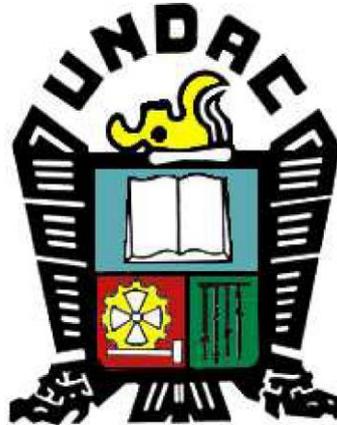


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Cotejo del uso de Fibra Sintética versus Fibra Metálica en concreto 210

kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Ricardo Alonso CONTRERAS ANAYA

Asesor:

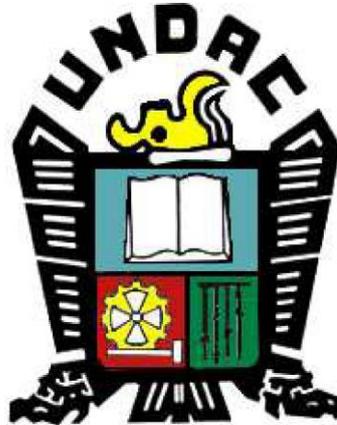
Mg. Pedro YARASCA CORDOVA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Cotejo del uso de Fibra Sintética versus Fibra Metálica en concreto 210

kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

PRESIDENTE

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 027-2024-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:

“Cotejo del uso de Fibra Sintética versus Fibra Metálica en concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco 2022.”

Apellidos y nombres de los tesisas:

Bach. CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. YARASCA CORDOVA, Pedro

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

4%

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 30 de enero del 2024


UNDA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓ
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requies Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A mis padres y mi familia por ser mi fortaleza y mi guía desde pequeño, el presente trabajo no sería posible sin ellos pues son las personas más maravillosas que existen y a las que más admiro. Por todo ello dedico este trabajo que forma parte del sueño a seguir en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por poner en mi camino a las mejores personas que día a día me alentaron a nunca rendirme y mantenerme de pie frente a las adversidades hasta lograr conseguir las metas propuestas.

Agradezco a mi familia por ser el pilar de mi vida y mi inspiración quienes siempre estuvieron a mi lado; así mismo agradezco a mi docente asesor Mg. YARASCA CÓRDOVA, Pedro por ayudarme a concluir de manera exitosa el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades y características del cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022, con la intención de ahondar en los conocimientos para elegir la mejor opción.

La presente investigación es de tipo aplicada pues usa métodos y técnicas aprobadas por la comunidad científica, método cuantitativo pues busca analizar datos medibles, diseño experimental y nivel explicativo porque analiza características particulares de las variables para explicar el fenómeno. Los análisis realizados a las muestras se tratan de ensayos a compresión y tracción indirecta con la finalidad de encontrar el concreto con mejor comportamiento añadiendo pesos de fibras similares. Los resultados obtenidos muestran un mejor comportamiento en las fibras sintéticas que en las fibras de acero, resultando a los 28 días un incremento del 8% con las fibras sintéticas frente al 5% con fibras de acero en el ensayo a compresión; mientras que, para el ensayo a tracción indirecta, se tuvieron incrementos del 33% con fibras sintéticas frente al 24% del concreto con fibras de acero.

Como conclusión se obtiene que el concreto con fibras sintéticas tuvo un mejor desempeño en los ensayos a compresión y tracción indirecta debido a que se usaron iguales cantidades de ambos tipos de fibra, siendo esto favorable a las fibras sintéticas por su menor densidad frente a las fibras de acero.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, Dosificación, Fibras de acero, Fibras sintéticas, Resistencia a Tracción Indirecta.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the properties and characteristics of the comparison of the use of synthetic fiber versus metallic fiber in concrete 210 kg/cm² in the city of Cerro de Pasco - 2022, with the intention of deepening the knowledge to choose the best option.

The present research is applied because it uses methods and techniques approved by the scientific community, quantitative method because it seeks to analyze measurable data, experimental design and explanatory level because it analyzes particular characteristics of the variables to explain the phenomenon. The analyses carried out on the samples are compression and indirect tensile tests with the purpose of finding the concrete with the best behavior by adding similar fiber weights. The results obtained show a better behavior in the synthetic fibers than in the steel fibers, resulting in an 8% increase at 28 days with synthetic fibers versus 5% with steel fibers in the compression test; while, for the indirect tensile test, there were increases of 33% with synthetic fibers versus 24% of the concrete with steel fibers.

As a conclusion, the concrete with synthetic fibers had a better performance in the compression and indirect tensile tests due to the fact that equal amounts of both types of fiber were used, being this favorable to the synthetic fibers because of their lower density compared to the steel fibers.

Keywords: Compressive strength, Dosage, Steel fibers, Synthetic fibers, Indirect tensile strength.

INTRODUCCIÓN

El uso de las fibras en la actualidad es una práctica que se va normalizando, motivo por el cuál es necesario ahondar en los resultados que produce para variadas investigaciones con características particulares.

Esta investigación busca alentar a los investigadores a continuar con los análisis y comparaciones de la diversa variedad de fibras que se encuentran en el mercado, pues los componentes, densidades, formas, tamaños, etc. producen resultados únicos en conjunto con los demás componentes del concreto. Por lo dicho anteriormente, la profundización en este tipo de investigaciones puede ayudar a mejorar y desarrollar mayores tecnologías en fibras que a futuro puedan incluso a llegar a competir con el acero de refuerzo.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	7
2.2. Bases teóricas científicas	20
2.2.1. Cementos	20
2.2.2. Agua para el concreto.....	37

2.2.3. Agregados para el concreto	41
2.2.4. Aditivos para el concreto.....	47
2.2.5. Concreto	53
2.2.6. Fibra.....	62
2.3. Definición de términos básicos	75
2.3.1. Ábaco.....	75
2.3.2. Aditivo.....	76
2.3.3. Aditivo acelerante.....	76
2.3.4. Aditivo incorporador de aire	76
2.3.5. Aditivo retardante.....	76
2.3.6. Agregado	76
2.3.7. Agregado denominado Hormigón	76
2.3.8. Agregado fino.....	76
2.3.9. Agregado grueso.....	77
2.3.10. Agregado liviano	77
2.3.11. Arena	77
2.3.12. Capitel	77
2.3.13. Carga de servicio	77
2.3.14. Cemento.....	77
2.3.15. Cemento Pórtland.....	77
2.3.16. Cemento Pórtland Puzolánico	78
2.3.17. Concreto	78
2.3.18. Concreto estructural	78
2.3.19. Concreto armado o reforzado	78
2.3.20. Concreto simple.....	78

2.3.21. Concreto estructural liviano	78
2.3.22. Concreto de peso normal	78
2.3.23. Concreto ciclópeo.....	79
2.3.24. Concreto de cascote	79
2.3.25. Concreto premezclado	79
2.3.26. Concreto preesforzado.....	79
2.3.27. Dispositivos de anclaje	79
2.3.28. Grava	79
2.3.29. Junta de contracción	79
2.3.30. Junta de expansión.....	80
2.3.31. Pasta de cemento	80
2.3.32. Plástico	80
2.4. Formulación de hipótesis.....	80
2.4.1. Hipótesis general	80
2.4.2. Hipótesis específicas	80
2.5. Identificación de variables.....	81
2.5.1. Variable independiente.....	81
2.5.2. Variable dependiente	81
2.5.3. Variable interviniente	81
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	82

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	83
3.2. Nivel de investigación	83
3.3. Método de investigación.....	84

3.4. Diseño de investigación.....	84
3.5. Población y muestra	85
3.5.1. Población	85
3.5.2. Muestra.....	85
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	85
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	85
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	86
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	87
3.7.1. De los resultados y su corrección	87
3.7.2. Evaluación de los resultados	88
3.8. Tratamiento estadístico.....	88
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica	88

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	89
4.1.1. Descripción del proyecto.....	93
4.1.2. Recolección de datos del proyecto	94
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	94
4.2.1. Granulometría de agregados.....	94
4.2.1. Contenido de humedad de agregados	96
4.2.1. Peso unitario suelto y peso unitario compactado	97
4.2.1. Peso específico y porcentaje de absorción	98
4.2.1. Diseño de mezcla.....	99
4.2.2. Resistencia a la compresión	101
4.2.3. Comparación de resistencias a compresión.....	104

4.2.4. Comparación de resistencias a tracción indirecta.....	105
4.3. Prueba de hipótesis	106
4.3.1. Hipótesis general	106
4.3.2. Hipótesis específica.....	106
4.4. Discusión de resultados	107

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de cemento y su valor de finura	29
Tabla 2 Requisitos de Calidad para agua.....	38
Tabla 3 Proporciones de Ion Cloruro	40
Tabla 4 Definición operacional de variables	82
Tabla 5 Asentamientos según tipos de construcciones.....	89
Tabla 6 Volumen unitario de agua	90
Tabla 7 Aire atrapado en función del tamaño máximo nominal	90
Tabla 8 Contenido de aire en función de la exposición.....	90
Tabla 9 Relación agua/cemento según la resistencia.....	91
Tabla 10 Selección del volumen de agregado grueso.....	91
Tabla 11 Porcentaje de agregado fino	92
Tabla 12 Materiales usados en el diseño patrón	93
Tabla 13 Granulometría del Agregado Fino.....	94
Tabla 14 Granulometría del Agregado Grueso.....	95
Tabla 15 Contenido de humedad del agregado fino	96
Tabla 16 Contenido de humedad del agregado grueso.....	97
Tabla 17 P.U.s. y P.U.c. del agregado fino.....	97
Tabla 18 P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso	98
Tabla 19 P.e. y absorción del agregado fino.....	98
Tabla 20 P.e. y absorción del agregado grueso	99
Tabla 21 Resumen de propiedades físicas de los agregados	99
Tabla 22 Valores de diseño	100
Tabla 23 Diseño de mezcla del concreto patrón (Según CAPECO)	100
Tabla 24 Diseño de mezcla con fibras de acero	100

Tabla 25 Dosificación de fibras de acero	101
Tabla 26 Diseño de mezcla con fibras sintéticas	101
Tabla 27 Dosificación de fibras sintéticas	101
Tabla 28 Resistencias a los 7 días	102
Tabla 29 Resistencias a los 14 días	103
Tabla 30 Resistencias a los 28 días	103
Tabla 31 Incremento de resistencia a compresión.....	105
Tabla 32 Incremento de resistencia a tracción.....	106

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Cementos en el Perú	31
Gráfico 2 Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto	54
Gráfico 3 Fibras de acero Sika LHO 45/35 NB.....	63
Gráfico 4 Características geométricas de las fibras de acero	64
Gráfico 5 Microfibra de polipropileno	70
Gráfico 6 Macrofibra de polipropileno Tipo I.....	72
Gráfico 7 Macrofibra de polipropileno Tipo II	72
Gráfico 8 Erizo de fibra de polipropileno.....	73
Gráfico 9 Esquema de diseño experimental	84
Gráfico 10 Curva granulométrica del agregado fino	95
Gráfico 11 Curva granulométrica del agregado grueso.....	96
Gráfico 12 Comparación de resistencias a compresión.....	104
Gráfico 13 Comparación de resistencias a tracción indirecta.....	105

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Los índices de evolución de crecimiento en el sector construcción a nivel mundial, así como en el Perú, acumulo respecto al año 2021 un 0.74% mas ([https://el comercio.pe](https://elcomercio.pe) 17 de Julio), factor por encima de lo proyectado impulsado en mayor proporción a la inversión privada, así como también el consumo interno del cemento aumento en 2.25%,

En la industria de la construcción, el concreto es uno de los materiales más utilizados.

