M - 01	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	304.0
M - 02	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	307.1
M - 02	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	301.7
M - 03	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	305.2
M - 03	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	302.3

Nota: Elaboración propia

Tabla 38 Resumen de $f'c$ de todos los diseños

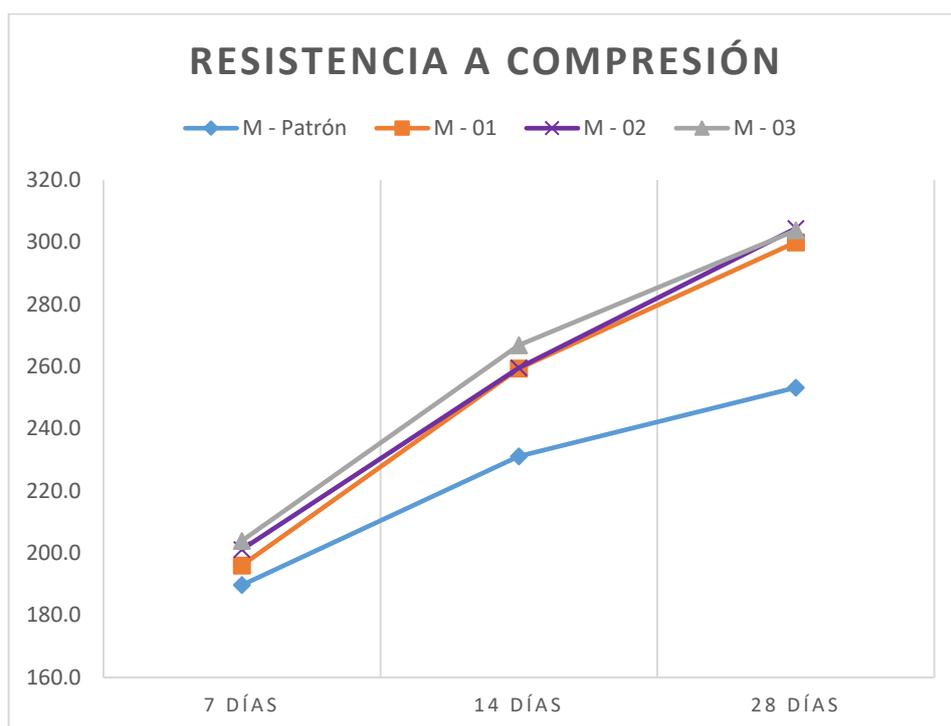
Compresión	7 días	14 días	28 días
M - Patrón	189.7	231.1	253.2
M - 01	196.1	259.4	300.0
M - 02	201.2	259.5	304.4
M - 03	203.9	266.9	303.8

Nota: Elaboración propia

4.2.7. Comparación de resistencias a compresión

En el siguiente gráfico se presenta la contrastación de las resistencias promedio obtenidas en cada edad y su evolución.

Gráfico 13 Comparación de resistencias a compresión



Nota: Elaboración propia

Se observa en el gráfico que las resistencias a compresión de todas las muestras con aditivos son superiores a las del concreto patrón en todas las edades. Se observa también que la resistencia se incrementa de manera secuencial desde la muestra M – 01 a las muestras M -03, es decir, que la resistencia se incrementa a medida que se reduce el aditivo incorporador de aire y se incrementa el aditivo plastificante, dando como resultado a la muestra M – 03 como el mejor diseño.

Si comparamos en términos de porcentaje, debemos tomar los resultados del concreto patrón como el resultado común cuya resistencia será el 100% y de este modo ver en cuanto se incrementan las resistencias de los demás diseños como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 39 Incremento de resistencia a compresión

Resistencia a Compresión			
Compresión	7 días	14 días	28 días
M - Patrón	100%	100%	100%
M - 01	103%	112%	118%
M - 02	106%	112%	120%
M - 03	108%	115%	120%

Nota: Elaboración propia

Asimismo, si comparamos las proporciones obtenidas en los diseños de mezcla de la muestra patrón, M-1, M-2 y M-3, con proporciones de diseños de mezclas en obras realizadas en la ciudad de Cerro de Pasco y sus áreas circundantes, con resistencias a la compresión $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para 1m^3 de concreto, se puede evidenciar la optimización del diseño de mezcla planteado en el presente estudio, tal como se muestra en la Tabla 40.

Nota:

- Diseño A: Mejoramiento de Vías con Pavimento, Veredas, Graderías y Tratamiento Paisajístico e las Calles y Pasajes del AA.HH. Miguel Bravo Quispe, Distrito de Chaupimarca, Provincia de Pasco - Pasco.
- Diseño B: Creación de Pistas y Veredas en el Centro Poblado de San Francisco, del Distrito de Paucartambo, Provincia de Pasco - Departamento de Pasco.
- Diseño C: Mejoramiento de Servicio de Movilidad Urbana en las Calles y Pasajes del Asentamiento Humano Nueva Esperanza del Distrito de Chaupimarca - Provincia de Pasco - Departamento de Pasco.
- Diseño D: Mejoramiento y Ampliación de la Transitabilidad Vehicular Peatonal en el Centro Poblado de San Agustín de Huaychao del Distrito de Huayllay - Provincia de Pasco - Departamento de Pasco.

- Diseño E: Mejoramiento de Vías y Áreas Verdes en la Calle Alfonso Rivera y la Avenida Fuerza Minera del Distrito de Chaupimarca - Provincia de Pasco - Departamento de Pasco.
- Diseño F: Ampliación y Mejoramiento de la Capacidad Resolutiva del Puesto de Salud Nivel 1-3 Chinche Tingo, Localidad de Chinche Tingo, Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión – Pasco.

Tabla 40 Resumen de dosificaciones de mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en obras realizadas en la ciudad de Cerro de Pasco y sus áreas circundantes

Materiales	Diseño A (Kg/cm2)	Diseño B (Kg/cm2)	Diseño C (Kg/cm2)	Diseño D (Kg/cm2)	Diseño E (Kg/cm2)	Diseño F (Kg/cm2)	Capeco (Kg/cm2)	Patron (Kg/cm2)	M-1 (Kg/cm2)	M-2 (Kg/cm2)	M-3 (Kg/cm2)
Cemento (Kg/cm2)	391.2	414.14	370.8	383	415.8	387.79	415.86	300	300	300	300
Agua (Lt/m3)	156	165.53	158.7	141	237.2	140.29	140.95	141	134	141	141
Arena (Kg/m3)	-	-	697.2	1318	-	964.11	854.42	906	922	902	902
Aire	1.5	0.01	1.5	2	0.001	2.5	-	3	3	3	3
Piedra 1" (Kg/m3)	1826	-	-	-	-	-	-	610	-	608	608
Piedra 1/2" (Kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	411	1005	410	410
Piedra 3/4" (Kg/m3)	-	-	1189.1	541	-	801.83	955.45	-	-	-	-
Hormigón	-	1733.83	-	-	1690.1	-	-	-	-	-	-
ECKO WR-21	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	2.9	3
AIR PLUS	-	-	-	-	-	-	-	-	0.029	0.014	0.012
A/C	0.524	0.5	0.48	0.50	0.57	0.56	0.52	0.59	0.59	0.59	0.59
Nº Bolsas Cemento	9.2	9.74	8.7	9.01	9.78	9.12	9.78	7.06	7.06	7.06	7.06

Nota: Elaboración propia

Luego de haber comparado las dosificaciones, se logró reducir la cantidad de bolsas de cemento en aproximadamente 2 unidades por metro cubico, logrando así una optimización en los diseños de mezcla, debido al uso de aditivos superplastificante (ECKO WR-21) e incorporador de aire (AIR PLUS), mejorando así la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de Normalidad

Tabla 41 Prueba de Normalidad para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M - 01, M - 02 y M - 03

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a Compresión M - Patrón	,218	6	,200*	,864	6	,202
Resistencia a Compresión M - 01	,218	6	,200*	,870	6	,226
Resistencia a Compresión M - 02	,201	6	,200*	,882	6	,279
Resistencia a Compresión M - 03	,227	6	,200*	,854	6	,170

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia

Dado que los **p – valores sig.** de los valores del concreto patrón y los concretos experimentales son mayores que ≥ 0.05 , aceptamos la hipótesis nula. Esto quiere decir que la variable a estas resistencias tiene un grupo de distribución normal.

4.3.2. Correlación de Pearson

Tabla 42 Correlación de Pearson para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M - 01, M - 02 y M - 03

		Correlaciones			
		Resistencia a Compresión M - Patrón	Resistencia a Compresión M - 01	Resistencia a Compresión M - 02	Resistencia a Compresión M - 03
Resistencia a Compresión M - Patrón	Correlación de Pearson	1	,993**	,994**	,996**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	6	6	6	6
Resistencia a Compresión M - 01	Correlación de Pearson	,993**	1	,994**	,997**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	6	6	6	6
Resistencia a Compresión M - 02	Correlación de Pearson	,994**	,994**	1	,996**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000
	N	6	6	6	6
Resistencia a Compresión M - 03	Correlación de Pearson	,996**	,997**	,996**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	6	6	6	6

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración propia

Observamos que la correlación es significativa ya que el nivel de significancia bilateral es menor de 0.05.

4.3.3. Prueba de ANOVA

Se realiza la comprobación con la prueba de Levene, y se realiza el criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas.

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Tabla 43 Prueba de ANOVA para la Resistencia a la Compresión de la M - Patrón, M – 01, M – 02 y M – 03

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a Compresión M - Patrón	Entre grupos	4156,413	2	2078,207	283,650	,000
	Dentro de grupos	21,980	3	7,327		
	Total	4178,393	5			
Resistencia a Compresión M - 01	Entre grupos	10978,123	2	5489,062	446,205	,000
	Dentro de grupos	36,905	3	12,302		
	Total	11015,028	5			
Resistencia a Compresión M - 02	Entre grupos	10721,763	2	5360,882	577,889	,000
	Dentro de grupos	27,830	3	9,277		
	Total	10749,593	5			
Resistencia a Compresión M - 03	Entre grupos	10187,110	2	5093,555	1259,742	,000
	Dentro de grupos	12,130	3	4,043		
	Total	10199,240	5			

Nota: Elaboración propia

Dado que 0.000 es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de los investigadores con un nivel de significación del 95%.

4.3.4. Hipótesis general

La hipótesis general “La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia $f^c=210$ kg/cm² contribuirá significativamente a mejorar tanto la Sostenibilidad como la Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.” es correcta, pues se comprobó que en la resistencia a compresión se vio el incremento en todas las edades del concreto en todas las muestras.

4.3.5. Hipótesis específica

- Hipótesis 1: “La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm² estará directamente relacionada con las pruebas y evaluaciones destinadas a medir la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco”. Esta

hipótesis se comprobó de manera satisfactoria, ya que, al mejorar nuestros diseños de mezcla, mejoramos la resistencia del concreto y de este modo también incrementamos su durabilidad. Estos beneficios pueden ser plasmados en la realidad para hacer que las viviendas sean más confiables y seguras.

- Hipótesis 2: “La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm² estará estrechamente vinculada con la introducción cuidadosa de aditivos y adiciones específicas para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco”. Se comprueba la hipótesis ya que, como se puede ver en los resultados obtenidos, la resistencia a compresión en todos los diseños con aditivos se incrementó, además, la reducción del porcentaje de uno de estos y el incremento del otro causó que se incrementará aún más la resistencia.
- Hipótesis 3: “La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm² estará intrínsecamente ligada a la implementación adecuada de técnicas avanzadas de mezcla y curado para mejorar significativamente la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco”. La presente hipótesis se comprobó, ya que, como se observa en la Tabla 40, los diseños de mezcla M-1, M-2 y M-3, implementados con técnicas avanzadas de mezcla empleando el uso de aditivos, redujo el número de bolsas de cemento en comparación con los diseños de mezcla realizadas en la región de Pasco,

satisfaciendo los requerimientos de mezclado y curado, optimizando así la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras.

4.4. Discusión de resultados

El estudio realizado por (Arrieta Zapata & Medina Córdova, 2019), titulado “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO UTILIZANDO MATERIALES DE PROCEDENCIA NACIONAL”. Tiene como objetivo investigar un método de diseño de mezclas para elaborar concreto de alto desempeño, orientado a la construcción de estructuras cada vez más exigentes, como rascacielos, puentes de grandes vanos y túneles. Sus resultados reflejan el incremento de la resistencia del concreto al usar agregados cuidadosamente seleccionados, resultado que sería parte de implementar técnicas avanzadas de mezclado y curado que beneficiaría a la población y reforzaría nuestra hipótesis planteada.

El estudio realizado por (De La Cruz Mendoza, 2015) titulado” OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO PARA F’C 550KG/CM2, UTILIZANDO CENIZAS DE CARBON Y ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTE Y RETARDANTE DE FRAGUA”. Tiene como objetivo optimizar la cantidad de cemento portland tipo I en los diseños de mezcla de concreto de alto desempeño para una resistencia de 550 kg/cm² con una relación a/c = 0.40, adicionando cenizas de carbón, aditivos superplastificante y retardante de fragua. Sus resultados muestran el incremento de la resistencia a compresión de 10% a 15% por la reducción del agua a consecuencia del uso del aditivo superplastificante, resultado similar al presente estudio, donde la resistencia a compresión se ve incrementada en las M-02 y M-03 en 20% a los 28 días, a medida que el aditivo superplastificante reductor de

agua de alto desempeño (ECKO WR-21) tiene mayor porcentaje de incidencia y el aditivo inclusor de aire (AIR PLUS) tenga un menor porcentaje de incidencia, haciéndolo óptimo, durable y sostenible.

El estudio realizado por (Orbe Pinchao & Zuñiga Morales, 2013), titulado “OPTIMIZACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN EL DISEÑO DE HORMIGONES ESTÁNDAR ESTABLECIDOS EN LOS CÓDIGOS ACI-ASTM”. Tiene como objetivo disminuir los costos de producción a través de la optimización del uso de cemento en hormigones estándar, los cuales son diseñados siguiendo el código ACI. Sus resultados presentan la influencia del uso del aditivo EPS 700 AIR (con propiedades plastificantes), en la resistencia que alcanza el hormigón. Obteniendo un beneficio económico variando los materiales utilizados, y la resistencia que se desea lograr, resultado comparable a la presente tesis, donde la influencia de los aditivos superplastificante reductor de agua de alto desempeño (ECKO WR-21) e inclusor de aire (AIR PLUS) influyen significativamente de 18% a 20% en la resistencia a compresión del concreto, reduciendo la cantidad de bolsas de cemento por metro cubico, logrando así una optimización en los diseños de mezcla.

CONCLUSIONES

- Se concluye de la presente investigación que los aditivos en el concreto no solo son un material opcional que añadir al concreto cuando necesitemos modificar alguna propiedad de este, sino que el uso de estos puede beneficiar a toda la población debido a sus bondades con las resistencias a compresión.
- Se concluye también que el equilibrio entre dos o más aditivos puede incrementar aún más la resistencia a compresión en el concreto debido a la reducción en el porcentaje de agua.
- La resistencia a compresión a la edad de 28 días tuvo resultado similar entre las muestras M – 02 (120%) y M – 03 (120%) en términos de porcentaje, sin embargo, si vemos en términos numéricos, la resistencia a compresión de la muestra M – 02 (304.4 kg/cm²) se encuentra ligeramente por encima de la muestra M – 03 (303.8 kg/m²) por lo que es posible que, entre los porcentajes de aditivos M – 02 (0.95% ECKO WR-21 y 0.0047% AIR PLUS) y M – 03 (1.00% ECKO WR-21 y 0.0040% AIR PLUS), exista un equilibrio que incremente aún más la resistencia a compresión.
- En los ensayos a compresión se observó que los tipos de falla de las muestras a los 28 días son en su mayoría los tipos B (Cono y hendidura). Estas fallas son consideradas ideales por que reflejan el comportamiento típico del concreto bajo carga axial, el cual permite validar la calidad del material debido a la homogeneidad y la buena adherencia pasta-agregado, correspondiendo así a un concreto denso y durable, resistente a la carbonatación y penetración de cloruros. Presentando menor necesidad de reparaciones de futuras estructuras, haciéndolas más sostenibles.
- Se concluye que todos los diseños de mezcla realizados en el presente estudio se encuentran con dosificaciones más óptimas que las planteadas en algunas de las obras de la Ciudad de Cerro de Pasco, generando una reducción de aproximadamente

2 bolsas de cemento, gracias al uso de aditivos superplastificante (ECKO WR-21) e incorporador de aire (AIR PLUS), tal como se muestra en la Tabla 40, logrando así mejorar la sostenibilidad y durabilidad en las estructuras.

- Todos los diseños realizados se encuentran por encima de la resistencia planteada $f_c=210\text{kg/cm}^2$, incluyendo el diseño patrón, tal como se muestra en la Tabla 38.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar de modo más frecuente los aditivos, ya que no son solo material que modifica al concreto, sino que es un material que lo mejora y nos brinda mayor seguridad.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones, buscando el equilibrio en las proporciones de aditivos cuando se usen 2 o más en el diseño de mezclas, considerando el tipo, marca y sus especificaciones técnicas, a fin de que la población pueda beneficiarse en cuanto a temas económicos y seguridad.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones en que se comparen el método tradicional de mezclado y curado y un método más cuidadoso para comparar en cuánto varían las proporciones de aditivos.
- Se recomienda clasificar con precisión cada material y preparar adecuadamente la maquinaria y el equipo, como carretillas humedecidas y mezcladoras, para asegurar la correcta disposición de los materiales durante la preparación de las mezclas.
- Se recomienda seleccionar y organizar correctamente cada tipo de material y preparar de manera apropiada las herramientas y equipos, para garantizar la adecuada gestión de los materiales mientras se elaboran las mezclas. Asimismo, los materiales como el cemento, los agregados estándares (puros y libres de impurezas minerales), el agua y los aditivos deben cumplir con estándares de calidad mínimos. La elección debe basarse en las necesidades del proyecto y la interacción entre los componentes, siguiendo el método de diseño ACI 211.
- Se recomienda tener un adecuado procedimiento de mezclado, curado e implementación de aditivos, ya que también afecta a la resistencia del concreto por lo que es un tema que no debe dejarse de lado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aceros Arequipa. (2014). *Construyendo Seguro*. Obtenido de Importancia de la relación entre el agua y el cemento en el concreto: <https://www.construyendoseguro.com/importancia-de-la-relacion-entre-el-agua-y-el-cemento-en-el-concreto/>
- American Concrete Institute. (2002). *ACI 211.3R-02*.
- Arrieta Zapata, R., & Medina Córdova, D. (2019). *Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14552>
- Baena Paz, G. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F., México: Grupo Editorial Patria.
- BECOSAN. (2021). *BECOSAN*. Obtenido de Cemento Portland: <https://www.becosan.com/es/cemento-portland/>
- Campos Ayala, J., & Matías Cipriano, F. (2021). *Optimización de la dosificación de la mezcla a partir de una desviación estándar de la muestra en la construcción de una vivienda de interés social en la Provincia de Huánuco 2020*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Huánuco, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6575>
- Cementos Inka. (2022). *Cementos Inka*. Obtenido de Fraguado, secado y curado del concreto: <https://www.cementosinka.com.pe/blog/fraguado-secado-y-curado-del-concreto/>
- CONSTRUNEIC. (2023). *CONSTRUNEIC*. Obtenido de Exudación del concreto: <https://construneic.com/concreto-armado/exudacion-del-concreto/>

- De La Cruz Mendoza, F. (2015). *Optimización del Diseño de Mezclas de Concreto de Alto Desempeño para $f'c$ 550Kg/Cm², Utilizando Cenizas de Carbon y Aditivos Superplastificante y Retardante de Fragua*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Arequipa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/2140>
- Hernández Vásquez, J., & Vargas Zaquinola, M. (2017). *Implementación de mejora de las operaciones en el área de producción de concreto premezclado, para optimizar los costos de producción en la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/11217>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Skokie, Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association.
- Orbe Pinchao, L., & Zuñiga Morales, P. (2013). *Optimización de la relación agua/cemento en el diseño de hormigones estándar establecidos en los códigos ACI - ASTM*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6470>
- Rotondaro, F. (2019). *Instituto del Cemento Portland Argentino*. Obtenido de Tecnología del Hormigón: <https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Compactacion-del-hormigon-jul2016.pdf>
- Rumiche Ormeño, E. (2018). *Implementación del procedimiento del Método de Madurez del Concreto (Norma ASTM C 1074) para calcular la resistencia a compresión con apoyo de equipos electrónicos*. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Lima, Perú.
- Sika Perú. (s.f.). *Sika Perú*. Obtenido de Aditivos para concreto: <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto.html>

Zeña Vela, M. (2015). *Estudio termodinámico teórico - práctico sobre el comportamiento de vaciados de concreto masivo a más de 4700 m.s.n.m. en la Sierra Sur del Perú*. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6625>

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

HOJA TÉCNICA

Fecha de emisión : 10/12/2022

Fecha de revisión : 15/01/2023



ECKO AIR-PLUS ADITIVO INCLUSOR DE AIRE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

ECKO AIR PLUS es un aditivo incorporador de aire, desarrollado en base a tensoactivos. Su uso confiere al concreto resistencia a los ciclos de hielo- deshielo, mayor trabajabilidad e impide la segregación debido al transporte, exento de cloruros

DATOS TÉCNICO

Apariencia : Líquida
Color : Incoloro
Densidad : 1.06 ± 0.03 kg/l

Presentación : cilindro de 220 kg y IBC de 1100 kg
Soluble: Al agua

DOSIFICACIÓN

- ECKO AIR-PLUS se dosifica de 0,002 % a 0.3% del peso del cemento.
- Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a la dosis recomendada.



(01)7259019
994400400
922186577



servicioalcliente@eckoperu.pe
ventas@eckoperu.pe

Nota:

Es necesario utilizar el equipo medidor de aire en laboratorio para verificar el contenido de aire incorporado, de tal manera se determinara la dosis del aditivo de acuerdo a requerimiento. La cantidad de cemento, tipo de cemento, climas y agregados pueden variar el porcentaje de aire en la mezcla. Consultar con su Asesor Comercial para optimizar el uso del producto.

APLICACIÓN O USO

Agregue inicialmente el aditivo con el 70% de agua de amasado en el equipo mezclador para tener una buena dispersión del producto en la mezcla, el agua restante agregue hasta encontrar el slump requerido. Es necesario realizar el ensayo con el equipo medidor de aire para determinar la dosis.

- Concreto sometido a ciclos hielo-deshielo.
- Concreto usado en pavimentos, lozas y cimientos.
- Concreto transportado en camión tolva.
- Concretos bombeados

PLANTA : Las Vertientes Calle 5 Manzana C – 1 Lote 2 Villa el Salvador



VENTAJAS

- Reduce la exudación .
- Permite reducir el tiempo de vibrado y colocación.
- Reduce la relación agua cemento , sin alterar la plasticidad

NORMAS

Aditivo ECKO AIR-PLUS se clasifica según ASTM C-260



ALMACENAMIENTO

VIDA UTIL: 12 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, si estuviera expuesto a climas extremos, protegerlo o aislarlo a una temperatura entre 10° a 20° centígrados.



INSTRUCCIONES DE MANIPULACIÓN

- Durante manipulación del producto, evite contacto directo con la vista, piel y vías respiratorias. Usar Equipos de Protección Personal (EPP): mascarilla, guantes y anteojos.
- En caso de contacto con los ojos , lavar con abundante agua y consultar con su medico.

ASPECTO LEGAL

- La información que se brinda, son proporcionados en base al conocimiento y experiencia del producto, siempre y cuando se almacene y manipule adecuadamente.
- Industrias Ecko Peru S.A.C. , se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos, los derechos de propiedad de terceros deben respetarse.

IMPORTANTE

- Por ser una suspensión precipita . Agite los envases antes de utilizar.
- En ambiente cerrado puede cambiar de color . No altera sus propiedades



ECKO WR - 20 ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aditivo en estado líquido, superplastificante reductor de agua de alto rango con mantención de slump, diseñado especialmente para concretos y morteros de altas exigencia. De uso en condiciones climáticas frío, templado, caluroso y compatible con todo tipo de cementos

DATOS TÉCNICO

Apariencia : Líquida
Color : Incoloro
Densidad : 1.07 ± 0.02 kg/l

Presentación : cilindro de 220 kg y IBC de 1100 kg
Soluble: Al agua

DOSIFICACIÓN

- Como reductor de agua de alto rango: Aplicar dosis de 1.0% - 2.5% respecto al peso del cemento, para obtener concretos fluidos o cohesivos con relaciones a/c menores a 0.50.
- Como plastificante : Aplicar dosis de 0.3% - 1.0% respecto al peso del cemento para concretos convencionales.



(01)7259019
922186577
994400400



servicioalcliente@eckoperu.pe
ventas@eckoperu.pe

Nota:

Las dosificaciones varían de acuerdo al diseño de mezcla, cantidad de cemento, tipo de cemento, climas y agregados.
Consultar con su Asesor Comercial para optimizar el uso del producto.

APLICACIÓN O USO

Agregue inicialmente el aditivo con el 70% de agua de amasado en el equipo mezclador, para tener una buena dispersión del producto en la mezcla, el agua restante agregue hasta encontrar el SLUMP requerido.

A nivel laboratorio el procedimiento de mezcla es igual, pero con intervalos de 3' minutos de mezcla 2' minutos de reposo y 3' minutos deremezclado para optimizar su uso de acuerdo al requerimiento de obra.

Si es necesario verificar la mantención de SLUMP realizado cada 30 minutos por 2 horas, si requiere mayor mantención de trabajabilidad en la mezcla agregue aditivo retardante de fragua.



VENTAJAS

- Reduce la exudación .
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Proporciona una buena manipulación en la mezcla y elimina la formación de cangrejeras.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y altura.
- Se puede dosificar la mezcla a pie de obra.
- Compatible con todo tipo de cemento y climas.
- Reduce costos en la elaboración del concreto bajando considerablemente el consumo del cemento.



NORMAS

Aditivo tipo G según ASTM C494 y ASTC , ASTM C-1017 Cumple requisitos y especificaciones de norma SIA 162 (1989) y EN 942-2

ALMACENAMIENTO

VIDA UTIL: 12 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, si estuviera expuesto a climas extremos, protegerlo o aislarlo a una temperatura entre 10° a 20° centígrados.



INSTRUCCIONES DE MANIPULACIÓN

- Durante manipulación del producto, evite contacto directo con la vista, piel y vías respiratorias. Usar Equipos de Protección Personal (EPP): mascarilla, guantes y anteojos.
- En caso de contacto con los ojos , lavar con abundante agua y consultar con su medico.

ASPECTO LEGAL

- La información que se brinda, son proporcionados en base al conocimiento y experiencia del producto, siempre y cuando se almacene y manipule adecuadamente.
- Industrias Ecko Peru S.A.C., se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos, los derechos de propiedad de terceros deben respetarse.