Frente a la patología que se presenta en las obras ejecutadas sobre todo donde hay gran volumen de concreto y obras ubicadas a mayor a 3500 msnm. Donde el clima es agreste y el cambio brusco temperatura, heladas, hace que las patologías del concreto que inicialmente se visualizan como agrietamiento, escamado, posteriormente desintegración, y finalmente erosión, producidas por contracción restringida, daño por abrasión, daño por cavitación, daño por distorsión, daños por congelamiento y deshielo.

En el mercado existen una variedad de fibras utilizadas como insumo para mejorar la calidad del concreto son de acero, vidrio, plástico, materiales naturales, disponibles en una diversidad de formas, tamaños y espesores. Cada una de ellas tienen diversas características técnicas por lo que la investigación planteada determinaremos cuál de los dos tipos de fibras (sintético y metálico), garantice el adecuado desempeño de la estructura, determinando la dosificación adecuada de fibra, que fibra brinda mejores características que ayuden a disminuir fisuración, y que aumenten la durabilidad de la estructura, así como si el uso de fibras en el concreto podría disminuir la proporción de cemento.

1.2. Delimitación de la investigación

El presente estudio está enmarcado en:

- Reducir la patología del concreto específicamente en presencia de fisuras.
- Realizar un cotejo del uso fibras sintéticas versus la fibra metálicas en el concreto cuales tienen mejores características técnicas y reducción de o eliminación de fisuras.
- Si el uso de estas fibras después de un buen diseño mezcla determinar si se puede reducir el porcentaje de cemento para llegar a la resistencia deseada.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cuáles son las propiedades y características del cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo difieren la resistencia a la compresión en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?
- ¿Cómo difieren la resistencia a tracción en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?
- ¿Cuál es la probabilidad de reducir el porcentaje de cemento al uso de fibra sintética y fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar las propiedades y características del cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las diferencias de la resistencia a la compresión en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.
- Determinar las diferencias de la resistencia a tracción en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.
- Determinar la probabilidad de reducir el porcentaje de cemento al uso de fibra sintética y fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.

1.5. Justificación de la investigación

En la ejecución de la industria de la construcción sobre todo aquellas ubicadas a más de 3500 msnm. O en aquellas obras que por sus características técnicas existan grandes volúmenes de concreto se evidencia patologías del concreto como fisuras, como un medio de solución a este problema (Sotil Levy & Zegarra Riveros, 2015), considera que “el uso de fibra, es un producto que genera grandes beneficios al ser mezclado con el concreto, entre los principales ventajas, se considera la disminución considerable de fisuras, tanto en contracción plástica como endurecida, aumento de la tenacidad del concreto e incremento de la resistencia a la flexión. Asimismo, el ahorro en tiempo y costo de producción y construcción de elementos estructurales debido a ellos se estima un sistema considerablemente ventajoso en varios aspectos”.

(Pineda Rodriguez, 2015), menciona que “las fibras sintéticas por su morfología y aspectos de esta, se adhiere de una manera eficiente al concreto por lo que no se corroe, y no aumenta el peso específico del concreto, sin afectar la trabajabilidad en la producción de concreto reforzados”.

(Carrillo & Silva Páramo, 2016), “Las fibras de acero, desarrolla el desempeño a flexión de losas sobre terreno para viviendas con la dosificación de fibras de acero (5.9 y 18 kg/m³) en la mezcla de concreto busca obtener un desempeño equivalente al de una losa reforzada utilizando cuantías mínimas. Ensayan losas cuadradas de 600mm de lado y 100mm de lado de concreto simple, concreto reforzado con mallada electrosoldada y concreto reforzado con fibras de acero, obteniendo en la curva tenacidad- Las fibras de acero podrían generar un modo de falla de las losas de concreto más dúctil que el refuerzo con malla

electrosoldada, lo cual es un desempeño fundamental en elementos de concreto reforzado”.

(Hadi , 2008), “aporta que la máxima resistencia a la flexión de las losas SFRC no aumenta significativamente cuando las fibras se agregan al hormigón, pero la capacidad de absorción de energía de las losas aumenta notablemente. Asimismo, la deflexión final aumenta significativamente cuando se agregan fibras de acero, para obtener una deflexión máxima más alta que la losa de concreto que incluía fibras de polipropilenos en un 0.5% de contenido, Por otro lado, el colapso final lleva más tiempo que la losa de concreto simple cuando se agregan fibras. Al adicionar fibras de acero tiene efectos significativos en la absorción de energía total, sin embargo, al colocar mayor contenido de fibras en el concreto, éste disminuye la tasa de crecimiento de la absorción de energía total. Además, agregar fibra de acero tiene una mayor capacidad de absorción de energía que el polipropileno con un contenido de 0.5% y 1.0% en losas.”

En relación a lo expuesto, y en dirección al problema planteado, podemos ver en estas investigaciones que el uso de fibra sintética, así como la fibra metálica tiene sus propias características y de resultados diferentes por lo que enriquecerá la investigación que tipo de fibra brinda mejores características técnicas que se podría utilizar en la ciudad de Cerro de Pasco por sus condiciones climáticas y topográficas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones son:

- La calidad de los agregados que serán de la cantera de Cochamarca.
- Los costos de diseño y ruptura de testigos.

- Consideraciones climáticas y altura del lugar de aplicación de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- **Antecedente 1:** Comparación de Resistencia a la Flexión, entre Concreto Fibroreforzado con Polipropileno y Concreto Reforzado con Fibras Metálicas, para Uso en Carpetas de Rodadura en Parquesos - Guatemala, autor: Bach. Kevin Estuardo Montoya Valdez.

- **Indica:**

(Montoya Valdez, 2016), “Este trabajo de graduación es un estudio comparativo sobre concreto reforzado con dos tipos de fibras con respecto al concreto simple, para plantear su uso en carpeta de rodadura en pavimentos de parquesos. Siendo el concreto fibroreforzado el que se estudia con mayor énfasis, por los importantes resultados que puede aportar, tanto a la investigación de este trabajo como a la información sobre el uso de las fibras en el país”.

- **Concluye:**

1. (Montoya Valdez, 2016) “El factor determinante en la calidad del concreto para pavimentos es la resistencia a la flexión y no a compresión, por la relación entre las características mecánicas (capacidad de carga y deflexión) y el costo que representan. Las losas de 10 cm resultan más eficientes para usarlas como carpetas de rodadura en parqueos”.
2. (Montoya Valdez, 2016) “La dosificación baja de fibra metálica es la adecuada para resistir las cargas con una óptima eficiencia de trabajo, al estar sometida a esfuerzos de tensión tiene un valor máximo del 80 % de la teórica y debido a su forma de bastón tiene mejor adherencia al concreto que la fibra de polipropileno”.
3. (Montoya Valdez, 2016) “La dosificación media y alta de fibra metálica actúan de forma similar a la dosificación baja, no se nota un incremento razonable de capacidad de carga porque sobrepasan la cuantía permitida ($p_{General} < 0,015$)”.
4. (Montoya Valdez, 2016) “La fibra de polipropileno mejora la calidad del concreto. Esto reduce los agrietamientos por temperatura y disminuye su permeabilidad, ya que durante el vertido y colocado del concreto se nota una disminución de las grietas en la superficie. Sin embargo, es mejor refuerzo la fibra metálica porque aumenta la resistencia de carga y el módulo de rotura.
5. (Montoya Valdez, 2016) “La dosificación de fibra media y alta de fibra de polipropileno según los resultados obtenidos, no representan una mejora en la capacidad de carga. Esto cuando

incluso son menos eficientes que la dosis baja, la cual tiene mejores resultados en resistencia a flexión y capacidad de carga.

6. (Montoya Valdez, 2016) “Las fibras metálicas y de polipropileno no llegaron al punto de ruptura, solo a su elongación máxima, debido a los agregados utilizados en el concreto.
7. (Montoya Valdez, 2016) “En el concreto sin refuerzo se presenta una falla balanceada con una deformación a 0,003. La capacidad de carga de este concreto es muy inferior a la del concreto fibroreforzado.
8. (Montoya Valdez, 2016) “Se evidencia en las gráficas que al haber una concentración de fibra muy alta genera una configuración tipo S por saturación de fibra y esto provoca que el concreto se vuelva quebradizo y se pierda la capacidad del material compuesto.
9. (Montoya Valdez, 2016) “El uso del aditivo es necesario para el concreto con fibras, permitiendo la trabajabilidad y conservando la resistencia adecuada del concreto.
10. (Montoya Valdez, 2016) “La fibra metálica y de polipropileno ayudan a disminuir la dispersión por el tiempo entre elaboración y vertido del concreto dándole mayor capacidad de carga. Las gráficas de las losas con fibra de polipropileno son las que mejor dispersión presentan.
11. (Montoya Valdez, 2016) “En las losas de concreto sin refuerzo de 12 cm de espesor, el excesivo uso del aditivo provocó que la resistencia del hormigón aumentara y disminuyera su deformación

unitaria. Haciéndolo más resistente pero muy rígido y con su falla frágil, lo que provoca que el concreto quiebre abruptamente”.

- **Antecedente 2:** Análisis Comparativo de la Resistencia a Compresión del Concreto con Adicción de Fibras de Polipropileno Sometido a Ambientes Severos: Altas, Bajas Temperaturas y Ambientes Salinos - Ecuador, autor: Bach. Jessica Beatriz Mestanza Orellana.

- **Indica:**

(Mestanza Orellana, 2016), “En la presente investigación se muestran los resultados de densidades y esfuerzos obtenidos de los ensayos a compresión de los especímenes de concreto con una resistencia de diseño $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, y reforzados con fibra de polipropileno en un 0.2% del volumen de concreto de acuerdo a las recomendaciones dadas por la norma ACI 544.1R-96”.

- **Concluye:**

1. (Mestanza Orellana, 2016), “El concreto curado en baja temperatura 3°C , tiene un aumento en su densidad de 1,64% (de $2264,01 \text{ kg/cm}^3$ a $2317,42 \text{ kg/cm}^3$), y una disminución de 15 % en su resistencia a la compresión (de $339,95 \text{ kg/cm}^2$ a $289,39 \text{ kg/cm}^2$) a los 28 días”.
2. (Mestanza Orellana, 2016), “Los especímenes curados en alta temperatura 45°C , aumentan su densidad en un 2,13% (de $2264,01$ a $2317,42$), y tienen un incremento de 15%, en su resistencia a compresión (de $339,95 \text{ kg/cm}^2$ a $391,06 \text{ kg/cm}^2$) a los 28 días”.
3. (Mestanza Orellana, 2016), “La presencia de cloruro de sodio provoco que en los cilindros curados con agua de mar la densidad

aumente en un 2,36% (de 2264,01 a 2317,42), y que su resistencia a la compresión disminuya en un 27%, (de 339,95 kg/cm² a 249,17 kg/cm²) a los 28 días. - Se concluye que el mejor ambiente de curado para incrementar la resistencia a la compresión es el de alta temperatura 45°C, pero tienen una falla explosiva”.