IMPORTANTE

- Por ser una suspensión precipita . Agite los envases antes de utilizar.
- En ambiente cerrado puede cambiar de color . No altera sus propiedades



LABORATORIO DE HORMIGON
ANALISIS DEL AGREGADO (ARENA)

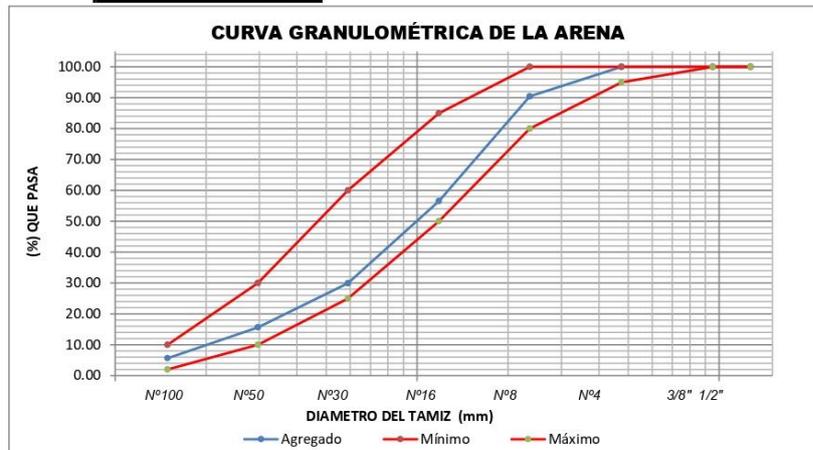


PROYECTO: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210$ kg/cm² para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco
FECHA: 08/05/2023
UBICACIÓN: Cerro de Pasco
Material: Arena
CANTERA: Cochamarca

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO FINO			
PESO ESPECIFICO		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Pmuestra s.s.s =	300 gr	Arena Humeda =	621.50 gr
Peso fiola + agua	679.93 gr	Arena seca =	599.50 gr
P. fiola + P.sss + Agua	867.41 gr	Humedad =	3.67 %
Volumen sss	112.52 cm ³	Factor de humedad =	2.29 %
Pmuestra seca =	295.92 gr	MALLA 200	
P.E m =	2.630 gr/cm³	Arena Seca =	1467 gr.
P.E sss =	2.666 gr/cm³	Arena lavada seca =	1428 gr.
Absorcion =	1.379 %	% FINOS =	2.66 %
P.U.S de la arena =	1555 kg/m³	P.U.C de la arena =	1870 kg/m³

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Guesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0	0.00	0.00	100.00	100	95
N° 8	2.36	140	9.54	9.54	90.46	100	80
N° 16	1.18	498	33.95	43.49	56.51	85	50
N° 30	0.59	390	26.58	70.07	29.93	60	25
N° 50	0.297	209	14.25	84.32	15.68	30	10
N° 100	0.149	147	10.02	94.34	5.66	10	2
FONDO	0.000	83	5.66	100.00	0.00		
	SUMA	1467.00	100.00				

M.F= 3.02



Elaborado por: _____ Revisado por: _____ Aprobado por: _____



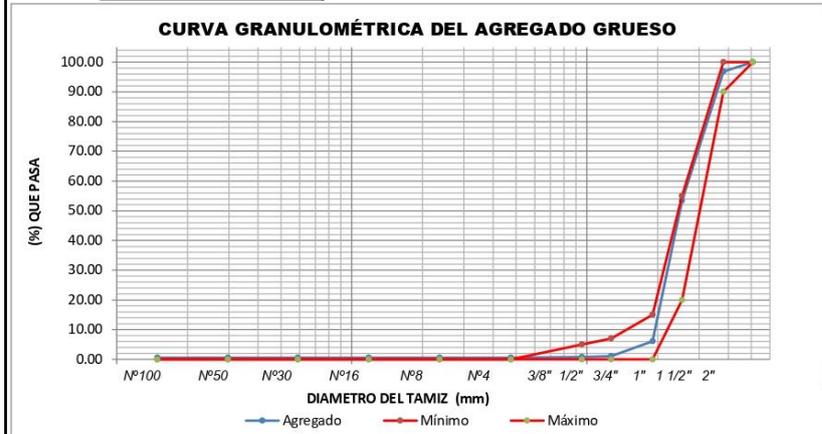
LABORATORIO DE HORMIGON
ANALISIS DEL AGREGADO (ARENA)



PROYECTO: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210$ kg/cm² para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco
FECHA: 08/05/2023
UBICACIÓN: Cerro de Pasco
Material: Piedra 1
CANTERA: Cochamarca

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO			
PESO ESPECIFICO		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Pmuestra s.s.s =	2354 gr	Piedra Humeda =	1008.80 gr
Volumen inicial en probeta	500 cm ³	Piedra seca =	990.20 gr
Volumen final en probeta	1377 cm ³	Humedad =	1.88 %
Volumen desplazado	877 gr	Factor de humedad =	1.10 %
Pmuestra seca =	2335.8 gr	Pesos unitarios	
P.E m =	2.663 gr/cm ³	P.U.S piedra =	1449 kg/m ³
P.E sss =	2.684 gr/cm ³	P.U.C piedra =	1605 kg/m ³
Absorcion =	0.779 %		

GRANULOMETRIA						HUSO: 4	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	631.00	3.17	3.17	96.83	100	90
1"	25.4	8659.00	43.46	46.62	53.38	55	20
3/4"	19.05	9419.00	47.27	93.90	6.10	15	0
1/2"	12.700	1006.00	5.05	98.95	1.05	7	0
3/8"	9.525	51.00	0.26	99.20	0.80	5	0
Nº 4	4.75	52.00	0.26	99.46	0.54	0	0
Nº 8	2.36	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
Nº 16	1.18	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
Nº 30	0.59	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
Nº 50	0.297	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
Nº 100	0.149	0.00	0.00	99.46	0.54	0	0
FONDO	0.000	107.00	0.54	100.00	0.00		
SUMA		19925.00	100.00				
M.F=		7.93					



Elaborado por: _____ Revisado por: _____ Aprobado por: _____



LABORATORIO DE HORMIGON
ANALISIS DEL AGREGADO (ARENA)

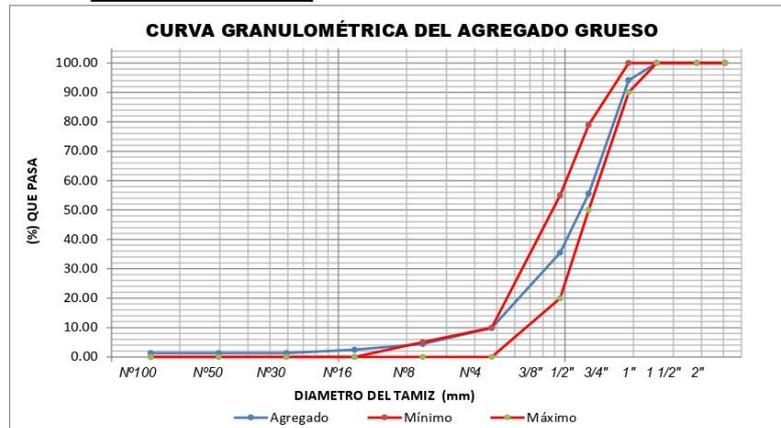


PROYECTO: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210$ kg/cm^2 para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco
FECHA: 08/05/2023
UBICACIÓN: Cerro de Pasco
Material: Piedra 1/2
CANTERA: Cochamarca

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO			
PESO ESPECIFICO		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Pmuestra s.s.s =	1798 gr	Piedra Humeda =	620.00 gr
Volumen inicial en probeta	500 cm^3	Piedra seca =	600.20 gr
Volumen final en probeta	1170.5 cm^3	Humedad =	3.30 %
Volumen desplazado	670.5 cm^3	Factor de humedad =	2.35 %
Pmuestra seca =	1781.1 gr	Pesos unitarios	
P.E m =	2.656 gr/cm^3	P.U.S piedra =	1588 kg/m^3
P.E sss =	2.682 gr/cm^3	P.U.C piedra =	1656 kg/m^3
Absorcion =	0.949 %		

GRANULOMETRIA						HUSO: 67	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q ¹ PASA	MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	787.00	5.85	5.85	94.15	100	90
1/2"	12.700	5187.00	38.58	44.44	55.56	79	50
3/8"	9.525	2697.00	20.06	64.50	35.50	55	20
N° 4	4.75	3446.00	25.63	90.13	9.87	10	0
N° 8	2.36	729.00	5.42	95.55	4.45	5	0
N° 16	1.18	268.00	1.99	97.55	2.45	0	0
N° 30	0.59	150.00	1.12	98.66	1.34	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	98.66	1.34	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	98.66	1.34	0	0
FONDO	0.000	180.00	1.34	100.00	0.00		
SUMA		13444.00	100.00				

M.F= 6.50



Elaborado por: _____ Revisado por: _____ Aprobado por: _____

	LABORATORIO DE CONCRETO	
	DISEÑOS DE CONCRETO (01)	

PROYECTO: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco
 FECHA: 11/05/2023
 UBICACIÓN: Cerro de Pasco
 Cantera Ag. Fino : Cochamarca
 Cantera Ag. Grueso : Cochamarca

Diseño del concreto

F'c (kg/cm²) =		210																																			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">CEMENTO</td> <td style="text-align: center;">A/C =</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MARCA y TIPO</td> <td>Dosis de ECKO WR-21</td> <td style="text-align: center;">0.90%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Andino TI</td> <td>Dosis de AIR PLUS</td> <td style="text-align: center;">0.0095%</td> </tr> </table>		CEMENTO	A/C =	0.59	MARCA y TIPO	Dosis de ECKO WR-21	0.90%	Andino TI	Dosis de AIR PLUS	0.0095%	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">M.F</td> <td style="text-align: center;">%ABS.</td> <td style="text-align: center;">%HUM.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">3.02</td> <td style="text-align: center;">1.38</td> <td style="text-align: center;">3.67</td> </tr> <tr> <td>Piedra 1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">7.93</td> <td style="text-align: center;">0.78</td> <td style="text-align: center;">1.88</td> </tr> <tr> <td>Piedra 1/2</td> <td style="text-align: center;">52</td> <td style="text-align: center;">6.50</td> <td style="text-align: center;">0.95</td> <td style="text-align: center;">3.30</td> </tr> <tr> <td>GLOBAL</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">4.83</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			%	M.F	%ABS.	%HUM.	Arena	48	3.02	1.38	3.67	Piedra 1	0	7.93	0.78	1.88	Piedra 1/2	52	6.50	0.95	3.30	GLOBAL	100	4.83		
CEMENTO	A/C =	0.59																																			
MARCA y TIPO	Dosis de ECKO WR-21	0.90%																																			
Andino TI	Dosis de AIR PLUS	0.0095%																																			
	%	M.F	%ABS.	%HUM.																																	
Arena	48	3.02	1.38	3.67																																	
Piedra 1	0	7.93	0.78	1.88																																	
Piedra 1/2	52	6.50	0.95	3.30																																	
GLOBAL	100	4.83																																			
Materiales	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)	Diseño seco para 1m³	Diseño s.s.s para 1m³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m³	38																														
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg																														
Agua	1000	0.1770	198 L	177 kg		134 L	5.08 kg																														
Arena	2666	0.3381	889 kg	901 kg	20	922 kg	35.03 kg																														
Piedra 1	2684	0.0000	0 kg	0 kg	0	0 kg	0.00 kg																														
Piedra 1/2	2682	0.3662	973 kg	982 kg	23	1005 kg	38.19 kg																														
ECKO WR-21	1080	0.0025	2.70 kg	2.70 kg		2.7 kg	102.60 gr.																														
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.029 kg		0.029 kg	1.08 gr.																														
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %																														
Total		1.0100	2363 kg	2363 kg		2363 kg																															
Agua Retenida:		Rendimiento		1.00		V. Molde (m ³) =		0.007060																													
0 L		P.U.C (Kg/m ³) =		2370		Peso Neto C (Kg) =		16.730																													

	LABORATORIO DE CONCRETO	
	DISEÑOS DE CONCRETO (03)	

PROYECTO: Optimización del Diseño y Desarrollo del
 Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la
 Sostenibilidad y Durabilidad de las
 Estructuras en la Ciudad de Cerro de
 Pasco

FECHA: 11/05/2023

UBICACIÓN: Cerro de Pasco

Cantera Ag. Fino : Cochamarca

Cantera Ag. Grueso : Cochamarca

Diseño del concreto

$F'c \text{ (kg/cm}^2) = 210$

CEMENTO MARCA y TIPO Andino TI	A/C =	0.59	%	M.F	%ABS.	%HUM.		
	Dosis de	ECKO WR-21	1.00%	Arena	47	3.02	1.38	3.67
	Dosis de	AIR PLUS	0.0040%	Piedra 1	31.8	7.93	0.78	1.88
				Piedra 1/2	21.2	6.50	0.95	3.30
			GLOBAL	100	5.32			

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	38
Cemento	3120	0.0962	300 kg	300 kg		300 kg	11.40 kg
Agua	1000	0.1770	197 L	177 kg		141 L	5.37 kg
Arena	2666	0.3309	870 kg	882 kg	20	902 kg	34.28 kg
Piedra 1	2684	0.2239	596 kg	601 kg	7	608 kg	23.09 kg
Piedra 1/2	2682	0.1493	396 kg	400 kg	9	410 kg	15.56 kg
ECKO WR-21	1080	0.0028	3.00 kg	3.00 kg		3.0 kg	114.00 gr.
AIR PLUS	1040	0.0000	0 kg	0.012 kg		0.012 kg	0.46 gr.
Aire	100	0.0300	3.0 %	3.00 %		3.0 %	3.00 %
Total		1.0100	2363 kg	2363 kg		2363 kg	

Agua Retenida:
0 L

Rendimiento	1.00
P.U.C (Kg/m ³) =	2363

V. Molde (m ³) =	0.007060
Peso Neto C (Kg) =	16.680

DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GLOBAL

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE VIAS CON PAVIMENTO, VEREDAS, GRADERÍAS Y TRATAMIENTO PAISAJÍSTICO EN LAS CALLES Y PASAJES DEL AA. HH. MIGUEL BRAVO QUISPE, DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO - PASCO"

SOLICITA :

FECHA : Set-20

CANTERA : SACRAFAMILIA

DATOS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO		f'c	210
		Slump	3 a 4 pul.
ENSAYO FÍSICO		Agrego. Global	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		1"	
MODULO DE FINESZA		4.43	
PESO UNITARIO, SUELTO		1943	
PESO UNITARIO, COMPACTADO		2104	
PESO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN		2.63	
% DE ABSORCIÓN		1.30	
% HUMEDAD		4.1	
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO		3.12	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* Cemento tipo I

RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

f'cr 210 + =

CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA

agua en litros =

CONTENIDO DE AIRE EN %

RELACIÓN AGUA CEMENTO

A/C =

FACTOR CEMENTO

A/C = bolsas de C

C = A / 0.524

C = Kg

VOLÚMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	<input type="text" value="391.2"/>	<input type="text" value="0.1254"/>
Agua	<input type="text" value="205"/>	<input type="text" value="0.2050"/>
Aire	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="0.0015"/>

JKCC/PERÚ GROUP S.A.C.
JAIMÉ CÁNDIDA ANDRÉS
GERENTE GENERAL


Ing. Eric G. Ambrosio Soto
 CIP N° 210262

suma de valores

volumen del Agregado -
 peso del Hormigón
 Kg.

DISEÑO SECO

en Kg.
 Cemento Kg.
 Agua Kg.
 Agregado Kg.
 2350

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Kg.

AGUA EFECTIVA

aporte de agua del agregado.....

f"o 210

Agua efectiva

DISEÑO HÚMEDO x M3

x 15 Lt

Cemento	<input type="text" value="391.2"/> Kg.	<input type="text" value="5.87"/>
Agua	<input type="text" value="156"/> Kg.	<input type="text" value="2.34"/>
Agregado	<input type="text" value="1826"/> Kg.	<input type="text" value="27.39"/>
	2373	

PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	<input type="text" value="42.50"/> Kg.
Agua	<input type="text" value="16.9"/> Kg.
Agregado	<input type="text" value="198"/> Kg.

PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO

Cemento	<input type="text" value="1"/>	
Agua	<input type="text" value="16.9"/>	
Hormigón	<input type="text" value="4.7"/>	<input type="text" value="4.67"/> pie3

1 : 4.67

IKCC PERU GROUP S.A.C.

JAIME CONDOR ANDRES
 GERENTE GENERAL

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".										
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO										
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO										
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO										
CANTERA:	HUALLAMAYO										
UBICACIÓN:	HUALLAMAYO										
FECHA:	FEBRERO 2022										
D MEZCLA PARA:	210Kg/Cm2										
MATERIALES											
CEMENTO : Portland STM, Tipo I											
AGREGADO GLOBAL HORMIGÓN : Proveniente de la Cantera "Huallamayo"											
DATOS DE LABORATORIO		<small>RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA OBSERVACION ESTANDAR DE LA MUESTRA</small> <table border="1" style="font-size: x-small; width: 100%;"> <tr> <th>Resistencia especifica a la compresion, MPa</th> <th>Resistencia promedio requerida a la compresion, MPa</th> </tr> <tr> <td>21.14 ± 0.35</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td>21.14 ± 0.35</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td>21.14 ± 0.35</td> <td>21.0</td> </tr> </table>		Resistencia especifica a la compresion, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresion, MPa	21.14 ± 0.35	21.0	21.14 ± 0.35	21.0	21.14 ± 0.35	21.0
Resistencia especifica a la compresion, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresion, MPa										
21.14 ± 0.35	21.0										
21.14 ± 0.35	21.0										
21.14 ± 0.35	21.0										
Peso Especifico del Cemento :	3.15										
Resistencia del concreto fo	210	kg/cm2	Resistencia promedio requerida For= 295 kg/cm2								
AGREGADOS											
AGREGADO HORMIGÓN											
Gravedad Especifica :	2.65										
Modulo de Fineza :	6.32										
% Absorción	0.82										
% Humedad	3.10										
P.U. Suelto Hormigón	1871.78										
P.U. Compacto Hormigón	1979.69										
VALORES DE DISEÑO											
Tamaño Máximo	11/2"	"									
Asentamiento "SLUMP"	3.4"	"									
Relación A/C	0.50	%									
Aire Atrapado	0.01	%									
Agregado Hormigón	1733.83	Kg									
VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS											
Cemento	0.13	m3.									
Agua	20.50%	0.21	m3.								
Aire atrapado : 0.01%	0.01	m3.									
Agreg. Hormigón	65.35%	0.65	m3.								
		1.00	m3.								
CANTIDAD DE MATERIALES POR m3.											
Cemento	414.14	kg									
Agua	165.53	lt.									
Agregado Hormigón	1733.83	kg									
EXPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES EN PESO											
CEMENTO	HORMIGÓN	AGUA									
1.00	4.19	0.40									
CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA											
Cemento	42.50	42.50	kg								
Agua	16.99	lt.									
Agregado Hormigón	177.93	kg									
Peso Agregado Hormigón :	49.54	kg/p3									
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN											
Cemento	1.00	p3.									
Agua	0.40	p3.									
Agregado Hormigón	4.19	p3.									
BOLSAS DE CEMENTO POR m3.	9.74	bolsas.									



GEO ESTRUCTURAS SAC

GEOTECNIA, GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, CONCRETO, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".						
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO						
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO						
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO						
CANTERA:	HUALLAMAYO	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN:	HUALLAMAYO	ESPESOR DEL ESTRATO:	1.50 m
DETALLE:	CANTERA PARA AGREGADO						
FECHA:	FEBRERO 2022						
MUESTRA INICIAL:	7482.00 Gr.	% DE HUMEDAD:	3.10%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	5462.79 Gr.		
FRACCION:	5462.79 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	5298.65 Gr.		
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: 89.22% Observaciones:	
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.8	298.00	5.46	5.46	94.54		
1 1/2"	38.1	96.93	1.77	7.23	92.77		
1"	25.4	894.71	16.38	23.61	76.39		
3/4"	19.05	993.20	10.88	34.47	65.53		
1/2"	12.7	953.24	10.13	44.59	55.41		
3/8"	9.525	267.53	4.90	49.49	50.51		
1/4"	6.35	258.64	4.73	54.23	45.77		
No 4	4.76	230.61	4.22	58.45	41.55		
No 8	2.6	245.00	4.48	62.93	37.07	Modulo de fineza (MF) 6.32 NP Limite líquido LL NP Limite plastico LP NP Indice plasticidad IP NP Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 41.55 % Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm): 10.78 % D60: 15.58 mm D30: 1.96 mm D10 (diámetro efectivo): NP mm Coeficiente de uniformidad (Cu): NP Grado de curvatura (Cc): NP	
No 10	2	371.00	6.79	69.72	30.28		
No 16	1.18	301.00	5.51	75.23	24.77		
No 20	0.85	231.00	4.23	79.46	20.54		
No 30	0.6	76.92	1.41	80.87	19.13		
No 40	0.425	80.42	1.47	82.34	17.66		
No 50	0.3	84.01	1.54	83.88	16.12		
No 60	0.25	66.88	1.22	85.10	14.90		
No 80	0.18	105.00	2.00	87.10	12.90		
No 100	0.15	45.00	0.82	87.92	12.08		
No 200	0.074	70.86	1.30	89.22	10.78		
CAZOLETA	0.000	688.8	10.78	100.00	0.00		
TOTAL		6462.8	100.00				
Clasificación AAH8TO							
Material granular							
Excelente a bueno como subgrado							
A-1-a (0) Fragmentos de roca, grava y arena							
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)							
Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).							
Grava mal graduada con limo GP GM							
Granulometría							

Dirección: Jr. Los Eucaliptos Mz F Lt 25, Urb. Los Portales, Amarilis – Huánuco
E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com, Cell: 982008201

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".				
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO				
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
CANTERA:	HUALLAMAYO	ESTRATO:	E-1	UBICACIÓN:	HUALLAMAYO
FECHA:	FEBRERO DEL 2022				
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO GLOBAL MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1512	1509	1512	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	942.5	955.6	939.8	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	569.5	553.4	572.2	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1498.9	1501.5	1495.7	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	556.4	545.9	555.9	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.632	2.713	2.614	2.653
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.655	2.727	2.642	2.675
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.694	2.751	2.691	2.712
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.874	0.500	1.090	0.821

Dirección: Jr. Los Eucaliptos Mz F Lt 25, Urb. Los Portales, Amarilis – Huánuco
 E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com, Cell: 982008201

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".				
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO				
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
CANTERA:	HUALLAMAYO				
PROFUNDIDAD:	1.00 m				
FECHA:	FEBRERO 2022				
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7583	7592	7600	7581
Peso del recipiente	gr.	2290	2290	2290	2290
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	5293.00	5302.00	5310.00	5291.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1869.66	1872.84	1875.66	1868.95
Peso Unitario Compacto seco					
		1871.78	Kg/m³.		



GEO ESTRUCTURAS SAC

GEOTECNIA, GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, CONCRETO, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".				
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO				
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO				
CANTERA:	HUALLAMAYO				
PROFUNDIDAD:	1.00 m				
FECHA:	FEBRERO 2022				
PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7889	7905	7888	7896
Peso del recipiente	gr.	2290	2290	2290	2290
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	5599.00	5615.00	5598.00	5606.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1977.75	1983.40	1977.39	1980.22
Peso Unitario Compacto seco	1979.69	Kg/m ³ .			

Dirección: Jr. Los Eucaliptos Mz F Lt 25, Urb. Los Portales, Amarilis – Huánuco
E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com, Cell: 982008201



GEO ESTRUCTURAS SAC

GEOTECNIA, GEOLOGÍA, GEOFÍSICA, CONCRETO, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".	
UBICACION:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO	
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO	
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO	
CANTERA:	HUALLAMAYO	
FECHA:	FEBRERO 2022	
<i>ENSAYO DE LOS ANGELES</i> ASTM C-131 AASHTO T-96		
TIPO DE ENSAYO :	A	
PESO ANTES DEL ENSAYO	5000.00	Gr.
PESO DESPUES DEL ENSAYO	3523.00	Gr.
DESCASTE LOS ANGELES	29,54%	%

Dirección: Jr. Los Eucaliptos Mz F Lt 25, Urb. Los Portales, Amarilis – Huánuco
E-mail: geo.estructuras2020@gmail.com, Cell: 982008201

PROYECTO:	"CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO".
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO DE SAN FRANCISCO, DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO, PROVINCIA DE PASCO – DEPARTAMENTO DE PASCO
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO
DETALLE:	CANTERA PARA AGREGADO - HUALLAMAYO
FECHA:	FEBRERO DEL 2022

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ (N°200)
(NORMA AASHTO C-117)

PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO
1000	987.2	1.28

Observaciones:

Muestra tomada en campo para su procesamiento en laboratorio



GEOMINGE S.A.C.

GEOLOGIA, GEOTECNIA, MINERIA Y OBRAS CIVILES

AA HH Túpac Amari Sector 4 Mz 20 Lt 8 Chaupimarca - Cerro de Pasco, Cel: 963984039 RPA #500531

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Obra : MEJORAMIENTO DE SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LAS CALLES Y PASAJES DEL
ASENTAMIENTO HUMANO NUEVA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PROVINCIA DE PASCO-DEPARTAMENTO DE PASCO

Ubicación : Región: PASCO Provincia: PASCO Distrito: Chaupimarca
Solicita : municipalidad Provincia de Pasco
Fecha : 19 de MAYO DEL 2022
Certificado : 008- 2022

DISEÑO DE MEZCLA EN PESO Y VOLUMEN CON AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO

1.- CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

1.1 CEMENTO

Se utilizó cemento ANDINO Portland Tipo I, proporcionado por el peticionario

Peso específico del cemento..... 3150 kg/m³

1.2 AGREGADO FINO

Consistente en arena gruesa, procedente de la cantera "SACRA FAMILIA", ubicado a 13.0 km
Aproximadamente de la obra; la muestra fue proporcionado por el solicitante

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido
Nº 4	6.12
Nº 8	10.93
Nº 16	10.38
Nº 30	8.53
Nº 50	6.75
Nº 100	1.23

Modulo de fineza del fino..... 2.10

Peso específico (p.e.)

p.e. de masa sat. sup. Seco..... 2600 kg/m³

Peso Unitario

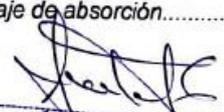
p.u. suelto seco..... 1577.3 kg/m³

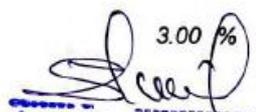
p.u. compactado seco..... 1700 kg/m³

Humedades

Contenido de humedad..... 5.00 %

Porcentaje de absorción..... 3.00 %


ING. JUAN TRAVEZÁN CHAUPIMARCA
TEC. LABORATORIO


Ing. Sabino YANCU
C.I.F. - PASCO
Reg. C.I.P. Nº 137462



GEOMINGE S.A.C.

GEOLOGÍA, GEOTECNIA, MINERÍA Y OBRAS CIVILES

AA HH Túpac Amaru Sector 4 Mz 20 Lt 8 Chaupimarca - Cerro de Pasco, Cel: 963984039 RPM #500531

1.3 AGREGADO GRUESO

Consistente en PIEDRA CHANCADA de 3/4, procedente de la Chancadora " SACRA FAMILIA", ubicado a 13.00 km Aproximadamente de la obra; la muestra fue proporcionado por el solicitante

Peso específico (p.e.)

p.e. de masa sat. sup. Seco..... 2700 kg/m³

Peso Unitario

p.u. suelto seco..... 1662.5 kg/m³

p.u. compactado seco..... 1650 kg/m³

Humedades

Contenido de humedad..... 1.50 %

Porcentaje de absorción..... 1.00 %

2.0 DISEÑO DE MEZCLA CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I

2.1 Características Generales

Resistencia requerida en obra (f_c)..... 210 kg/cm²

Resistencia requerida para diseño (f_{cp})..... 294 kg/cm²

Tamaño máximo del agregado..... 1/2"

Asentamiento..... 1" - 3"

2.2 Cantidad de agua de mezclado

Agua de mezclado..... 178 lt/m³

Porcentaje de aire atrapado..... 1.50 %

2.3 Obtención de la relación Agua - Cemento

Relación agua - cemento..... 0.48

2.4 Contenido de cemento requerido

Cemento = $\frac{178}{0.48}$ 370.8 kg

Factor Cemento $\frac{370.8}{42.5}$ 8.7 bolsas/m³


ING. JUAN TRAVEZANO ABARCA
TEC. LABORATORIO


ING. Sabino YANCUEHUALLPA CHAVEZ
C.I.P. - PASCO
Reg. C.I.P. N° 137405



GEOMINGE S.A.C.

GEOLOGIA, GEOTECNIA, MINERIA Y OBRAS CIVILES

AA HH Túpac Amaru Sector 4 Mz 20 Lt 8 Chaupimarca - Cerro de Pasco, Cel: 963984039 RPM #500531

2.5 Determinación del agregado grueso

Vol. Seco y compactado de A. Grueso	0.71 m ³
Peso seco del A. Grueso	1171.5 kg x m ³

2.6 Volumen absoluto de los materiales por m³ de concreto

Cemento.....	0.1177 m ³
Agua.....	0.1780 m ³
Aire atrapado.....	0.0150 m ³
Agregado grueso.....	0.4339 m ³
Agregado fino.....	0.2554 m ³

2.7 Pesos secos de los materiales por m³ de concreto

Cemento.....	370.8 kg
Agua de mezclado.....	178.0 kg
Agregado grueso.....	1171.5 kg
Agregado fino.....	664.0 kg
Peso total de colado	2388.3 kg/m ³

3.0 AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Estos ajustes por humedad se harán en los agregados fino y grueso, y en el volumen unitario de agua de mezclado.