4. (Mestanza Orellana, 2016), “A pesar de la disminución de resistencia con el curado a baja temperatura y salino, se supera la resistencia de diseño $f'c = 240$ kg/cm². - Al agregar fibra de polipropileno en un 0,2% del volumen de concreto, se obtiene una mezcla con consistencia blanda en vista de que su asentamiento es de 6 centímetros, que está en el rango de diseño (6-9 cm)”.
5. (Mestanza Orellana, 2016), “Con la adición de fibras dificulta la trabajabilidad y la compactación de la mezcla”.
6. (Mestanza Orellana, 2016), “A los 7 días en los especímenes curados en condiciones normales se genera la fractura tipo 5 a diferencia que a los 14 y 28 días se presentan fracturas tipo 3”.
7. (Mestanza Orellana, 2016), “El concreto expuesto a baja temperatura 3°C, después de ser ensayado a compresión presenta las siguientes fracturas: a los 7 días tiene una fractura tipo 5, a los 14 días una fractura tipo 4 y 28 días una fractura tipo 3”.
8. (Mestanza Orellana, 2016), “Al curar los especímenes con alta temperatura 45°C, presenta fracturas tipo 3 a los 7 días, tipo 5 a los 14 días y tipo 4 a los 28 días. Estas fracturas se deben a que en este caso la conductividad térmica en el concreto es baja, el calor se acumula en el interior del cilindro elevando su temperatura y

provoca la aparición de fisuras en la superficie del cilindro por dilatación”.

9. (Mestanza Orellana, 2016), “El agua de mar en el curado provoca que en los poros exteriores de los cilindros queden residuos de cloruro de sodio, mismos que penetran al interior y contribuyen a la aparición de fracturas tipo 3 en todas las edades”.
 10. (Mestanza Orellana, 2016), “En todos los casos las fallas corresponden a corte y compresión”.
 11. (Mestanza Orellana, 2016), “El concreto reforzado con 0,2 % de fibra del volumen de concreto, mejora la adherencia entre los componentes del concreto, porque luego de los ensayos a compresión es visible que el conjunto permanece unido y no se desprende fácilmente”.
- **Antecedente 3:** Evaluación Comparativa de la Resistencia a Compresión y a Flexión del Concreto Convencional, Concreto con Fibra de Acero SIKAFIBER CHO 80/60 NB, y Concreto con Fibra Sintética SIKAFIBER FORCE PP/PE-700/55 – Perú 2013, autor: Bach. Pedro Ramon Patazca Rojas – Jorge Emhilssen Tafur Bustamante.
 - **Indica:**

(Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “Existen diferentes tipos de fibras como fibras metálicas, fibras sintéticas, fibras de vidrio y fibras naturales.

En la presente investigación nos centramos en el uso de fibra de acero y fibra sintética ya que son estas dos las más utilizadas en la elaboración

de concreto. Las fibras que utilizamos para esta investigación fueron de la marca SIKA”.

- **Concluye:**

1. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “Se elaboró un diseño de mezclas por el método del ACI, del concreto convencional (normal o patrón) con una resistencia a la compresión de diseño $f'c = 210$ kg/cm², obteniéndose la dosificación: En peso: 1 – 2.18 – 2.63 – 25.5 y en volumen: 1 – 2.15 – 2.90 – 25.5 (cemento – arena – piedra – agua) por pie³ de concreto”.
2. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “Se elaboraron un total de 189 muestras ensayadas (concreto patrón y concreto con fibras) de las cuales 63 especímenes fueron probetas, 63 especímenes fueron vigas, y 63 especímenes fueron losas en relación a sus NTP”.
3. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “Del concreto fresco: A medida que aumentamos la proporción de fibra de acero al concreto, la trabajabilidad (slump) de la mezcla disminuye considerablemente; en el caso de la fibra sintética, disminuye moderadamente”.
4. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “Se empleó el uso del aditivo curador de concreto Sika Antisol S aplicado a 126 muestras (distribuidas equitativamente entre probetas, vigas y losas). 63 muestras no fueron curadas Del concreto endurecido a los 28 días”.
5. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “El uso de fibras de acero como sintéticas, no influyen en el aumento de la resistencia a compresión”.

6. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “El uso de fibras de acero como sintéticas aumentan la resistencia a flexión del concreto, siendo la fibra de acero dosis 3 = 45 kg/cm² con la que se obtuvo mejores resultados”.
 7. (Patazca Rojas & Tafur Bustamante, 2013), “El uso de fibras de acero como sintéticas aumentan considerablemente la tenacidad del concreto. Siendo la fibra de acero dosis 3 = 45 kg/cm² con la que se obtuvo mejores resultados”.
- **Antecedente 4:** Evaluación del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda en la galería 651, NV. 100 Unidad Minera Raura - 2018, autor: Bach. Geordy Nerhu Neira Perez.
 - **Indica:**

(Neira Perez, 2021), “problemática donde el sostenimiento con shotcrete vía húmeda con fibra metálica que se viene aplicando de forma mecanizada, presentan algunas dificultades en cuanto a la absorción de energía, durabilidad y seguridad del sostenimiento en las labores. Es por lo que se ha planteado el siguiente problema ¿cuál es el resultado de la evaluación del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda en la galería – 651 - nivel 100, unidad minera Raura S. A. 2018”.
 - **Concluye:**
 1. (Neira Perez, 2021), “Según los resultados obtenidos de compresión y tenacidad (absorción de energía) la fibra sintética tiene mejores resultados que la fibra metálica, pero con un mayor costo de mezcla

por m³ , si bien la dosis de fibra sintética es menor su costo por kg es mayor en relación de la fibra metálica”.

2. (Neira Perez, 2021), “Con respecto a la resistencia a la compresión que ejerce la fibra sintética llega a ser mayor que la fibra metálica en 56.66 kg/cm² en promedio, el que incide un mejor resultado en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda. El mayor resultado a la compresión se obtiene en la fibra sintética con 372 kg/cm² respecto a la fibra metálica obteniendo 291 kg/cm²”.
3. (Neira Perez, 2021), “Según los resultados obtenidos de absorción de energía - tenacidad que reflejan cada análisis de muestra, la fibra sintética tiene 881.33 Joules y la fibra metálica 753.73 Joules, una diferencia entre estos de 124.59 Joules, siendo la fibra sintética un 16% mejor que la fibra metálica, que es un parámetro muy importante en el sostenimiento con shotcrete vía húmeda”.
4. (Neira Perez, 2021), “Respecto a la dosificación de fibra, la fibra sintética al usar menor cantidad (6 kg) se obtienen mayores resultados de compresión y tenacidad con respecto a la fibra metálica que se usa, 25 kg en el diseño de mezcla por metro cúbico”.
5. (Neira Perez, 2021), “Según los precios unitarios, la fibra sintética versus la fibra metálica, respecto al diseño de mezcla por m³ , el diseño con fibra sintética tiene un valor de S/ 865.74 y el diseño de fibra metálica tiene un valor de S/ 781.32, existiendo una diferencia de costos de S/ 84.42 soles por m³ de mezcla”.

- **Antecedente 5:** Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa - 2007, autor: Bach. Wendy Jaqueline Lao Odicio.

- **Indica:**

(Lao Odicio, 2007) “Las construcciones de losas apoyadas sobre el suelo que representa una de las principales aplicaciones del concreto reforzado con fibras metálicas, las mismas que se pueden adoptar en conjunto con el concreto, ya que de esta manera se forma este nuevo material con características metálicas adicionales. Esta nueva responsabilidad estructural que no es considerada en el diseño convencional de este tipo de elementos. En estas estructuras, las fibras pueden sustituir el refuerzo convencional sea por retracción como por capacidad a flexión (barras y/o malla electro soldadas) con significativas ventajas en términos de tenacidad y esfuerzo bajo cargas estáticas y dinámicas”.

- **Concluye:**

1. (Lao Odicio, 2007) “La inclusión de las fibras en el concreto hace que este disminuya su trabajabilidad y aumente su consistencia, lo cual significa que el slump disminuye. En general la trabajabilidad de la mezcla disminuye con el incremento del factor de forma de fibra empleada”.
2. (Lao Odicio, 2007) “La dosificación de las fibras metálicas es fácil y rápidas de usar, además garantiza una distribución perfecta y homogénea en el concreto, es una ventaja importante para los sistemas modernos de producción de concreto”.

3. (Lao Odicio, 2007) “Los extremos de las fibras de acero llevan una deformación que proporciona un anclaje óptimo de las fibras en el concreto, transformando la naturaleza del concreto simple, de quebradizo a tenaz, haciendo posible tomar en cuenta una resistencia adicional”.
 4. (Lao Odicio, 2007) “De los ensayos realizados para determinar la tenacidad por flexión del concreto reforzado con fibras metálicas usando vigas prismáticas estándar, moldeadas, cargadas en el tercio central, se puede apreciar de las 03 vigas ensayadas de 15cm x 15cm x 45cm, lo siguiente:”
 - a. (Lao Odicio, 2007) “Para la viga V-01 obtuvo una deflexión corregida a los L/2 correspondiente a la carga de fisuración de 0,477 mm y una deflexión corregida a los L/2 al 90% de la 2 carga de figuración de 0,444 mm, una tenacidad evaluada en forma automatizada, correspondiente a una deflexión especificada de 4,338 N-m y una tenacidad evaluada en forma automatizada, correspondiente a una deflexión especificada (de figuración) de 3,520 N-m, teniendo como módulo de rotura 3,43 MPa, en este ensayo se notó la homogeneidad de las fibras en toda la viga”.
- **Antecedente 6:** Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en Los olivos, Lima – Perú - 2019, autor: Bach. Ñaupas Tenorio Dennys Jenny y Bach. Sosa Soto Darwin Máximo.

- **Indica:**

(Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “interés de determinar el comportamiento del concreto reforzado con fibra de acero en su trabajabilidad, resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión. Las inclusiones de fibra de acero que se usaron fueron de 60 Kg/m³, 75 Kg/m³, 90 Kg/m³ y 105 Kg/m³. Se diseñó un concreto con resistencia de 210 Kg/cm² según las normas técnicas peruana y sus equivalentes en la norma ASTM, incluyendo el método ACI 211. También se consideró para el diseño de concreto aditivo plastificante HE-98 para una mejor trabajabilidad de este”.

- **Concluye:**

1. (Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “El concreto reforzado con fibra de acero en combinación con el aditivo plastificante ayuda parcialmente a la trabajabilidad; sin embargo, para inclusiones mayores de 90 Kg de fibra por metro cubico de concreto se pierde totalmente la trabajabilidad de este, generándose bolones de fibra que formaran cangrejas que en consecuencia harán que el concreto falle con una menor carga”.
2. (Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “Se demuestra el aporte de la fibra de acero en el comportamiento del concreto frente a cargas axiales, aumentando su resistencia hasta en un 28.1% con una proporción de 90 Kg/m³ de concreto, además, para la presente investigación la considera como el límite de adición de fibra de acero, ya que en una mayor proporción genera una menor resistencia

a la compresión. Lo que sí podemos apreciar en todos los casos es la disminución del desprendimiento de concreto por fisuramiento”.