3.1 Pesos húmedos de los materiales por m³ de concreto

Cemento.....	370.8 kg
Agregado fino.....	697.2 kg
Agregado grueso.....	1189.1 kg

Como los agregados se encuentran saturados, existe una cierta cantidad de agua que le sobraría para encontrarse en la condición ideal de saturado con superficie seca (SSS)

Agua efectiva.....	158.7 lt
--------------------	----------

4.0 EXPRESION DE LA PROPORCION EN PESO

1	:	1.88	:	3.21	:	0.43
---	---	------	---	------	---	------

4.1 Cantidad a usarse por bolsa de cemento

Cemento.....	42.50 kg
Agregado fino húmedo.....	79.90 kg
Agregado grueso húmedo.....	136.28 kg
Agua efectiva.....	18.19 lt

ING. JUAN TRAVEZANO ABERCA
TEC. LABORATORIO

Ing. Sabino YANCHEHUALLFA CHAVEZ
C.I.P. - PASCO
Reg. C.I.R. N° 137465



GEOMINGE S.A.C.
GEOLOGIA, GEOTECNIA, MINERIA Y OBRAS CIVILES

AA HH Túpac Amaru Sector 4 Mz 20 It 8 Chaupimarca - Cerro de Pasco, Cel: 963984039 RPM #500531

DOSIFICACION PARA PREPARAR UNA TANDA EN UNA MEZCLADORA

4.2 Para preparar una tanda de 7 pies³ de concreto

Cemento.....	81.18 kg
Agregado fino húmedo.....	152.43 kg
Agregado grueso húmedo.....	259.96 kg
Agua efectiva.....	34.47 lt

5.0 EXPRESION DE LA PROPORCION EN VOLUMEN

5.1 Volumen aparente de los materiales en (pie³)

Cemento.....	9.65 pie ³
Agregado fino húmedo.....	17.25 pie ³
Agregado grueso húmedo.....	27.91 pie ³
Agua añadida.....	158.71 lt

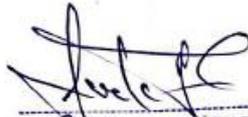
1 : 1.79 : 2.89 : 16.43

DOSIFICACION PARA PREPARAR UNA TANDA EN UNA MEZCLADORA

Cemento.....	1.91 bolsas
Agregado fino húmedo.....	3.41 pie ³
Agregado grueso húmedo.....	5.52 pie ³
Agua efectiva.....	31.38 lt

DOSIFICACION PARA PREPARAR UNA TANDA CON UNA BOLSA DE CEMENTO

Cemento.....	1.00 bolsa
Agregado fino húmedo.....	1.78 pie ³
Agregado grueso húmedo.....	2.87 pie ³
Agua efectiva.....	16.42 lt


ING. JUAN TRAVEZANO ABARCA
TEC. LABORATORIO


ing. Sabino YANCCEHUALLFA CHAVEZ
C.I.F. - PASCO
Reg. C.I.P. N° 137403

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

DISEÑO DE MEZCLA F' C 210 Kg/cm²

SOLICITA : CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.

PROYECTO "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA

Relación agua/cemento = 0.50
 Aire Atrapado (Tmax.Nom. = 3/4) = 2.0%
 Asentamiento (Pulgadas) = 4" a 6"

N° REPORTE : LGJ&S - 067 - 2024
 FECHA : 08/08/2024
 TEMP. AMBIENT. : 9 °C
 TEMP. MEZCLA : 13.5 °C

Materiales:
 Cemento : Andino Tipo I
 Arena gruesa : Vicco
 Piedra chancada 3/4" - 30% : Vicco
 Agua : Proveniente domestica

Materiales	Peso Especifico
Peso Especifico Cemento (gm/cm ³)	3.18

Características de los Agregados	Agregado Fino	Agregado Grueso
Tamaño maximo	1/2"	3/4"
Peso Especifico Material (kg/m ³)	2650	2660
Peso Unitario Suelto Material (kg/m ³)	1518	1442
Peso Unitario Compactado Material (kg/m ³)	1662	1589
Absorción (%)	2.21	1.11
Modulo de Fineza	3.66	7.33
Humedad Natural (%)	6.10	1.32

Cantidad de materiales por m³ Peso (Seco)

- Cemento (kg/m³) 383
- Agua (lt/m³) 190
- Agregado fino (kg/m³) 1242
- Agregado grueso (kg/m³) 534
- Peso total (Kg/m³)** 2383

Cantidad de materiales por m³ Peso (S.S.S)

- Cemento (kg/m³) 383
- Agua (lt/m³) 223
- Agregado fino (kg/m³) 1242
- Agregado grueso (kg/m³) 534
- Peso total (Kg/m³)** 2383

Diseño corregido por humedad

1 M3

- Cemento (kg/m³) 383
- Agua (lt/m³) 141
- Agregado fino (kg/m³) 1318
- Agregado grueso (kg/m³) 541
- Peso total (Kg/m³)** 2383

VOLUMEN EN P3	
Cemento	1.00
Agua litros	15.62
Agregado fino	3.45
Agregado grueso	1.42

N BOLSA DE CEMENTO EN KG	
Cemento	42.50
agua litros	15.62
Agregado fino	146.46
Agregado grueso	60.17



Geontser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra - Chaupimarca - Pasco
 Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B - La Victoria - El Tambo - Huancayo
 TELEFONO: Cel. 952674787 - 974054523
 EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS DEL AGREGADO FINO							
SOLICITA		: CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.					
PROYECTO		"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTIN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA					
CANTERA		: VICCO			FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024		
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO							
PESO ESPECÍFICO				CONTENIDO DE HUMEDAD			
P.E m =	2650	gr/cm ³	Humedad		6.10		
ABSORCIÓN				PESOS UNITARIOS			
Absorción =	2.21	%	P.U.S		1518	kg/m ³	
Módulo de finura =	3.66	%	P.U.C		1662	kg/m ³	
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ	DIÁMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.700	12.00	1.39	1.39	98.61	100	100
3/8"	9.525	33.00	3.82	5.21	94.79	90	100
N° 4	4.75	78.50	9.10	14.31	85.69	70	85
N° 8	2.36	147.00	17.03	31.34	68.66	50	70
N° 16	1.18	160.00	18.54	49.88	50.12	35	55
N° 30	0.59	198.00	22.94	72.83	27.17	20	35
N° 50	0.297	180.00	20.86	93.68	6.32	8	20
N° 100	0.149	40.50	4.69	98.38	1.62	2	10
FONDO	0.000	14.00	1.62	100.00	0.00		
SUMA		863.00	100.00				

M.F= 3.66



Geontser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
 Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
 TELEFONO: Cel. 952674787 – 974054523
 EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com



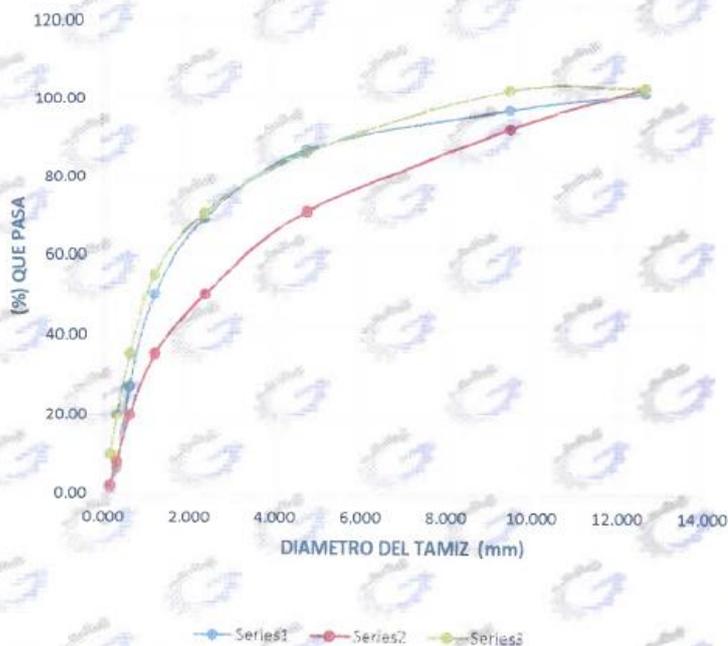
E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



Geontser J&S
E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS
ASTM C 127-15 / ASTM C 128-15

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.
CANTERA : VICCO - AGREGADO FINO
ING. RESPONSABLE : JIN A. ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
ORDEN DE TRABAJO : OR - 067 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS				
AGREGADO FINO ASTM C128 - 15				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.00	300.00	
B	Peso Frasco + agua	631.00	635.00	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	931.00	935.00	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	621.30	623.15	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	109.70	111.85	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	293.82	293.43	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	103.32	105.28	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.68	2.62	2.650
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.735	2.682	2.708
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.642	2.787	2.614
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	2.17	2.24	ABSORCIÓN 2.21
AGREGADO GRUESO ASTM C127 - 15				
A	Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)			
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)			
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)			
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)			
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)			PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C			
	Pe bulk (Base saturada) = A/C			
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E			
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)			



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
TELEFONO: Cel. 952674787 – 974054523
EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

PROYECTO "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.
CANTERA : VICCO - AGREGADO FINO
ING. RESPONSABLE : JIN A. ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
ORDEN DE TRABAJO : OR - 067 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024

TARA	8	2	20
PESO DE TARA grs	13.2	15.51	18.33
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	65.98	63.47	68.2
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	63.08	60.53	65.4
PESO DEL AGUA grs	2.9	2.94	2.80
PESO DEL SUELO SECO grs	49.88	45.02	47.07
% DE HUMEDAD	5.81	6.53	5.95
PROMEDIO % DE HUMEDAD	6.10		



Gecontser J&S
E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Gecontser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
TELÉFONO: Cel. 952674787 – 974054523
EMAIL: gecontser-laboratorio@hotmail.com



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS DEL AGREGADO GRUESO							
SOLICITA		: CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.					
PROYECTO		"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA					
CANTERA		: VICCO			FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024		
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO							
PESO ESPECÍFICO				CONTENIDO DE HUMEDAD			
P.E m =	2660	gr/cm ³		Humedad	1.32	%	
ABSORCIÓN				PESOS UNITARIOS			
Absorcion =	1.11	%		P.U.S	1442	kg/m ³	
Módulo de finura =	7.33	%		P.U.C	1589	kg/m ³	
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ	DIÁMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MAXIMO	MINIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	301.00	43.59	43.59	56.41	85	90
1/2"	12.700	252.50	36.57	80.16	19.84	40	40
3/8"	9.525	77.50	11.22	91.38	8.62	15	0
N° 4	4.75	57.00	8.25	99.64	0.36	5	0
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.64	0.36	0	0
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.64	0.36	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.64	0.36	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.64	0.36	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.64	0.36	0	0
FONDO	0.000	2.50	0.36	100.00	0.00	0	0
SUMA		690.50	100.00				
M.F.=		7.33					



Geoniser J&S E.I.R.L.
 ING. ANGEL ALFARO JANAMPA
 INGI CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra - Chaupimarca - Pasco
 Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B - La Victoria - El Tambo - Huancayo

TELÉFONO: Cel. 952674787 - 974054523
 EMAIL: geoniser-laboratorio@hotmail.com



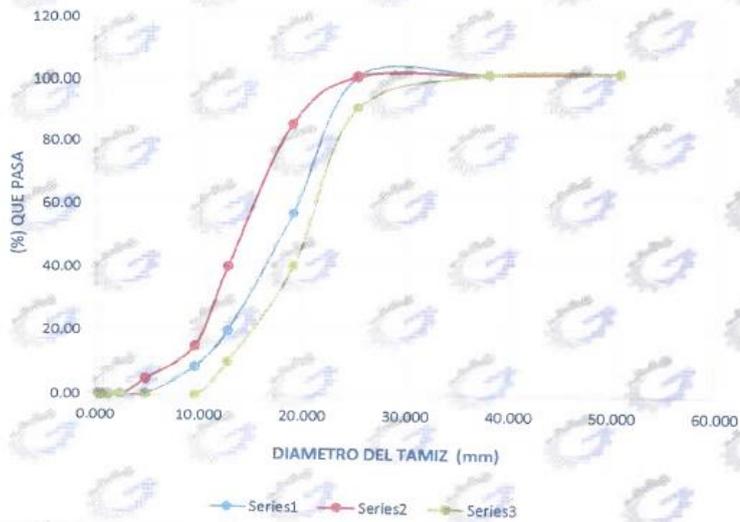
E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



Geontser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
YASSIR ERICK ALMERQO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
TELEFONO: Cel. 952674787 – 974054523
EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

**DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS
ASTM C 127-15 / ASTM C 128-15**

PROYECTO : "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.

CANTERA : VICCO - AGREGADO GRUESO

ING. RESPONSABLE : JIN A. ALFARO JANAMPA

TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO

ORDEN DE TRABAJO : OR - 067 - 2024

FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS				
AGREGADO FINO ASTM C128 - 15				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)			
B	Peso Frasco + agua			
C	Peso Frasco + agua + A (gr)			
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)			
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)			
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)			
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)			PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E			
	Pe bulk (Base saturada) = A/E			
	Pe aparente (Base Seca) = F/D			
	% de absorción = ((A - F)/F)*100			
AGREGADO GRUESO ASTM C127 - 15				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2362.0	2663.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1473.2	1621.0	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	888.8	942.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	2338.5	2532.3	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	865.3	911.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.631	2.688	2.660
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.658	2.721	2.689
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.703	2.779	2.741
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.005	1.214	ABSORCIÓN 1.11



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP 12917
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
TELÉFONO: Cel. 952674787 – 974054523
EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

PROYECTO "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR PEATONAL EN EL CENTRO POBLADO DE SAN AGUSTÍN DE HUAYCHAO DEL DISTRITO DE HUAYLLAY - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO" II ETAPA

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA MARIN CONDEZO E.I.R.L.
CANTERA : VICCO - AGREGADO GRUESA
ING. RESPONSABLE : JIN A. ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
ORDEN DE TRABAJO : OR - 067 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 08/08/2024

TARA	19	7	66
PESO DE TARA grs	21.22	23.53	26.35
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	94.00	91.49	96.69
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	82.99	90.80	95.82
PESO DEL AGUA grs	1.01	0.69	1.07
PESO DEL SUELO SECO grs	71.77	67.27	69.47
% DE HUMEDAD	1.41	1.03	1.54
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.32		



Geontser J&S E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 12911 /
JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN: Barrio La Esperanza Mz. "B" Lt. 14, costado Casa de Piedra – Chaupimarca - Pasco
Av. Túpac Amaru Mz. 18 Lt. B – La Victoria – El Tambo - Huancayo
TELEFONO: Cel. 952674787 – 974054523
EMAIL: geontser-laboratorio@hotmail.com

PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE VÍAS Y ÁREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO -
FECHA	: JULIO DEL 2022

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$:

MATERIALES

CEMENTO : Portlad STM, Tipo I, Marca "Andino"
AGREGADO HORMIGÓN : Proveniente de la Cantera Sacra Familia

DATOS DE LABORATORIO

Peso Especifico del Cemento : 3.15

AGREGADOS

AGREGADO HORMIGÓN

Gravedad Especifica :	2.683
Modulo de Fineza :	4.33
% Absorción	0.95
% Humedad	0.94
P.U. suelto seco de Hormigón	1709.1
P.U. compacto seco de Hormigón	1981.5

VALORES DE DISEÑO

Tamaño Máximo	: 1"
Asentamiento "SLUMP"	: 4"
Relación A/C	: 0.57
Aire Atrapado	: 0.001
Agregado Hormigón	: 1690.1 Kg

VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS

Cemento	: 0.132 m ³ .
Agua	: 0.237 m ³ .
Aire atrapado	: 0.001 m ³ .
Agreg. Hormigón	: 0.630 m ³ .
	<u>1.000 m³.</u>

CANTIDAD DE MATERIALES POR m³:

Cemento	: 415.8 Kg.
Agregado Hormigón	: 1690.1 Kg.
Agua	: 237.2 Lt.

EXPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES EN PESO

1.000 4.065 0.570

CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA

Cemento	: 42.5 kg.
Agregado Hormigón	: 172.8 kg.
Agua	: 24.2 lit.

Peso Agregado Hormigón : 1709.2 / 35 : 48.83 / kgp³.

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	42.5 / 42.5	: 1.00 p3.
Agregado Hormigón	1709.2 / 48.83	: 3.54 p3.
Cantidad de cemento por m ³		: 0.10018 m ³ .
		: 9.78 bolsas

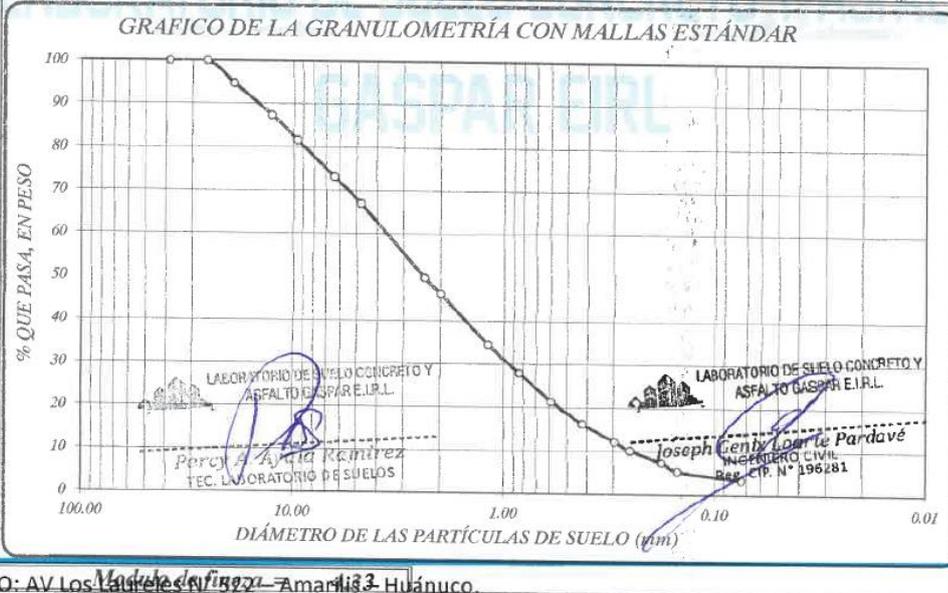
LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.

Joseph Genix Loarte Bardavé
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 196281

PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE VÍAS Y AREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO
SOLICITA	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA MULTISERVICIOS PE&MA S.A.C
CANTERA	: CANTERA SACRA FAMILIA
FECHA	: JULIO DEL 2022

ENSAYOS FISICOS GRANULOMETRIA DEL HORMIGON - NTP. 400.011

TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76.20					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Agregado gravoso con material granular equivalente a: 96.63% de grava y arena
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10				100.00	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.05	255	5.2	5.2	94.79	
1/2"	12.70	357	7.3	12.5	87.50	
3/8"	9.525	288	5.9	18.4	81.62	
1/4"	6.350	415	8.5	26.9	73.14	
No 4	4.760	300	6.1	33.0	67.01	
No 8	2.380	840	17.2	50.1	49.86	
No 10	2.000	177	3.6	53.8	46.24	CLASIFICACIÓN
No 16	1.190	572	11.7	65.4	34.56	SUCS: = GP
No 20	0.840	324	6.6	72.1	27.94	AASHTO: = A1 - a(0)
No 30	0.590	320	6.5	78.6	21.41	RESULTADOS
No 40	0.420	253	5.2	83.8	16.24	% de grava = 32.0 %
No 50	0.297	200	4.1	87.8	12.15	% de arena = 63.2 %
No 60	0.250	100	2.0	89.9	10.11	% de limo y arcilla = 4.0 %
No 80	0.177	135	2.8	92.6	7.35	Contenido de humedad = 0.93 %
No 100	0.149	97	2.0	94.6	5.37	Absorcion = 0.94 %
No 200	0.074	98	2.0	96.6	3.37	Gravedad Especifica = 2683.6 kg/m ³
CAZOLETA	0.000	165	3.4	100.0	0.00	P. unit. Suelto seco = 1709.2 kg/m ³
TOTAL		4,896	100.0			P. unit. compacto seco = 1980.1 kg/m ³



PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE VÍAS Y ÁREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO
SOLICITA	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA MULTISERVICIOS PE&MA S.A.C
CANTERA	: CANTERA SACRA FAMILIA
FECHA	: JULIO DEL 2022

**NTP 400.010
ENSAYOS FISICOS**

AGREGADO HORMIGON				
MUESTRA	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de Hormigón Húmedo + vasija	1547.3	1533.8	1624.0	1574.3
Peso de Hormigón seco + vasija	1536.1	1522.4	1611.0	1562.5
Peso de la vasija	300.0	300.0	300.0	300.0
Peso de hormigón seco	1236.1	1222.4	1311.0	1262.5
Peso de contenido de agua	11.2	11.4	13.0	11.8
HUMEDAD %	0.91	0.93	0.99	0.93

Humedad del agregado HORMIGON = 0.94 %

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.
Percy A. Ayala Ramirez
TEC. LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.
Joseph Geny Leante Pardavé
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 196281

PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE VÍAS Y ÁREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO
SOLICITA	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA MULTISERVICIOS PE&MA S.A.C
CANTERA	: CANTERA SACRA FAMILIA
FECHA	: JULIO DEL 2022

NORMA ASTM C 88 - 76
ENSAYOS FISICOS

AGREGADO HORMIGÓN					
MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de Matraz + Hormigón seco	gr.	560.2	590.1	613.5	666.8
Peso de Matraz + Hormigón + Agua	gr.	913.4	931.7	945.8	979.6
Peso de Matraz	gr.	165.0	165.0	165.0	165.0
Volumen de Matraz	cm ³	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso Especifico del agua	cm ³	1.0	1.0	1.0	1.0
Peso del Hormigón	gr.	395.2	425.1	448.5	501.8
Peso del Agua	gr.	353.2	341.6	332.3	312.8
Volumen del agua	cm ³	353.2	341.6	332.3	312.8
Volumen del Hormigón	cm ³	146.8	158.4	167.7	187.2
Gravedad especifica	gr/cm ³	2.692	2.684	2.674	2.681

Gravedad Especifica del agregado Hormigón = 2.683 gr./cm³

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.
Percy A. Aguirre Ramirez
TEC. LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.
Joseph Gehix Loarte Pardave
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 196281

PROYECTO :	"MEJORAMIENTO DE VÍAS Y ÁREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO
SOLICITA :	CONSULTORA Y CONSTRUCTORA MULTISERVICIOS PE&MA S.A.C
CANTERA :	CANTERA SACRA FAMILIA
FECHA :	JULIO DEL 2022

NORMA ASTM D 2154
ENSAYOS FISICOS

AGREGADO HORMIGÓN					
MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de Hormigón Saturado + vasija	gr.	875.6	866.7	880.4	930.4
Peso de Hormigón seco + vasija	gr.	871.2	862.4	875.8	925.3
Peso de la vasija	gr.	400.0	400.0	400.0	400.0
Peso de hormigón seco	gr.	471.2	462.4	475.8	525.3
Peso de contenido de agua	gr.	4.4	4.3	4.6	5.1
HUMEDAD %	%	0.934	0.930	0.967	0.971

Absorción del agregado Hormigón = 0.95 %

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.

Percy Ayala Ramirez
TEC. LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.

Joseph Genix Loarte Pardavé
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 198281



GASPAR E.I.R.L. INGENIERIA Y GEOTECNIA ESTUDIOS - PROYECTOS

PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE VÍAS Y ÁREAS VERDES EN LA CALLE ALFONSO RIBERA Y LA AVENIDA FUERZA MINERA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHAUPIMARCA - PROVINCIA DE PASCO - DEPARTAMENTO DE PASCO
SOLICITA	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA MULTISERVICIOS PE&MA S.A.C
CANTERA	: CANTERA SACRA FAMILIA
FECHA	: JULIO DEL 2022

ENSAYOS FISICOS

PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado + recipiente	gr.	6,655	6,658	6,644	6,665
Peso del recipiente	gr.	1,816.0	1,816.0	1,816.0	1,816.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	2,831.7	2,831.7	2,831.7	2,831.7
Peso de los Sólidos	gr.	4,839.0	4,842.0	4,828.0	4,849.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1,709	1,710	1,705	1,712
Peso Unitario Suelto seco de Agregado Hormigon		=		1709.1 Kg/m³.	

PESO UNITARIO SECO COMPACTO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado + recipiente	gr.	7,425	7,422	7,427	7,420
Peso del recipiente	gr.	1,816.0	1,816.0	1,816.0	1,816.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	2,831.7	2,831.7	2,831.7	2,831.7
Peso de los Sólidos	gr.	5,609.0	5,606.0	5,611.0	5,604.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1,981	1,980	1,982	1,979
Peso Unitario Seco Compacto de Agregado Hormigon		=		1980.3 Kg/m³.	

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.

Percy A. Ayala Ramirez
TEC. LABORATORIO DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELO CONCRETO Y
ASFALTO GASPAR E.I.R.L.

Joseph Benito Loarte Pardave
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 196281

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c= 210 kg/cm²

Solicitante : Consorcio Chinche Tingo
Obra/Proyecto : "Ampliación y mejoramiento de la capacidad resolutive del puesto de salud Nivel 1-3 Chinche Tingo, localidad de Chinche tingo, Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión - Pasco"
Ubicación : Chinche Tingo, Daniel Alcides Carrión, Pasco
Nº Informe : C - 25 - 013

DATOS

Muestra : 10/02/2025 **Cantera** : Sacrafamilia
Fecha de Emisión : 17/02/2025 **Muestra** : M1
Diseño de mezcla : 210.0 kg/cm² **Cemento requerido** : Andino tipo I

RESUMEN

DISEÑO / ENSAYO	RESULTADO	
Diseño de mezcla 210 kg/cm ²		
	SIN CORREGIR	CORREGIDOS POR HUMEDAD
Método: ACI - 211	Cemento : 387.79 kg	Cemento : 387.79 kg
	Agua : 216.00 lt	Agua : 140.29 lt
	Aire : 2.50 %	Aire : 2.50 %
	Agregado grueso : 772.04 kg	Agregado grueso : 801.83 kg
	Agregado fino : 890.72 kg	Agregado fino : 964.11 kg
	Cemento : Andino tipo I	
	Relación A/C diseño : 0.56	
AGREGADO GRUESO NTP 400.037 - HUSO # 7		
CANTERA: Sacrafamilia	T.M. : 3/4"	PUS : 1,385.15 kg/m ³
	T.M.N. : 1/2"	PUC : 1,540.99 kg/m ³
	Módulo de fineza : 6.30	Peso específico : 2.64 gr/cm ³
		Absorción : 0.96%
AGREGADO FINO NTP 400.037		
CANTERA: Sacrafamilia	Módulo de fineza : 3.46	PUS : 1,521.94 kg/m ³
		PUC : 1,732.89 kg/m ³
		Peso específico : 2.60 gr/cm ³
		Absorción : 2.26%



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Matucal 5, CANCAYA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 208606
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccc@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

MÉTODO DEL COMITÉ ACI - 211 Y E-060

Solicitante : Consorcio Chinche Tingo
 Obra/Proyecto : "Ampliación y mejoramiento de la capacidad resolutive del puesto de salud Nivel 1-3 Chinche Tingo, localidad de Chinche tingo, Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión - Pasco"
 Cantera : Sacrafamilia
 Fecha de Diseño : 16/02/2025
 Fecha de Emisión : 17/02/2025
 N° Registro : D1 - 25 - 13 - 09

REQUISITOS DE DISEÑO

Resistencia de Diseño : 210 kg/cm^2
 Desviación Estandar : 0 kg/cm^2
 Tipo de Diseño : Sin aire
 Asentamiento : Plastica
 Tamaño Maximo Nominal del Agregado : $0.5"$

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO		CARACTERISTICAS DEL AGUA	
Marca	Andino	Fuente :	----
Tipo	tipo I	Peso especifico	1000 kg/m ³
Peso especifico	3150 kg/m ³		
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO			
PROPIEDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
Peso especifico	2596.69 kg/m ³	2636 kg/m ³	
Peso unitario suelto	1522 kg/m ³	1385 kg/m ³	
Peso unitario varillado	1733 kg/m ³	1541 kg/m ³	
Absorcion (A)	2.26%	0.96%	
Humedad natural (H)	8.24%	3.86%	
Modulo de fineza (MF)	3.46	6.30	
Perfil	-	Angular	

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

1. Cálculo de la resistencia promedio:

CASO 1:		CASO 2:	
$f'c$	$f'cr$	(1) $f'cr = f'c + 1.34 (S)$	
< 210	$f'c + 74$	(2) $f'cr = f'c + 2.33 (S) - 35$	
210 - 350	$f'c + 85$		
> 350	$1.1 * f'c + 50$	Considerar el resultado mayor entre (1) y (2)	

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado

$$TMN = 0.5"$$

3. Selección del asentamiento



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Marcela S. CARRERA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 16000
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4, San Juan
 Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



CONSISTENCIA		
Seca	Plastica	Fluido
1"-2"	3"-4"	6"-7"

Slump = 3"-4"

4. Determinación del volumen unitario del agua (VUA) - Tabla 1

AGUA EN l/m ³ PARA LOS TMN DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADAS								
Concreto sin aire incorporado								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con aire incorporado								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	243	205	197	184	174	166	154	...