3. (Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “También queda demostrado que la resistencia por flexión aumenta hasta en un 80% para inclusiones de 90 Kg/m³ de concreto, asimismo, en el concreto con fibra se observó un significativo aumento de la ductilidad del concreto y en consecuencia una mayor tenacidad”.
4. (Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “Un muro estructural está sometido a deflexiones de entrepisos provocados por fuerzas laterales generados por eventos sísmicos, formando fisuras, grietas, en algunos casos aplastamiento y trituración del concreto en los bordes carentes de confinamiento. Entonces, si se tiene un material dúctil con la capacidad de absorber mayor energía post fisuramiento, con una capacidad mayor de resistencia a la compresión y flexión, se obtiene un mejor trabajo de las placas frente a las fallas de corte, flexión y cizallamiento”.
5. (Ñaupas Tenorio & Sosa Soto, 2019), “Por medio del software Etabs 2017 se verifica los aportes significativos de la fibra de acero en conjunto con el aditivo plastificante, donde es posible reducir las secciones de placas conservando un comportamiento acorde a las normas E 030 de la estructura ante eventos sísmicos, cabe resaltar que al tener menos cantidad de placas también significa un menor costo de construcción”.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Cementos

2.2.1.1. Antecedentes históricos

(Torre, 2004) “Se conoce que a partir de épocas viejas que los Romanos usaron como añadido ladrillos quebrados los que eran embutidos en una mezcla de cal con polvo de ladrillo o ceniza volcánica así se construyeron una pluralidad extensa de construcciones como senderos, acueductos, templos, palacios etcétera. Se conoce además que se usaron losas de concreto en muchas de sus construcciones públicas monumentales como el Coliseo y el Partenón. Para poder hacer concretos de peso ligero, los romanos usaron recipientes de barro que eran embebidos en la composición generando vacíos en los muros. Y pudiendo de esta forma su objetivo. En 1824, el inglés J.Aspin, elaboró y patentó un producto parecido al cemento, obtenido por medio de la cocción de una mezcla de calcáreos y arcilla finamente molida. Este ligante permitió confeccionar un hormigón parecido al obtenido con la roca Pórtland (calcáreo bastante resistente de la isla de Pórtland) usualmente usado en Inglaterra para la obra. De aquí la designación Cemento Pórtland”

2.2.1.2. Definiciones

(Torre, 2004) “Cemento Pórtland De consenso con la Regla Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido por medio de la pulverización del Clinker compuesto en esencia por silicatos de calcio hidráulicos y que tiene principalmente una o bastante más de las maneras sulfato de calcio como suma a lo

extenso de la molienda, o sea: Cemento Portland = Clinker Pórtland + Yeso”

2.2.1.3. Materias primas del Cemento Pórtland

(Torre, 2004) “Las primordiales materias primas primordiales para la construcción de un cemento Pórtland son: Materiales calcáreos: Tienen que tener un correcto contenido de carbonato de calcio (Co_3Ca) que va a ser entre 60% a 80%, y no tendrá que tener más de 1.5% de magnesia. Aquí poseemos a las margas, cretas v calizas generalmente dichos materiales suministran el óxido de calcio o cal”

- (Torre, 2004) “Materiales arcillosos: Tienen que contener sílice en porción entre 60% y 70%. Dichos materiales dan el dióxido de silicio o sílice y además el óxido de aluminio o alúmina, aquí poseemos a las pizarras, esquistos y arcillas generalmente”
- (Torre, 2004) “Minerales de fierro: Suministran el óxido férrico en pequeñas porciones. En algunas ocasiones éstos vienen con la arcilla”
- (Torre, 2004) “Yeso: Aporta el sulfato de calcio”
- (Torre, 2004) “Nota: El yeso se incorpora al Clinker para el control de (retardar y regular) la fragua. Sin el yeso, el cemento fraguado bastante velozmente gracias a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetracálcico”

2.2.1.4. Proceso de construcción

- (Torre, 2004) “Sustracción de la materia prima: Esta se hace con la explotación de los yacimientos a tajo abierto. El material resultante de la voladura es transportado en camiones para su trituración, los mismos que son cargados

por medio de palas o cargadores frontales de gran capacidad. Esta fase comprende los procesos de investigación, perforación, carguio y acarreo”

- (Torre, 2004) “Trituración de la materia prima: Se hace en 2 fases, al inicio se procesa en una chancadora primaria, del tipo cono que puede reducirla de un tamaño mayor de 1.5 m hasta los 25 centímetros. (Chancado primario). El material se deposita en una cancha de almacenamiento y después de revisar su estructura química, pasa al chancado secundario reduciéndose a tamaños de hasta $\frac{3}{4}$ ”
- (Torre, 2004) “Molienda de Crudos: Este proceso se hace mediante molinos de bolas o prensas de rodillos que generan un material bastante fino además de dosificarse correctamente los materiales para poder hacer un crudo óptimo que va a ser el que ingrese al horno”
- (Torre, 2004) “Homogenización: El crudo finamente molido debería ser homogenizado para asegurar que el Clinker sea de calidad constante o sea en este periodo se debería afirmar la estructura química constante del crudo. Una vez homogeneizado este material es transportado por medio de fajas transportadoras al intercambiador de calor”
- (Torre, 2004) “Intercambiador de Calor (Precalentado): Se apoya en inmuebles que cuentan con una torre de ciclones localizados uno encima del otro al cual se le nombra precalentador. El crudo que ya ha sido homogenizado ingresa

por el extremo preeminente de este precalentador pasando por medio de los ciclones quienes captan el calor residual evacuados con los gases de combustión salientes del horno en contracorriente con el flujo del material que ingresa, entonces este crudo que se calienta por acción de los gases causados en el quemador del horno e iniciándose tal el proceso de descarbonatación y transformación termo-químico del crudo. En este periodo tienen la posibilidad de conseguir temperaturas hasta de 850°C (en la ingreso al horno rotatorio), y en la parte alta (región de salida de los gases del precalentador) se alcanzan temperaturas cerca de 280°C En la base de este inmueble está un sistema de pre calcinación anterior a su ingreso al horno rotatorio . El trueque de calor se genera por medio de transferencias térmicas por contacto íntimo entre la materia y los gases calientes provenientes del horno, en un sistema de 4 a 6 ciclones en cascada, que se hallan al interior de una torre de concreto armado de diversos pisos, con alturas mejores a los cien metros”

- (Torre, 2004) “Clinkerización: Es el sector más relevante del horno rotatorio siendo este el factor esencial para la construcción del cemento, hablamos de un tubo cilíndrico de acero con diámetros de 4 a 5 mts. y longitudes de 70 a 80 mts. los mismos que interiormente se hallan revestidos interiormente con materiales refractarios para la obtención del clinker se debería conseguir temperaturas cerca de los

1500°C, el proceso en si es complejo puede decirse que se inicia con el ingreso del crudo descarbonatado al horno rotatorio y que por impacto del calor que produce la combustión del carbón o petróleo en un quemador localizado en el extremo de la salida sufre transformaciones físicas y químicas , llevándose a obtener el producto intermedio denominado Clinker esto ocurre a temperaturas del orden de los 1400 a 1450°C. El horno rotatorio de Cementos Lima alcanza una longitud de 83 mts y un diámetro de 5.25 mts y una inclinación del 3% que posibilita el progreso del material por deslizamiento , dichos hornos giran a velocidades de 4.5 r.p.m y la temperaturas van a partir de 850°C hasta 1450°C . No obstante, la etapa líquida que nos sugiere el principio del proceso de sinterización tiene sitio a temperaturas de 1260°C y que al incrementar la temperatura se incrementa además la etapa líquida o fundida”

- (Torre, 2004) “Enfriamiento: No todos los minerales deseados del clinker , hidráulicamente activos, quedan estables a partir del proceso de clinkerización por lo cual se necesita que el clinker caliente deba ser enfriado velozmente o sea cuando el clinker es descargado por el horno pasa a la tercera parte del circuito de clinkerización que se otorgan en los enfriadores. Dichos enfriadores se hallan a la salida del horno y recibirán toda la carga del material que sale del horno a temperaturas entre 1000 a 1100°C , constan de algunas áreas

escalonadas compuestas por placas estáticas y placas móviles alternadas con unos pequeños agujeros por donde pasa el aire que es insuflado por la parte inferior por la acción de ventiladores con el propósito de enfriar el clínker hasta alrededor de 120°C para ser guardado luego a esta temperatura el material en las canchas de almacenamiento. Si el clínker compuesto por el proceso de sinterización se enfría poco a poco puede invertirse el sentido de las actitudes de equilibrio y podrían disolverse en la etapa líquida una sección del silicato Tricálcico (compuesto fundamental para el desarrollo de resistencias en el cemento), por consiguiente un proceso de enfriamiento lento podría descargar la resistencia del cemento sin embargo un proceso de enfriamiento veloz el cual es deseable por los efectos que podrían provocar en el cemento como por ejemplo: mejor molturabilidad por la realidad de fisuras tensionales en el clínker , menor cantidad de alita disuelta”

- (Torre, 2004) “Molienda del clínker: Por medio de un proceso de sustracción controlado el clínker entra a los molinos de bolas o prensa de rodillos donde se obtendrá un área específica alta de los granos del cemento”
- (Torre, 2004) “Envasado y despacho: Principalmente el cemento se comercializa en bolsas de 42.5 Kilogramo., según los requerimientos del cliente además puede despacharse a granel. Las bolsas, son de en papel krap extensible tipo

Klupac con contenido de hojas, entre 2 y 4 según los requerimientos de transporte o manipuleo. Solo en casos bastante especiales y necesarios, estas bolsas van provistas de un refuerzo interior de polipropileno”

- (Torre, 2004) “Estas bolsas de cemento son periódicamente controladas por medio de la verificación de su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fábricas cementeras además comercializan el cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas. Estos bolsones se conocen como big bag. Cada una de las fábricas de cementos del Perú despachan cemento a granel. Así se despacha la porción mínima de 25 a 30 toneladas. A lo largo de un largo tiempo, el cemento fue suministrado en sacos de papel. No obstante, la tendencia mundial es la de distribuirlo a granel, transportándolo en camiones cisterna y almacenándose en silos”

2.2.1.5. Características de los compuestos primordiales

(Torre, 2004) Silicato Tricálcico (C3S).

- “Se hidrata y endurece velozmente
- Es el de más grande relevancia de los compuestos del cemento
- Establece la velocidad o rapidez de fraguado
- Establece la resistencia inicial del cemento
- Cooperar una buena seguridad de volumen
- Cooperar a la resistencia al intemperismo”

(Torre, 2004) Silicato Dicálcico (C2S)

- “Coopera con las resistencias a edades más grandes a una semana
- Por su porcentaje en el clinker es el segundo en trascendencia
- Se hidrata y se fragua con lentitud
- Logra alta resistencia a la compresión (después de prolongado endurecimiento)
- Hidratación equivalente a 63 cal/gr
- Cooperar a la resistencia a la exposición de agentes.
- Su contribución a la igualdad de volumen es regular”

(Torre, 2004) Aluminato Tricálcico (C3A)

- “Fue el primero en hidratarse, mejor dicho fragua con mucha velocidad
- Libera gran proporción de calor a lo largo de los primeros días de la hidratación
- Incide levemente en la resistencia mecánica
- Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo)
- Tiene mala seguridad de volumen
- Poca resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos
- Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr”

(Torre, 2004) Ferro Aluminato Tetracálcico (C4AF)

- “Disminuye la temperatura de formación del Clinker

- Inmediata rapidez de hidratación
- El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado)
- En la resistencia mecánica no esta determinada su predominación
- La igualdad de volumen es mala
- Influye en el color final del cemento”

2.2.1.6. Características del Cemento

2.2.1.6.1. Finura o Fineza

(Torre, 2004), “Dedicada al nivel de molienda del polvo, se expresa por el área específica, en m²/kg. En el laboratorio hay 2 ensayos para determinarlo”:

- Permeabilmetro de Blaine
- Turbidimetro de Wagner

(Torre, 2004) “Trascendencia: A más grande finura, crece la resistencia, empero se incrementa el calor de hidratación y cambios de volumen. A más grande finura del cemento más grande velocidad de hidratación del cemento y mayor desarrollo de resistencia”

Ejemplo:

Tabla 1

Tipo de cemento y su valor de finura

Tipo de cemento	Finura Blaine m² / kg
I	370
II	370
III	540
IV	380
V	380

Fuente: Ana Torre Tecnología del Concreto (Fuente: UNI)

2.2.1.6.2. Peso Específico

(Torre, 2004) “Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm³. En el laboratorio se establece mediante el Ensayo del Tarro de Le Chatelier (NTP 334.005). Trascendencia: Se utiliza para los cálculos en el diseño de mezclas Los pesos específicos de los cementos Pórtland son de alrededor de 3.15”

2.2.1.6.3. Tiempo de Fraguado

(Torre, 2004) “Es la época entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta. Se expresa en min. Se muestra como: La era de Fraguado Inicial y La época de Fraguado Final. En el laboratorio hay 2 procedimientos para calcularlo”