Contenido de agua = 216.00 lt

5. Contenido de aire atrapado - Tabla 2

CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00 %
1/2"	2.50 %
3/4"	2.00 %
1"	1.50 %
1 1/2"	1.00 %
2"	0,5
3"	0,3
6"	0,2

Contenido de aire = 2.50 %

6. Contenido de aire para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo - Tabla 4.4.1 (RNE E.060-2019)

Exposición = F1

Tamaño máximo nominal		Contenido de aire en porcentaje	
pulgadas	milímetros	Exposición clase F1	Exposición clase F2 Y F3
0.375"	9.5	6.00 %	7.50 %
0.5"	12.5	5.50 %	7.00 %
0.75"	19	5.00 %	6.00 %
1"	25	4.50 %	6.00 %
1.5"	37.5	4.50 %	5.50 %
2"	50	4.00 %	5.00 %
3"	75	3.50 %	5.00 %



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Mónica S. CANCADA HANCOCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 168608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



- F1 : Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo
- F2 : Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad
- F3 : Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto continuo con la humedad.

Contenido de aire incorporado = NO CORRESPONDE

7. Determinación de la relación agua / cemento (a/c)

RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 dias)	Relacion a/c de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

La relación a/c quedara determinada:

250 kg/cm2	0.62
295 kg/cm2	a/c
300 kg/cm2	0.55

Relacion a/c = 0.557 Sin aire

8. Determinación del contenido del cemento (Factor cemento FC)

$$FC = \frac{VUA}{a/c}$$

Contenido de cemento = 387.79 kg
Contenido de cemento = 9.12 bls

9. Determinación del contenido de agregado grueso (AG)

PESO DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos modulos de fineza del fino				
TMN	2.4	2.6	2.8	3
0.375"	0.50	0.48	0.46	0.44
0.5"	0.59	0.57	0.55	0.53
0.75"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1.5"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

El Volúmen (b) quedara determinada:

b = 0.50

$$AG = b \times \text{Peso Unit Varillado}$$

Contenido de agreg. Grueso (AG) = 772.04 kg

10. Sumatoria de volúmenes absolutos de los materiales

$$\text{Volúmen} = \text{Peso del material} / \text{Peso específico del material}$$

Cemento	=	0.123 m3
Agua	=	0.216 m3
Aire	=	0.025 m3
Agregado grueso	=	0.293 m3
Volumen Total (VT)	=	0.657 m3



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
MORCIL 5, CANGARA, HUANUCO
INGENIERO CIVIL, CIP 168806
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



11. Determinación del contenido de agregado fino (AF)

Volúmen del Agregado Fino (VAF) = 1 - VT

VAF = 0.343 m3

AF = VAF x Peso específico del AF

Contenido de agreg. Fino (AF) = 890.72 kg

12. Valores de diseño en condiciones secas (VD)

Cemento	=	387.79 kg
Agua	=	216.00 lt
Aire	=	2.50 %
Agregado grueso	=	772.04 kg
Agregado fino	=	890.72 kg

13. Corrección por humedad del agregado

*Valores de diseño corregidos por humedad

Peso = VD x (1 + H%)

AF = 964.11 kg

AG = 801.83 kg

*Humedad superficial

Hum Sup = H% - A%

AF = 5.98%

AG = 2.90%

*Aporte de humedad

Aporte Hum = VD x Hum Sup

AF = 53.30 lt

AG = 22.41 lt

Total = 75.71 lt

*Agua efectiva (VAE)

VAE = VUA - Aporte Hum

VAE = 140.29 lt

14. Valores de diseño corregidos por humedad

Cemento	=	387.79 kg
Agua	=	140.29 lt
Aire	=	2.50 %
Agregado grueso	=	801.83 kg
Agregado fino	=	964.11 kg

*Proporción en peso

C/C	AG/C	AF/C	agua
SIN CORREGIR			
387.79 kg	772.04 kg	890.72 kg	23.67 lt
387.79 kg	387.79 kg	387.79 kg	42.50 kg
1	1.99	2.30	23.67 l/bis
CORREGIDOS POR HUMEDAD			
387.79 kg	801.83 kg	964.11 kg	15.38 lt
387.79 kg	387.79 kg	387.79 kg	42.50 kg
1	2.07	2.49	15.38 l/bis



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MARCELA S. CANCADA HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL C.P. 166008
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J. & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



Proporciones por tanda de sacco

Cemento	=	42.50 kg
Agua	=	15.38 lt
Aire	=	2.50 %
Agregado grueso	=	87.88 kg
Agregado fino	=	105.66 kg

*Proporcion en volumen

C/C	:	AG/C	:	AF/C	/	agua
1	:	2.24	:	2.45	/	15.38 l/bis

OBSERVACIONES:

* Las muestras analizadas para el presente diseño fueron identificadas y remitidas por el solicitante.

RECOMENDACIONES

* Las proporciones del diseño de mezcla deben ser corregidos en obra de acuerdo a la humedad del AG y AF.

* Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES
EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION
MARCIAL S. ORANCAPA HANCCO
INGENIERO C.A. 24 180000
JEFE DE LABORATORIO

CECIC



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4, San Juan
Ref. a tres cuerdas del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS (METODO DE CAPECO)

Exigencias de la Especificación:

Resistencia a la compresión: $f'c = 210$ Kg/cm²
Tipo de construcción: Columnas de edificios
Agregado grueso máximo: $3/4$ "
Condiciones: Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, s
especializada constante

Calidad de los Materiales:

Cemento: Portald Tipo 1
Agregado Grueso: Peso unitario seco y compactado: 1770 kg/m³
Peso unitario: 1736 kg/m³
Contenido de humedad: 1.85 %
% de absorción: 0.40 %
Agregado Fino: Modulo de fineza: 3.00
Peso unitario: 1637 kg/m³
Contenido de humedad: 8.70 %
% de absorción: 1.01 %

1) Selección del asentamiento:

Si el asentamiento no está especificado hacemos uso del Cuadro A: SLUMP = 4

2) Selección del tamaño máximo del agregado:

En este caso tenemos que el agregado máximo es: $3/4$ "

3) Estimación del agua de mezclado:

Viene a ser la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto para obtener un ase determinado. La tabla B proporciona una estimación de agua para diferentes tamaños de agre

Debido a que el SLUMP es 4" y tenemos un agregado grueso $3/4$ " la cantidad de agua aproxim sera:

Cantidad de agua: 215 kg/m³

4) Selección de la relación agua-cemento:

Primero determinamos las condiciones en las cuales se esta trabajando, para nuestro caso:

Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constan

Por lo cual la constante para incrementar la resistencia del concreto es: $K = 1.15$

Sabemos que:

$$f'_{cr} = K \times f'c$$

$$f'_{cr} = 241.5 \text{ kg/cm}^2$$

Hacemos la interpolación haciendo uso de la tabla D, en referencia al aire: **sin aire**

$f'c$	a/c
210.00	0.58
241.50	0.52
245.00	0.51

Por consiguiente, la relacion agua cemento sera: 0.52

5) Calculo del contenido de cemento:

El cemento requerido es igual al agua de mezclado entre la relación agua cemento, se debe prec el proyecto indica un contenido mínimo de cemento la mezcla estará basada en este. Sabemos que:

$$\text{Contenido de Cemento (Kg / m3)} = \frac{\text{Agua de mezclado (Kg / m3)}}{\text{Relación a / c (paraf' cr)}}$$

Contenido de Cemento: 415.86 kg/m3 \approx 9.78 (bolsas aproximadam

6) Estimación del contenido de agregado grueso:

El volúmen de agregado grueso seco compactado depende del tamaño máximo de agregado y módulo de fineza de la arena.

Teniendo presente que: Tamaño máximo (agregado): 3/4 "
Modulo de fineza (arena): 3.00

Sabemos que:

$$\text{Cantidad de Agregado (en kg)} = \left[\frac{\text{Volúmen de Agregado grueso (en m3)}}{\text{Peso unitario seco compactado (kg / m3)}} \right] \times \left[\text{Peso unitario seco compactado (kg / m3)} \right]$$

De la tabla E tenemos el volúmen del agregado grueso en (m3): 0.53

Agregado grueso: 938.1 kg

7) Estimación del contenido de agregado fino:

Podemos estimar el peso del concreto fresco de acuerdo a la tabla F:

Teniendo presente que: Tamaño máximo (agregado): 3/4 "
Tipo de Concreto: sin aire

Peso del concreto: 2355 kg/m3

En base al peso del concreto se obtiene:

Agregado fino: 786.04 kg

8) Ajuste por contenido de humedad de los agregados:

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de concreto, están húmedos por lo que los pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida superficial. Así el agua de mezclado debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad que a los agregados.

Agregado Grueso:	humedad total:	1.85 %
	% de absorción:	0.40 %
Agregado Fino:	humedad total:	8.70 %
	% de absorción:	1.01 %

Así tenemos:

$$\left[\text{Peso del Agregado grueso húmedo (en kg)} \right] = \left[\text{Peso del agregado grueso seco (en Kg)} \right] \times \left[1 + \frac{a}{100} \right]$$

Agregado Grueso: 955.45 kg

$$\left[\text{Peso del Agregado fino} \right] = \left[\text{Peso del agregado fino} \right] \times \left[1 + \frac{a}{100} \right]$$

$$\left[\text{fino húmedo (en kg)} \right] = \left[\text{fino seco (en Kg)} \right] \times \left[1 + \frac{\quad}{100} \right]$$

Agregado Fino: 854.42 kg

Calculamos el agua de mezcla neta:

Agua en el agregado grueso: 13.60 kg

Agua en el agregado fino: 60.45 kg

Agua de mezclado neta: 140.95 kg

9) Dosificación en peso resultante:

Cemento:	415.86	Kg	≈	9.78 (bolsas)
Agregado Grueso:	955.45	Kg		
Agregado Fino:	854.42	Kg		
Agua de Mezclado:	140.95	Kg		

10) Dosificación en volúmen resultante:

Partiendo de los resultados obtenidos y conocidos de los pesos unitarios saturados:

Agregado grueso: 1736 kg/m³

Agregado fino: 1637 kg/m³

Se tiene: Cemento: 415.86 Kg ≈ 9.78 (bolsas) ≈ 0.277

Agregado grueso: 0.550 m³

Agregado fino: 0.522 m³

Agua de Mezclado: 0.141 m³

La proporción cemento : arena : piedra : agua

$$\frac{0.277}{0.277} \quad \approx \quad \frac{0.522}{0.277} \quad \approx \quad \frac{0.550}{0.277} \quad \approx \quad \frac{0.141}{0.277}$$

Por tanto la dosificación en volúmen resultante sera:

$$1 \quad \approx \quad 1.9 \quad \approx \quad 2.0 \quad \approx \quad 0.5$$

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

Proyecto: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco

Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC

Fecha: 18/05/2023

ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Diámetro (mm) (1)	Diámetro (mm) (2)	Promedio (mm) (3)	Área de Probeta (mm ²)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	102.17	102.32	102.245	8210.576901	3817.3	15437	210	188.0	0.9	D
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	102.09	102.23	102.16	8196.931071	3815.6	15685	210	191.4	1.2	D
M - 01	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	102.29	102.11	102.2	8203.351224	3820.1	16048	210	195.6	0.9	C
M - 01	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	102.16	102.14	102.15	8195.326425	3833.5	16102	210	196.5	1	B
M - 02	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	101.9	101.82	101.86	8148.860031	3811.8	16211	210	198.9	1.3	C
M - 02	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	100.85	102.11	101.48	8088.172995	3829.8	16451	210	203.4	1.1	C
M - 03	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	102.31	102.05	102.18	8200.140833	3813.7	16654	210	203.1	1.5	B
M - 03	Compresión	11/05/2023	7	18/05/2023	101.88	101.5	101.69	8121.682529	3820.8	16633	210	204.8	1.7	B

Tipos de falla

Según el "MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES" - MTC 2016



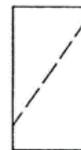
Cono (a)



Cono y hendedura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

BACH. DIAZ HURTADO, Brolin
BACH. GALARZA ARTEAGA, Eduardo

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

Elaborado

Revisado

Aprobado

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

Proyecto: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco
Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC
Fecha: 25/05/2023

ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO

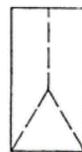
N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Diámetro (mm) (1)	Diámetro (mm) (2)	Promedio (mm) (3)	Área de Probeta (mm ²)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	101.25	101.89	101.57	8102.5	3836.5	18504.0	210	228.4	0.8	B
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	100.89	101.46	101.18	8039.6	3821.1	18800.0	210	233.8	1.1	B
M - 01	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	100.84	102.05	101.45	8082.6	3795.5	21084.0	210	260.9	1.0	C
M - 01	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	102.11	101.77	101.94	8161.7	3893.2	21053.0	210	257.9	1.5	C
M - 02	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	102.26	101.82	102.04	8177.7	3856.7	21124.0	210	258.3	1.9	B
M - 02	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	102.19	102.11	102.15	8195.3	3922.8	21370.0	210	260.8	1.4	C
M - 03	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	100.56	100.99	100.78	7976.2	3881.3	21430.0	210	268.7	1.5	B
M - 03	Compresión	11/05/2023	14	25/05/2023	100.98	101.30	101.14	8034.1	3887.7	21301.0	210	265.1	1.5	B

Tipos de falla

Según el "MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES" - MTC 2016



Cono (a)



Cono y hendedura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

BACH. DIAZ HURTADO, Brolin
BACH. GALARZA ARTEAGA, Eduardo

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

Elaborado

Revisado

Aprobado

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

Proyecto: Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco

Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC

Fecha: 8/06/2023

ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Diámetro (mm) (1)	Diámetro (mm) (2)	Promedio (mm) (3)	Área de Probeta (mm ²)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.19	102.32	102.21	8205.0	3765.4	20850.0	210	254.1	2.0	B
M - Patrón	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.18	102.23	102.15	8195.3	3816.7	20674.0	210	252.3	1.4	C
M - 01	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.43	102.11	102.58	8264.5	3840.0	24460.0	210	296.0	0.8	B
M - 01	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	101.84	102.14	101.36	8069.1	3812.6	24526.0	210	304.0	1.4	C
M - 02	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	101.70	101.82	101.36	8069.1	3844.0	24781.0	210	307.1	1.7	D
M - 02	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.10	102.13	102.33	8224.2	3914.9	24815.0	210	301.7	2.1	C
M - 03	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.16	102.13	101.84	8145.7	3943.5	24864.0	210	305.2	1.9	B
M - 03	Compresión	11/05/2023	28	8/06/2023	102.18	102.13	102.41	8237.1	3876.2	24901.0	210	302.3	2.0	B

Tipos de falla

Según el "MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES" - MTC 2016



Cono (a)



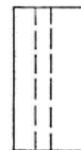
Cono y hendedura (b)



Cono y corte (c)



Corte (d)



Columnar (e)

BACH. DIAZ HURTADO, Brolin
BACH. GALARZA ARTEAGA, Eduardo

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

ARQ. RAMIREZ MEDRANO, José Germán

Elaborado

Revisado

Aprobado

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01.- Muestreo de agregado grueso.



Fotografía 02.- Muestreo de agregado fino.



Fotografía 03.- Tamizado de agregado grueso.



Fotografía 04.- Tamizado de agregado fino.



Fotografía 05.- Muestra de materiales para la elaboración de concreto.



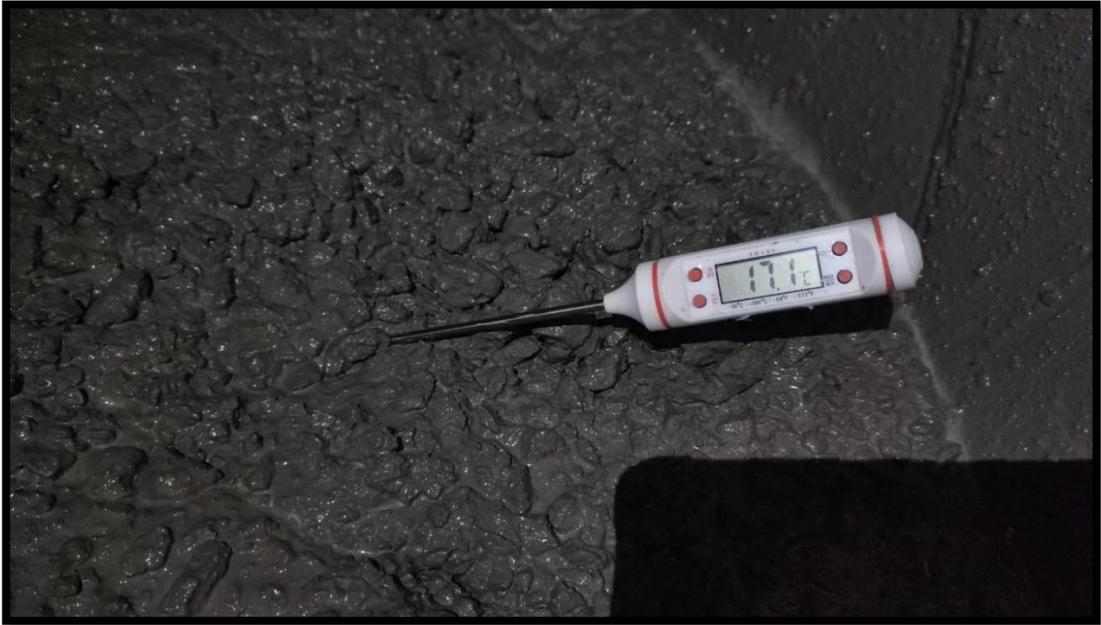
Fotografía 06.- Pesaje de materiales.



Fotografía 07.- Mezclado de materiales en el trompo respetando el tiempo según norma.



Fotografía 08.- Adición de aditivos durante el mezclado.



Fotografía 09.- Vista del concreto fresco y toma de temperatura.



Fotografía 10.- Medida de contenido de aire del concreto.



Fotografía 11.- Medida del Slump del concreto.



Fotografía 12.- Muestreo de testigos cilíndricos para posterior evaluación de roturas a compresión.



Fotografía 13.- Curado de testigos cilíndricos para posterior rotura a 7, 14 y 28 días.



Fotografía 14.- Medida de diámetro de testigos cilíndricos.



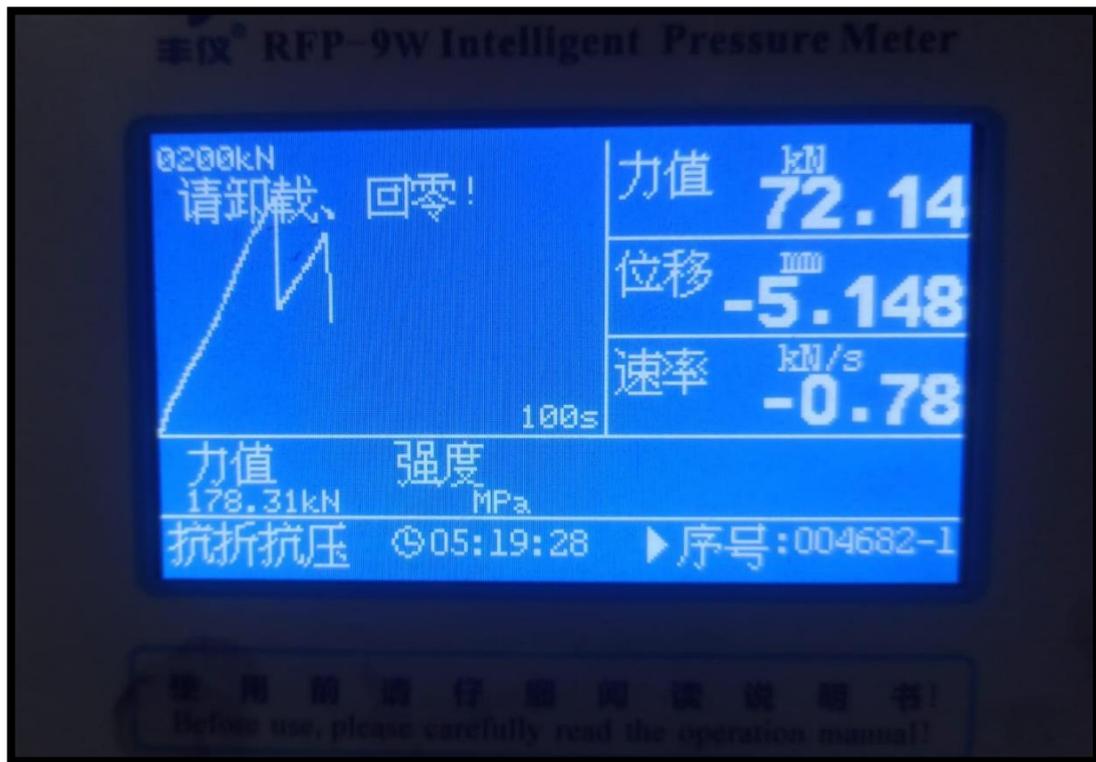
Fotografía 15.- Pesaje de testigos cilíndricos.



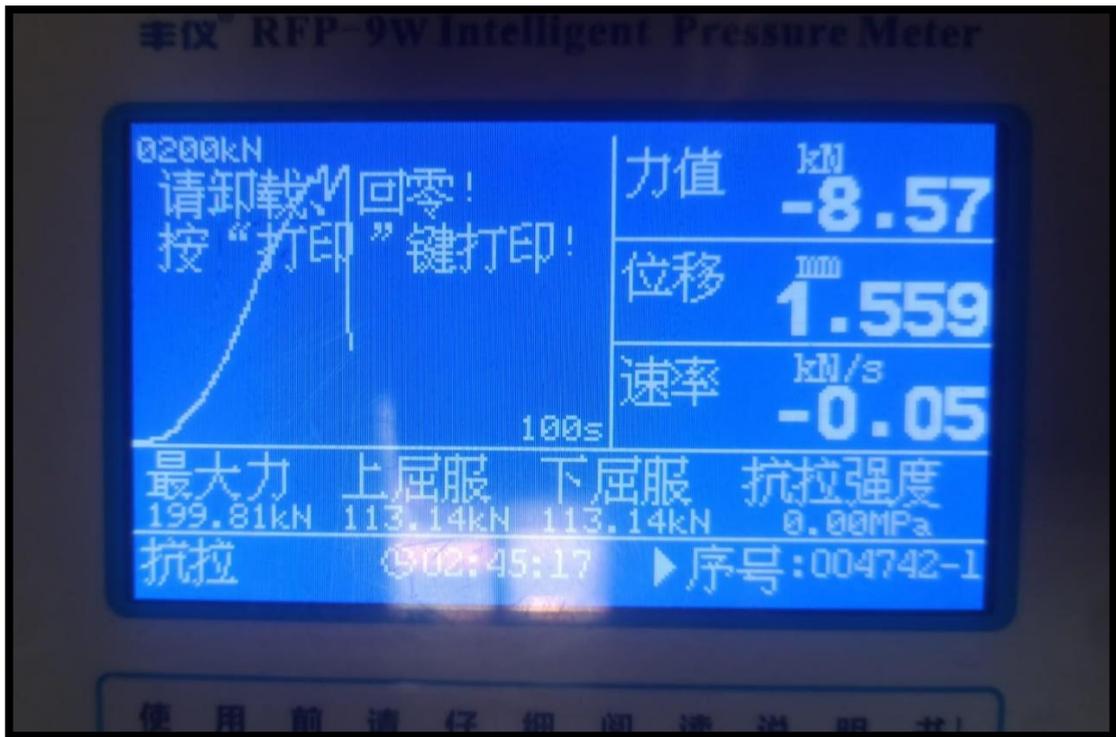
Fotografía 16.- Colocado del testigo cilíndrico a la prensa para el ensayo a compresión.



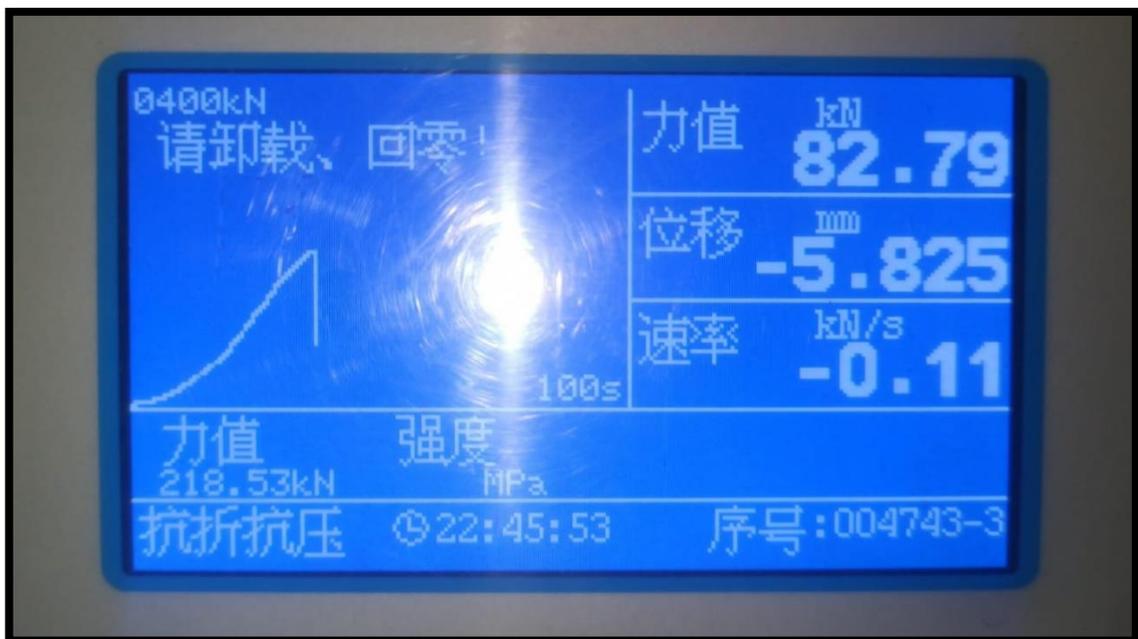
Fotografía 17.- Verificación de los tipos de falla.



Fotografía 18.- Resistencia a compresión del concreto a los 7 días.



Fotografía 19.- Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.



Fotografía 20.- Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm² para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco"

	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General	¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² mejora la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?	Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² mejora la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.	La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia $f'c=210$ kg/cm ² contribuirá significativamente a mejorar tanto la Sostenibilidad como la Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.	<p>Dependiente:</p> <p>Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras.</p> <p>Estas variables se refieren a las características y el rendimiento de las estructuras construidas con el concreto optimizado. La sostenibilidad se puede medir en términos de impacto ambiental, eficiencia de recursos y capacidad de mantenerse a largo plazo sin dañar el entorno, mientras que la durabilidad se refiere a la capacidad de las estructuras para resistir el desgaste, la corrosión y otros factores que podrían afectar su integridad con el tiempo.</p> <p>Independiente:</p> <p>Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto.</p> <p>Esta variable representa las diferentes técnicas, métodos y materiales que se utilizan para mejorar las propiedades del concreto, como la resistencia, durabilidad y sostenibilidad.</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada, corresponde a las investigaciones experimentales o aplicadas dentro de las ciencias sociales.</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>El diseño experimental manipula las variables, para analizar los resultados, que se representa de la siguiente manera:</p> <p style="text-align: center;">GE 01 X 02</p> <p>Población:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probetas <p>Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragua inicial - Testigos de concreto <p>Método:</p> <p>Experimental, observación de fenómenos.</p>
Específicos	¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con las pruebas y evaluación para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?	Evaluar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con las pruebas y evaluación para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.	La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² estará directamente relacionada con las pruebas y evaluaciones destinadas a medir la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.		
	¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con aditivos y adiciones para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?	Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con aditivos y adiciones para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.	La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² estará estrechamente vinculada con la introducción cuidadosa de aditivos y adiciones específicas para mejorar la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.		
	¿De qué manera la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con las técnicas de mezcla y curado para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco?	Determinar si la Optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto $f'c=210$ kg/cm ² estará relacionado con las técnicas de mezcla y curado para la Sostenibilidad y Durabilidad de las Estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.	La optimización del Diseño y Desarrollo del Concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm ² estará intrínsecamente ligada a la implementación adecuada de técnicas avanzadas de mezcla y curado para mejorar significativamente la sostenibilidad y durabilidad de las estructuras en la Ciudad de Cerro de Pasco.		

Fuente: Elaboración propia