- Agujas de Vicat : NTP 334.006 (97)
- Agujas de Gillmore : NTP 334.056 (97)

(Torre, 2004) “Trascendencia: Fija la puesta adecuada en obra y endurecimiento de los concretos y morteros”

2.2.1.6.4. Estabilidad de Volumen

(Torre, 2004) “Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se establece por medio de: Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)”

2.2.1.6.5. Resistencia a la Compresión

(Torre, 2004) “Mide la capacidad mecánica del cemento a tolerar una fuerza externa de compresión. Es una de las más relevantes características, se expresa en Kg/cm². En el laboratorio se establece por medio de: Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 centímetros de lado (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334. 051 (98)”

2.2.1.6.6. Calor de Hidratación

(Torre, 2004) “Es el calor que se crea por la actitud (agua + cemento) exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr.y es dependiente primordialmente del C3A y el C3S . En el laboratorio se establece por medio de: Ensayo del Calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea morteros estándar: NTP 334.064”

2.2.1.7. Tipos de Cementos

(Torre, 2004) “Constituidos por Clinker Pórtland y la integración únicamente de un definido porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Aquí poseemos según las Reglas Técnicas:

- Tipo I: Para usos que no requieran características especiales de cualquier otro tipo

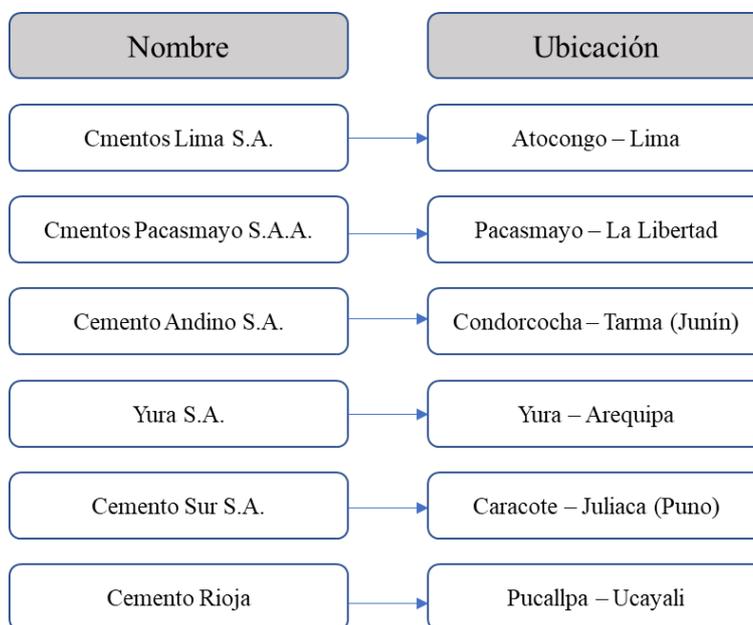
- Tipo II: Para uso general y especialmente una vez que se quiere moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación
- Tipo III: Para utilizarse una vez que es necesario altas resistencias iniciales
- Tipo IV: Para emplearse una vez que se quiere bajo calor de hidratación
- Tipo V: Para emplearse una vez que se quiere alta resistencia a los sulfatos”

2.2.1.8. Los Cementos en el Perú

En el Perú, en la actualidad poseemos las próximas organizaciones cementeras

Gráfico 1

Cementos en el Perú



Fuente: UNI

2.2.1.9. Usos y aplicaciones de los Cementos Pórtland

(Torre, 2004) “Los cementos tiene las siguientes aplicaciones:

- Tipo I Para estructuras de concreto y mortero de uso general y una vez que no se ocupe características específicas, se usa en concretos que no se encuentren sujetos al ataque de componentes agresivos como puede ser la existencia de sulfatos en el suelo o en el agua.
- Tipo II: En obras donde se necesite resistencia moderada a la acción de los sulfatos (ejm. Construcciones de drenaje) y/o moderado Calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se propone en construcciones, construcciones industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y generalmente en cada una de esas construcciones de volumen notable, y en climas cálidos.
- Tipo III: Para obras que ocupe alta resistencia altas a edades tempranas, comúnmente a menos de una semana (ejm: avance de la puesta en servicio) y además en obras de regiones frías su uso posibilita minimizar el curado controlado.
- Tipo IV: Para construcciones es necesario bajo Calor de Hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de monumentales masas de concreto, además debería tenerse presente que este cemento realiza resistencias a una rapidez inferior a la de los demás cementos.
- Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se necesite alta resistencia a los sulfatos. Es la situación de obras portuarias expuesta al

agua de océano Además en canales, alcantarillas, túneles, suelos con elevado contenido de sulfatos. dichos cementos desarrollan resistencias más poco a poco que los cementos tipo I, aumentan su resistencia a los sulfatos”.

2.2.1.10. Almacenamiento del cemento

(Torre, 2004) “La buena disposición que se adopte para el almacenamiento de los insumos del concreto contribuirá en la buena marcha de la obra, además de una producción eficiente del concreto de calidad. El diseño general de las instalaciones de almacenamiento se efectúa en la fase previa de la obra, teniendo presente entre otros los próximos límites:

- Localización y propiedades del área donde se encuentra la obra.
- Espacios accesibles.
- Consumo promedio de concreto de consenso al cronograma de la obra
- Consumo más alto y duración del lapso en el que se hace la más grande producción de concreto.
- Forma y medios de aprovisionamiento de los materiales.
- Stock mínimo que es correcto conservar.
- Localización de las mezcladoras o central de mezcla.
- Alternativas y precios para las diversas instalaciones de almacenamiento”

(Torre, 2004) “El cemento que se conserva seco preserva cada una de sus propiedades. Guardado en latas estancas o en ambientes de temperatura y humedad controlada, su duración va a ser indefinida. En las obras se necesitan posiciones para que el cemento se mantenga en buenas

condiciones por un lugar de tiempo definido. Lo importante es mantener el cemento seco, para lo que debería cuidarse no únicamente la acción de la humedad directa sino además considerar la acción del aire húmedo. En obras monumentales o en esos casos en que el cemento deba seguir estando por un periodo destacable se tendrá que proporcionar una bodega, de tamaño correcto sin aberturas ni grietas, ventilados con el objetivo de eludir la humedad tal que se logre conservar el ambiente lo más seco que sea viable si se puede se debería planear el trabajo de extractores de aire. En los casos en que sea previsible la existencia de lluvias, el techo va a tener la pendiente correcta. El piso tendrá que ser preferido de tablas, que se eleven 10 centímetros. sobre el suelo natural para eludir el paso de la humedad. Ocasionalmente tienen la posibilidad de utilizar tarimas de madera. Las bolsas se deberán apilar juntas, de forma de reducir la circulación del aire, dejando un lugar cerca de los muros de por lo menos 50 centímetros. Las puertas y las ventanas deberán estar permanentemente cerradas. El apilamiento del cemento, por períodos no más grandes de 60 días, va a poder llegar hasta una elevación de doce bolsas. Para más grandes periodos de almacenamiento el límite recomendado es el de 8 bolsas, para evadir la compactación del cemento. Las bolsas de cemento se dispondrán de forma que se facilite su implementación de consenso al orden cronológico de recepción, con el objetivo de eludir el envejecimiento de determinadas partidas. No tendrá que admitirse, según lo predeterminado en la regla, bolsas deterioradas o que manifiesten señales de endurecimiento del cemento. En obras pequeñas o una vez que el cemento estará guardado en periodos cortos, no bastante más de 7 días,

puede almacenarse con una mínima defensa, que puede consistir en una base afirmada de concreto pobre y una cobertura con lonas o láminas de plástico. Las cubiertas deberán rebasar los bordes para eludir la penetración ocasional de la lluvia a la plataforma. El recubrimiento tendrá que afirmarse en la parte inferior y si es viable en la preeminente para evadir que sea levantada por el viento. En todos los casos el piso tendrá que estar separado del lote natural y afirmar que se mantenga seco. En caso de largos periodos de almacenamiento se propone además, de lo anterior, rotar periódicamente la postura de los sacos, aprovechando el cambio para ofrecer golpes de canto a los sacos y soltando así las partículas de cemento que se aprieta a lo largo de el apilado. Además de cubrir los sacos con una lámina de polietileno que llegue hasta el piso. Y no lanzar las bolsas a partir de lo elevado ni arrastrarlas por el piso. Las bolsas inferiores podrían exponer grumos blandos por impacto de la compactación recuerde constantemente que al abrir la bolsa de cemento la aspecto debería ser harinosa, sin grumos De observarse grumos que con la presión de las yemas de los dedos no se deshacen podrían haberse producido proceso de hidratación y debe desarrollarse ciertos ensayos con el fin de confirmar su utilidad”

(Torre, 2004) “Para los casos específicos de almacenamiento en silos: Los silos de cemento, son recursos verticales, de manera principalmente cilíndrica y parte circular, de gran elevación con en interacción a su diámetro. Los silos se caracterizan principalmente, por el tonelaje guardado, que cambia entre los 15 y 50 m³. El silo está formado de un cuerpo humano, construido por un fuste cilíndrico metálico cerrado,

de 2.40 a 2.80 de diámetro. Principalmente, en la parte preeminente, se dispone de una chimenea o respiradero para la descompresión, el acceso de la tubería de carga y una escotilla para ingreso de individuos con cierre estanco. La parte inferior tiene forma de cono y en el área más estrecha, una apertura con dispositivo de cierre. El diseño del cono preveé determinar la formación de bóvedas. Al final, los apoyos permanecen constituidos por tubos y perfiles de acero, que son anclados debidamente, para contrarrestar la acción del viento una vez que el silo está vacío, que produce esfuerzos de basculamiento que generan tracciones en los pies. De vez en cuando los silos cuentan con indicadores del grado del cemento, filtros para borrar el polvo dispositivos antibóveda y distribuidores de cemento. El cuerpo humano de los silos pequeños en la más grande parte de los casos es completamente guerrero, lo cual posibilita ponerlo en obra velozmente. Silos de más grandes magnitudes, que realizan difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas Los de esta clase son más caros y de vez en cuando sujetos a la humedad. El cuerpo humano de los silos pequeños generalmente es del todo guerrero, lo cual posibilita ponerlo en obra velozmente. Silos de más grandes magnitudes, que realizan difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas. Los de esta clase son más caros y ocasionalmente sujetos a la humedad. El cuerpo humano de los silos pequeños generalmente es del todo guerrero, lo cual posibilita ponerlo en obra velozmente Silos de más grandes magnitudes, que realizan difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas. Los de esta clase son más caros y de vez en cuando sujetos a la humedad La chimenea se instala en la parte

preeminente del silo y posibilita que penetre el aire para suplir el cemento que se descarga y que en el instante de llenado logren huir tanto el aire del silo como el perteneciente de la ingesta de alimentos. Examinar periódicamente la estanqueidad de las compuertas con el objeto de reducir el deterioro y formación de grumos obsérvese primordialmente las compuertas de carga, el techo, las uniones soldadas. Conservar las compuertas cerradas una vez que no se las usa. Utilizar sistemas de aire comprimido con trampas de agua. Examinar regularmente los silos por probables grumos o pegas, evadir la contaminación del cemento con sustancias que podrían dañar el fraguado como por ejemplo sacarosa, almidones compuestos de plomo zinc, cobre etcétera”.

2.2.2. Agua para el concreto

(Torre, 2004) “Las aguas potables y esas que no tengan sabores u olores tienen la posibilidad de ser usadas para elaborar concreto, no obstante, varias aguas no potables además tienen la posibilidad de ser utilizadas si cumplen con ciertos requisitos, en nuestra región es recurrente laborar con aguas no potables más que nada una vez que se intentan obras en las afueras de las localidades”

(Torre, 2004) “Como requisito de carácter general y sin que ello implique la ejecución de ensayos que permitan comprobar su calidad, se va a poder usar como aguas de mezclado esas que se tomen en cuenta potables, o las que por vivencia se conozcan que tienen la posibilidad de ser usadas en la preparación del concreto. debería recordarse, que sólo varias de las aguas inadecuadas para tomar son problemas para elaborar concreto. Generalmente, en las restricciones, el agua de mezclado tendrá que estar independiente de sustancias colorantes, aceites y azúcares. El agua empleada no tendrá que contener sustancias que logren crear

efectos sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, aspecto del concreto, o sobre los recursos metálicos embebidos en éste. Anteriormente a su trabajo, va a ser primordial averiguar y aseverarse que la fuente de provisión no está sometida a influencias que logren cambiar su estructura y propiedades con en interacción a las conocidas que han permitido su trabajo con resultados satisfactorios”.

2.2.2.1. Requisitos de calidad del agua

(Torre, 2004) “El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto tendrá que llevar a cabo con los requisitos de la Regla NTP 339.088 y ser, preferido potable. No hay criterios uniformes referente a los fronteras permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va. a emplearse. La Regla Peruana NTP 339.088 estima aptas para la preparación y curado del concreto, esas aguas cuyas características y contenidos de sustancias disueltas permanecen entendidos en los próximos parámetros”:

Tabla 2

Requisitos de Calidad para agua

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaCHCO ₃)	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ión Cl-)	1,000	ppm	Máximo
pH	5 a 8		Máximo

Fuente: Ing. Ana Torre, Tecnología de Concreto

(Torre, 2004) Recomendaciones Extras:

- “Si la alteración de color es un requisito que se quiere mantener el control de, el contenido mayor de fierro, expresado en ión férrico, va a ser de 1 ppm”.
- “El agua tendrá que estar independiente de azúcares o sus derivados. Por igual lo va a estar de sales de potasio o de sodio”.
- “Si se usa aguas no potables, la calidad del agua, definida por estudio de Laboratorio, tendrá que ser aprobada por la Supervisión”.
- “La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los cuales se ha usado en la preparación del concreto el agua de la fuente escogida”.

2.2.2.2. Restricciones

(Torre, 2004) “Las sales u otras sustancias nocivas que logren estar presentes en los agregados y/o aditivos, deberán sumarse a la porción que pudiera dar el agua de mezclado con el objeto de evaluar el total de sustancias problemáticas que tienen la posibilidad de ser nocivas al concreto, el acero de refuerzo, o los recursos metálicos embebidos. El agua empleada en la preparación del concreto para recursos presforzados, o en concretos que tengan embebidos recursos de aluminio o de fierro galvanizado, incluyendo la parte del agua de la mezcla con la que contribuyen la humedad independiente del añadido o las resoluciones de aditivos, no tendrá que contener porciones de ión cloruro más grandes del 0.6% en peso del cemento. La suma total de las porciones de ión cloruro

presentes en el agua, agregados y aditivos, no tendrá que jamás exceder, expresada en porcentajes en peso del cemento, de los porcentajes designados después”:

Tabla 3

Proporciones de Ion Cloruro

TIPO DE CONCRETO	PORCENTAJE
Concreto preesforzado	0.06%
Concreto armado con elementos de aluminio o fierro galvanizado	0.06%
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10%
Concreto armado sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros	0.15%
Concreto armado seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de un recubrimiento impermeable	0.80%

Fuente: Ing. Ana Torre, Tecnología de Concreto

2.2.2.3. Requisitos del comité 318 del ACI

(Torre, 2004) “Los Requisitos son:

- El agua empleada en el mezclado del concreto tendrá que estar limpia y independiente de porciones peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.
- El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que tendrá que contener recursos de aluminio embebidos, incluida la parte del agua de me/ciado que es contribuida a modo de agua independiente sobre el añadido, no tendrá que contener porciones peligrosas de ión cloruro.
- No tendrá que emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las próximas condiciones sean satisfechas.

- La selección de las proporciones del concreto tendrá que fundamentarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.
- Los cubos de ensayo de morteros preparados con aguas de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales a al menos el 90% de la resistencia de especímenes semejantes preparados con agua potable. Los ensayos de comparación de resistencia deberán ser preparados con morteros, idénticos con exclusión del agua de mezclado, preparados y ensayados conforme con la Regla ASTM C 109 "Examen Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar" (Empleando especímenes cúbicos de 2" ó 50 mm)"

2.2.3. Agregados para el concreto

(Torre, 2004) “Antiguamente se mencionaba que los agregados eran recursos inertes dentro del concreto debido a que no intervenían de forma directa en las actitudes químicas, la tecnología actualizada instituye que siendo este material el que más grande % de colaboración va a tener en la unidad cúbica de concreto sus características y propiedades distintas influyen en cada una de las características del concreto. La predominación de este material en las características del concreto tiene impacto fundamental no únicamente en el destruido y calidad final del concreto sino además sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, características flexibles y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido. La regla

de concreto E-060, ofrece que a pesar que en ciertas situaciones agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un óptimo comportamiento en vivencias de obras ejecutadas, no obstante Debería tenerse presente que un comportamiento satisfactorio en el pasado no asegura buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en el tamaño de lo viable deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del plan. Los agregados en el concreto ocupan cerca de las 3 cuartas piezas del volumen, de allí la justificación para su idónea selección, además que agregados débiles podrían delimitar la resistencia del concreto por otro parte son dichos recursos los que dan una seguridad volumétrica al concreto y durabilidad”.

2.2.3.1. Agregado

(Torre, 2004) “Se define como añadido al grupo de partículas inorgánicas de procedencia natural o artificial cuyas magnitudes permanecen comprendidas entre los parámetros fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la etapa discontinua del concreto y son materiales que permanecen embebidos en la pasta y que ocupan alrededor de el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto”.

2.2.3.2. Tamaño Mayor

(Torre, 2004) “Corresponde al menor tamiz por el cual pasa toda la muestra de añadido”.

2.2.3.3. Tamaño Nominal Mayor

(Torre, 2004) “Corresponde al menor tamiz en el que se crea el primer retenido”.

2.2.3.4. Módulo de Fineza

(Torre, 2004) “Criterio Predeterminado en 1925 por Duff Abrams desde las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material usando la siguiente expresión”:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (} 1\frac{1}{2}\text{''}, \frac{3}{4}\text{''}, \frac{3}{8}\text{''}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

2.2.3.5. Funcionalidades del agregado

(Torre, 2004) “El añadido dentro del concreto cumple primordialmente las próximas funcionalidades:

- Como esqueleto o relleno conveniente para la pasta (cemento y agua), disminuyendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- Da una masa de partículas capaz de resistir las ocupaciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que logren actuar sobre el concreto.
- Minimizar los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta”

(Torre, 2004) “Los agregados finos son usualmente ubicados por un número nombrado Módulo de finura, que generalmente es más diminuto mientras el añadido es más fino. La capacidad de los agregados en el concreto es la de producir un esqueleto duro y estable lo cual se consigue uniéndolos con cemento y agua (pasta). Una vez que el concreto está fresco, la pasta además lubrica las partículas de añadido otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para llevar a cabo satisfactoriamente

con estas funcionalidades la pasta debería cubrir plenamente el área de los agregados”

(Torre, 2004) “Si se fractura una roca, como se observa en la figura, se disminuirá su tamaño y aparecerán novedosas zonas sin haberse modificado el peso total de roca. Por la misma razón, los agregados de menor tamaño poseen una más grande área para lubricar y demandarán más grande proporción de pasta. De modo que, para llevar a cabo concreto es aconsejable usar el más grande tamaño de añadido compatible con las propiedades de la composición”

2.2.3.6. Proceso de producción

(Torre, 2004) “La producción de los agregados principalmente se hace a cielo abierto, y se acostumbra continuar las próximas ocupaciones:

- Supresión de las capas no exportables (rocas estériles, degradadas, alteradas, cubierta vegetal etc).
- Sustracción de los materiales: -Extracción de los materiales sin consolidar -Explotación mixta.
- Sustracción de materiales consolidados: frecuente utilizarse materiales explosivos para poder hacer la fragmentación de la piedra los cuales son transportados luego en dumpers o fajas transportadoras.
- Transporte a la planta de procedimiento: principalmente se trata que las canteras estén lo más cerca viable a la obra de ser primordial el transporte este podría ser: por medio de fajas transportadoras o con camiones y/o dumpers.

- Procedimiento de los agregados: Con el fin de obtener los agregados con las propiedades deseadas tienen la posibilidad de continuar las próximas fases:
- El chancado o trituración, para reducir la medida de las partículas usando para eso conjuntos como chancadoras de mandíbula, percusión, giratorios, molinos de bolas u otros.
- Intercalados entre las ocupaciones de chancado se aparecen los grupos de categorización que nos van a permitir elegir las partículas del material según sus tamaños separándolas en medio de las que pasan y las que no pasan.
- Frecuentemente va ser primordial lavar el material para remover el exceso de finos que puede alterar la cohesión del material, así como la resistencia primordialmente.
- Almacenamiento y envío”

2.2.3.7. Canteras

(Torre, 2004) “En varias ocasiones corresponderá al contratista la localización y selección de las canteras de agregados accesibles en el área, esta tendrá que integrar estudios geológicos, petrográficos, estructura mineral del material características físicas, resistentes, precio de operación, rendimiento, potencialidad, accesibilidad etcétera. Estas canteras seleccionadas deberán ser aprobadas por la inspección previa presentación de certificados de ensayos en laboratorio. En la averiguación y selección de la cantera el ingeniero debería considerar sobre la localización, proporción de añadido solicitado la medida más alto a ser empleado y las propiedades en general de creación, asimismo debería estar

comunicado sobre los efectos que sobre las características del concreto poseen la granulometría, las propiedades físicas y la estructura del añadido. El laboratorio seleccionado para la evaluación de las características de los agregados tendrá que disponer de conjuntos calibrados, y conocer de los métodos normalizados. La selección y aceptación final de la cantera va a ser elaborada por el inspector previa presentación por el contratista de los certificados de un Laboratorio Oficial. Por medio de el análisis cuidadoso y selección idónea de las canteras a ser usadas, el proyectista va a poder conocer que agregados hay o tienen la posibilidad de ser accesibles en el sector de trabajo y la conveniencia o no de su implementación”.

2.2.3.8. Especificaciones Técnicas de los Agregados

(Torre, 2004) “Los agregados a usar en la obra deberán llevar a cabo las especificaciones técnicas que aseguren la calidad final de la obra. Esos agregados que no cumplan ciertos requisitos van a poder ser empleados continuamente que se demuestre con pruebas de laboratorio o vivencia en obra que tienen la posibilidad de crear concretos de la calidad especificada. Los requisitos que tienen que llevar a cabo los agregados para uso en específico se hallan estipulados en ASTM C33 así como en NTP 400.037. Los agregados que van estar sometidos a humedecimiento, exposición prolongada a atmósferas húmedas, o en contacto con suelos húmedos no deberán tener ningún material que sea potencialmente reactivo con los álcalis del cemento con el propósito de eludir expansiones. El ensayo de seguridad de volumen se sugiere para agregados que serán empleados en concretos sometidos a procesos de

congelación y deshielo. Esos agregados que no pasen esta prueba van a poder ser utilizados solamente mostrando que un concreto de propiedades semejantes en el área tiene un registro de servicio satisfactorio en aquellas condiciones de intemperismo. Asimismo, se necesita usar agregados con contenido de sales solubles totales en porcentajes menores del 0.015% en peso del cemento”.

2.2.4. Aditivos para el concreto

(Torre, 2004) “Un aditivo es determinado, tanto por la junta 116R del ACI como por la Regla ASTM C 125, como “un material que no siendo agua, añadido, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un componente del mortero o concreto, y es agregado a la tanda rápidamente previamente o a lo largo de su mezclado”. Nuestra Regla técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los elementos primordiales del concreto destinados a cambiar alguna de sus características. Los aditivos se agregan a las mezclas de concreto principalmente a lo largo del proceso de mezclado destinados a”:

- Cambiar una o varias de sus características NTP, con el objeto de permitir que sean más adecuados para el trabajo requerido.
- Mejorar su trabajabilidad haciendo más fácil su proceso de colocación.
- Posibilitar el rendimiento en la preparación, transporte, y puesta en obra del concreto.:
- Conseguir más grande economía y superiores resultados, por cambios en la estructura o proporciones de la mezcla.

2.2.4.1. Condiciones de trabajo

(Torre, 2004) “Los aditivos usados deberán consumir con los requisitos de las Reglas ASTM o NTP que corresponden. Su trabajo tendrá que estar indicado en las especificaciones del plan, o ser aprobado por la Supervisión. La regla instituye para todos los aditivos requisitos para verificar las modificaciones aportadas por el aditivo en las próximas características del concreto”:

- Proporción de agua
- Tiempo de fragua
- Resistencia a compresión
- Resistencia a flexión
- Deformación por contracción
- Inalterabilidad (durabilidad)

(Torre, 2004) “Indicándonos en cada caso valores mínimos esperados conforme con la categorización o tipo de aditivo que se encuentre utilizando. Para al caso de los aditivos incorporadores de aire este es necesario en concretos que, en cualquier fase de su historia, tienen la posibilidad de estar expuestos a temperaturas ambiente menores de 0°C. En otras ocasiones, el trabajo de dichos aditivos es opcional y a criterio del especialista”

2.2.4.2. Causas de empleo

(Torre, 2004) “En medio de las primordiales causas de trabajo de aditivos, para cambiar las características del concreto fresco, se puede nombrar:

- Reducción en el contenido de agua de la mezcla, que trae como resultado ahorro en la proporción de cemento para una misma interacción a/c (caso de los plastificantes y superplastificantes).
- Se consigue obtener Varias características en el concreto de forma mas positiva que usando otros medios.
- Crecimiento en la trabajabilidad sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- Reducción, aumento o control del asentamiento
- Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.
- Modificación de la rapidez y/o intensidad de la exudación
- Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera extensión
- Optimización en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.
- Afirmary la calidad de concreto a lo largo de los periodos de mezclado, transporte, colocación y curado del concreto.
- En medio de las primordiales causas de trabajo de los aditivos para cambiar las características de los concretos, morteros o lechada endurecidos se puede nombrar:
- Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en el tamaño de éste a lo largo del endurecimiento inicial
- Aceleración en la rapidez de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el crecimiento de la misma.

- Aumento en la durabilidad (resistencia a condiciones severas de exposición).
- Disminución de la permeabilidad del concreto
- Control de la extensión debida a la actitud álcali-agregados;
- Aumento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo-concreto fresco
- Crecimiento en las resistencias al efecto y/o la abrasión
- Control de la corrosión de los demonios metálicos embebidos en el concreto
- Producción de concretos o morteros celulares
- Producción de concretos o morteros coloreados”

2.2.4.3. Consideraciones en el trabajo de Aditivos

(Torre, 2004) “Los aditivos tienen que llevar a cabo con los requisitos de las Reglas seleccionadas y las especificaciones de obra, debiendo prestarse particular atención a las sugerencias del fabricante y/o proveedor del aditivo. Las próximas reglas ASTM cubren los tipos o clases de aditivos de uso corriente:

- Aditivo incorporado de aire (ASTMC 260)
- Aditivos reductores de agua y controladores de edurecimiento (ASTMC 494)
- Cloruro de Calcio (ASTM D 98)
- Aditivos a ser empleados en la producción de concretos bastante sueltos (ASTM C 1017)”

(Torre, 2004) “Considerado una vez que se evalúa la acción del aditivo, las ventajas resultantes, y los más grandes precios debidos a su

trabajo, en el estudio económico del trabajo de un aditivo se debería tener en cuenta:

- El precio de usar un componente extra y el impacto de eso sobre los precios de puesta en obra del concreto
- Los efectos económicos del aditivo sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto; así como sobre el tamaño y rapidez de ganancia de resistencia
- La probabilidad de usar métodos menos costosos, o diseños más avanzados
- Todos esos puntos que logren justificar el más grande precio del concreto debido al trabajo del aditivo”

2.2.4.4. Categorización

(Torre, 2004) “No es simple clasificar los aditivos, ya que ellos tienen la posibilidad de ser clasificados genéricamente o con interacción a los efectos particulares derivados de su trabajo; tienen la posibilidad de cambiar bastante más de una propiedad del concreto; así como a que los múltiples productos existentes en el mercado no cumplen las mismas especificaciones. Adicionalmente debería indicarse que los aditivos comerciales tienen la posibilidad de contener en su estructura materiales los cuales, separadamente serían integrados en 2 o más conjuntos, o serían cubiertos por 2 o más Reglas ASTM o sugerencias ACI. Según la Regla ASTM C 494, los aditivos se ordenan en:

- 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: Super Reductores de agua.
- TIPO Gramo: Super Reductores de agua – acelerante”

2.2.4.5. Requisitos de la regla

(Torre, 2004) “La regla instituye para todos los aditivos mencionados, los requisitos para verificar las modificaciones aportadas por un aditivo sobre alguna de las próximas características del concreto:

- Requerimiento de agua.
- Tiempo de fraguado.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Deformación por contracción.
- Inalterabilidad (durabilidad)”

2.2.4.6. Almacenamiento de los Aditivos

(Torre, 2004) “Los aditivos se almacenarán siguiendo las sugerencias del fabricante con la intención de eludir la contaminación, evaporación y deterioro de dichos, para esto se va a tener presente los próximos puntos:

- Los aditivos líquidos van a ser salvaguardados del congelamiento o cambios de temperatura que logren influir sus propiedades.
- No deberán ser almacenados por un tiempo superior a 6 meses a partir de la fecha del último ensayo de asentimiento, debiéndose evaluar su calidad antes del trabajo.

- No se usarán aditivos deteriorados, contaminados o esos cuya fecha de vencimiento se haya cumplido”.

2.2.5. Concreto

(Torre, 2004) “El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto primordialmente de la mezcla de cemento, agua y añadido fino y grueso. El concreto tiene un diminuto volumen de aire atrapado, y puede contener además aire intencionalmente incorporado por medio de el trabajo de un aditivo”

(Rivva López, 2000) “Por igual, en la mezcla de concreto además se aplican a menudo otros aditivos para fines como por ejemplo apresurar o retardar el fraguado y el endurecimiento inicial, mejorar la trabajabilidad, minimizar los requisitos de agua de mezcla, aumentar la resistencia o cambiar otras características del concreto”

(Rivva López, 2000) “Adicionalmente, a la mezcla de concreto se le puede integrar determinados aditivos minerales, como por ejemplo las puzolanas, las cenizas y las escorias de elevado horno al final molidos. Esta unión puede contestar a consideraciones de economía o se puede realizar para mejorar determinadas características del concreto: minimizar el calor de hidratación, incrementar la resistencia final, o mejorar la conducta de concreto frente al ataque por sulfatos o a la actitud de álcali agregados.”.

2.2.5.1. Elementos del Concreto

“La tecnología del concreto actualizada define para este material 4 elementos: Cemento, agua, agregados y aditivos como recursos activos y el aire como componente pasivo”. (Pasquel Carbajal, 1998).

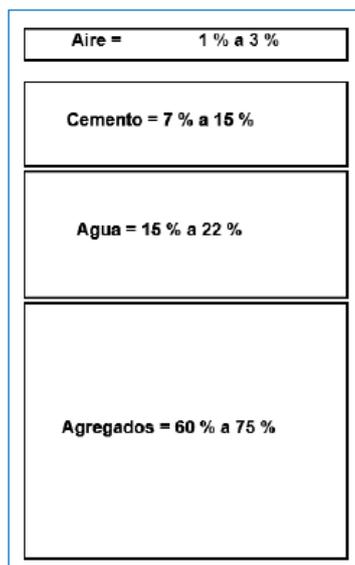
“Si bien la definición clásico consideraba a los aditivos como un componente opcional, en la práctica actualizada mundial dichos

conforman un componente regular, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su trabajo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la extensa una solución más económica si se toma presente el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e inclusive en reducción de uso de cemento”. (Pasquel Carbajal, 1998).

“Ya hemos predeterminado conceptualmente la necesidad de conocer a hondura las características de los elementos del concreto, sin embargo, debemos puntualizar que, de todos ellos, el que amerita un entendimiento particular es el cemento. Si analizamos la figura siguiente, en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los elementos del concreto. Concluiremos en que el cemento es el componente activo que participa en menor porción, sin embargo, no obstante, es el que define las tendencias del comportamiento” (Pasquel Carbajal, 1998).

Gráfico 2

Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto



Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto-Enrique Pasquel

“En la imagen mostrada, A pesar de que en nuestra formación en Ingeniería Civil todos asimilamos los conceptos básicos de química, no es común que entre los compañeros de trabajo exista mucha afición hacia este campo (como es además la situación nuestra). No obstante, se necesita tener el razonamiento general de las secuelas de las actitudes que se generan, por lo cual a lo largo del desarrollo de dichos temas insistiremos en los puntos prácticos antes que en el detalle de fórmulas y combinaciones químicas si no aportan información de aplicación directa para el Ingeniero Civil”. (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.2. Características del Concreto

“Las propiedades del concreto han de ser funcionalidad del fin para el cual está designado. Por esto la selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto debería permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras características que se piensan correctas para la situación especial para el cual la mezcla está siendo diseñada” (Rivva López, 2000).

“Al elegir las características de la mezcla debería tenerse en importancia las condiciones de colocación, la calidad y vivencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las múltiples características del concreto, así como la importancia de que el concreto debería ser económico no solo en su primer precio sino además en sus futuros servicios”. (Rivva López, 2000).

“En las secciones y acápites siguientes se analizan ciertos de los primordiales puntos que poseen predominación sobre las primordiales características del concreto”. (Rivva López, 2000).

2.2.5.3. Concreto fresco

2.2.5.3.1. Trabajabilidad

“Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual establece su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado correctamente, con un mínimo de trabajo y un mayor de homogeneidad, así como para ser destruido sin que se presenten segregación”. (Rivva López, 2000).

“La trabajabilidad es una propiedad que no es mensurable ya que está dedicada a las propiedades y perfil del encofrado, a la porción y repartición del acero de refuerzo y recursos embebidos, y al método empleado para compactar el concreto”. (Rivva López, 2000).

“No obstante, para facilidad de trabajo y de selección de las proporciones de la mezcla, se reconoce que la trabajabilidad se refiere a el contenido de cemento en la mezcla, con las propiedades, granulometría, interacción de los agregados fino - grueso, y proporción del añadido en la mezcla, con la proporción de agua y aire en la mezcla con la existencia de aditivos, y con las condiciones del medio ambiente”. (Rivva López, 2000).

2.2.5.3.2. Segregación

“Las diferencias de densidades entre los elementos del concreto ocasionan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, empero generalmente, la densidad de la

pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo que sumado a su viscosidad crea que el añadido grueso quede suspendido e inmerso en la matriz” (Pasquel Carbajal, 1998).

“Una vez que la viscosidad del mortero se disminuye por insuficiente concentración de la pasta, mala repartición de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se dividen del mortero y se genera lo cual se sabe cómo segregación. En los concretos con contenidos de roca > del 55% en peso con respecto al peso total de los agregados, es recurrente confundir la segregación con el aspecto regular de dichos concretos, lo que es bastante fácil de revisar obteniendo 2 muestras de concreto fresco de sitios diferentes y equiparar el contenido de gruesos por lavado, que no tienen que deducir en más del 6%” (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.3.3. Exudación

“Propiedad por la cual una sección del agua de mezcla se separa de la masa y se asciende hacia el área del concreto. "Es un caso típico de sedimentación en que los rígidos se asientan en la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, anteriormente que el impacto de la viscosidad y la diferencia de densidades”. (Pasquel Carbajal, 1998).

“Está influenciada por la proporción de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo cual cuanto más fina es

la molienda de este y más grande es el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación va a ser menor puesto que se retiene el agua de la mezcla” (Pasquel Carbajal, 1998).

“La exudación se crea inevitablemente en el concreto, puesto que es una propiedad inherente a su composición, después lo fundamental es evaluarla y controlarla referente a los efectos negativos que pudiera tener” (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.3.4. Contracción

“Es una de las características más relevantes en funcionalidad de los inconvenientes de fisuración que acarrea a menudo” (Pasquel Carbajal, 1998).

“Ya hemos observado que la pasta de cemento precisamente se contrae gracias a la reducción del volumen original de agua por mezcla química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible” (Pasquel Carbajal, 1998).

(Torre, 2004) “Sin embargo, además existe otro tipo de contracción inherente además a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los inconvenientes de fisuración, ya que pasa tanto en el estado plástico como en el endurecido si se posibilita la pérdida de agua en la mezcla”

“Este proceso no es irreversible, debido a que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera parte importante de la contracción acaecida” (Pasquel Carbajal, 1998).

“Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el asunto de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo importante en este capítulo, el tener claro que el concreto de cualquier manera se contrae y si no tomamos las medidas correctas indefectiblemente se fisura, y en varios casos esta figuración es ineludible por lo cual solo resta preverla y orientarla” (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.4. Concreto endurecido

2.2.5.4.1. Elasticidad

“Generalmente, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación persistente. El concreto no es un material flexible estrictamente hablando, debido a que no posee un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, no obstante, convencionalmente se acostumbra conceptualizar un “Modulo de elasticidad estático” del concreto por medio de una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que junta los principios del diagrama con un punto predeterminado que comúnmente es un % de la tensión ultima.”. (Torre, 2004)

(Torre, 2004), “Los módulos de elasticidad habituales oscilan entre 250,000 a 350,000 Kg/cm² y permanecen relacionadas directa con la resistencia en compresión del concreto y relacionadas inversas con la interacción agua/cemento”.

“Conceptualmente, las mezclas más ricas poseen módulos de Elasticidad más grandes y más grande capacidad de deformación que las mezclas pobres. La regla que instituye como establecer el Módulo de elasticidad estático del concreto es la ASTM C-469”. (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.4.2. Resistencia

“Es la funcionalidad de tolerar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión comparativamente con la tracción, gracias a las características adherentes de la pasta de cemento” (Pasquel Carbajal, 1998).

“Es dependiente primordialmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra manifestar en términos de la interacción Agua/Cemento en peso”. (Pasquel Carbajal, 1998).

“La están afectando además los mismos componentes que influyen en las propiedades resistentes de la pasta, como son la temperatura y la era, aunados a otros recursos extras constituidos por el tipo y propiedades resistentes del cemento en especial que se utilice y de la calidad de los agregados, que complementan la composición del concreto”. (Pasquel Carbajal, 1998).

“Un componente indirecto, sin embargo no por esa razón menos fundamental en la resistencia, lo constituye el curado debido a que es el complemento del proceso de

hidratación sin el cual no se lleguen a desarrollar enteramente las propiedades resistentes del concreto. (Pasquel Carbajal, 1998).

“Los concretos habituales habitualmente poseen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 Kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que permitieron obtener resistencias sobre los 700 Kg/cm²” (Pasquel Carbajal, 1998).

“Tecnologías con trabajo de los denominados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se agregan a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1500 kg/cm², y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas dejará en el futuro superar inclusive dichos niveles de resistencia” (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.5.4.3. Extensibilidad

“Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en funcionalidad de la deformación unitaria máxima que puede aceptar el concreto sin que ocurran fisuraciones”.

“Es dependiente de la elasticidad y del nombrado flujo plástico, construido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en la era”. (Pasquel Carbajal, 1998).

“El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando referente además con la contracción, a pesar de ser 2 fenómenos nominalmente independientes”.

“La micro fisuración surge comúnmente en torno al 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones tradicionales la fisuración visible surge para 0.003 de deformación unitaria”. (Pasquel Carbajal, 1998).

2.2.6. Fibra

(ASTM C1116/C1116M, 2015) “Filamento alargado y esbelto en forma de manajo, malla o hebra de material natural o manufacturado que puede ser distribuido a través del concreto fresco”

2.2.6.1. Fibras Metálicas

(ASTM C1116/C1116M, 2015) “Estas son las fibras más utilizadas para el shotcrete. Existen varias clases y calidades disponibles en el mercado, pero solo algunas reúnen los requisitos establecidos para el shotcrete reforzado con fibra. Están fabricadas de alambre de acero trefilado en frío de primera calidad; provistas de terminaciones en forma de gancho, proporcionan un anclaje inmejorable. Los parámetros críticos de las fibras de acero son la geometría, relación longitud/diámetro (L/D), método de anclaje, resistencia a la tensión, cantidad en la mezcla y calidad del acero”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las fibras metálicas son elementos delgados de longitud corta y de diámetro pequeño, que sirven para formar hilos del material para el refuerzo de concreto. Dependiendo del diseño del firme, permiten incluso sustituir por completo el armado tradicional del hormigón a base de malla y acero corrugado”.

Gráfico 3

Fibras de acero Sika LHO 45/35 NB



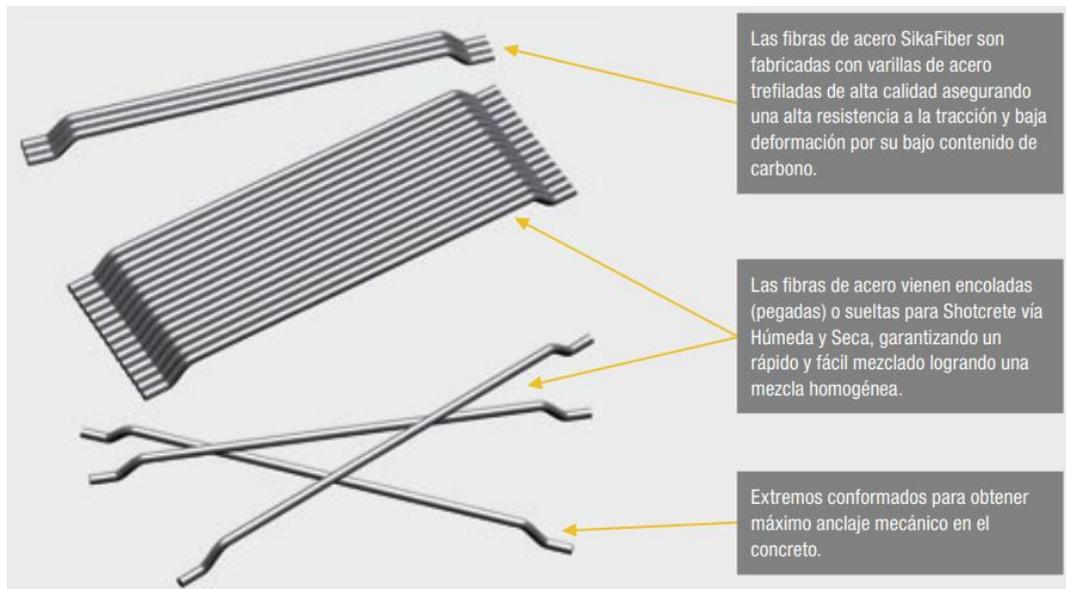
Nota: Tomada de SIKA Tunelería y Minería (p. 19). Nota. Tomada del Manual técnico de fibras como elemento estructural para el refuerzo de hormigón (C3 Soluciones en Concreto, 2003), “La función principal de las

fibras de acero o fibras metálicas es aumentar su ductilidad. Si bien es posible obtener una elevada resistencia a la flexión sin necesidad de fibras, la ductilidad está directamente relacionada con el tipo y la cantidad de las fibras de acero”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003) “Las fibras de acero están caracterizadas geoméricamente por una dimensión predominante respecto a las demás, con superficie pareja o trabajada, empleada como refuerzo en el conglomerado del concreto, de forma rectilínea o doblada, para poder ser dispersada de forma homogénea en la masa, manteniendo inalterada las características geométricas, es decir la longitud L , la forma y el diámetro D . De la relación entre longitud L y el diámetro D se obtiene la relación de aspecto o esbeltez L/D ”.

Gráfico 4

Características geométricas de las fibras de acero



Nota: Tomada de SIKA Tunelería y Minería (p. 19).

Norma Europea EN 14487-1 “Dosificación mínima necesaria para el traslape de la fibra De acuerdo a, la distancia media entre las fibras de acero debería ser menor de $0.45 l_f$, para asegurar el traslape mínimo entre ellas. El valor de un traslape mínimo entre las fibras podría estimarse como:

Donde:

- l_f es la longitud de fibra
- d_f es el diámetro equivalente de la fibra
- p_f es el porcentaje de la fibra
- s debe ser menor de $0.45 l_f$ para asegurar un traslape mínimo. Mc Kee (1969)

Para el caso de la fibras de acero Sika LHO 45/35 NB, se tienen los siguientes datos:

- $l_f = 35 \text{ mm}$

- $df = 78 \text{ mm}$
- $pf = ?$

Consecuentemente, la dosificación mínima de fibra será:

- $pf = 18.64 \text{ kg/m}^3$

2.2.6.1.1. Longitud total mínima de la fibra

(UNE-EN 14487-1, 2023), “De acuerdo a la teoría de Mc Kee, también se recomienda una longitud mínima total de fibra de alambre. A fin de asegurar el efecto de red mínimo para proporcionar un proceso específico de varias trayectorias que genere la redistribución de las cargas mediante puentes de acero en las fibras, se recomienda una longitud mínima de fibra de acero de 10 000 m por metro cúbico de concreto”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “La adición de fibras a los morteros y hormigones mejora sus características notablemente. Aunque hay fibras de distintas naturalezas (nylon, fibras de vidrio, polipropileno, polietileno, acero, etc.). Los más divulgados, conocidos y de mejores rendimientos son las metálicas”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “Además, de la ventaja del acero de tener un módulo de elasticidad 10 veces superior al hormigón; están las cualidades de una buena adherencia de estas a la mezcla, un alto alargamiento de rotura y una gran facilidad de mezclado”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “Las fibras metálicas en los morteros y hormigones proyectados hace que mejoren sus

propiedades mecánicas, esto hace que disminuya su fragilidad y aumenta su ductilidad después de la fisuración; aumenta la resistencia a la rotura y la capacidad de absorción de energía; disminuye la tendencia a las roturas por retracción; aumenta la resistencia a la aparición y propagación de grietas; aumenta la resistencia a la tracción, al impacto y a la cizalladura; mejora el comportamiento a la flexo-tracción y aumenta la durabilidad”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “Al iniciarse la fisuración, las fibras metálicas ancladas a ambos lados de la fisura actúan de tirantes, resistiendo a la propagación y aumento de esta. Así continúan hasta que se rompe la tracción o se deslizan al perder la adherencia.

Las formas más frecuentes de las fibras son:

- Sección circular, rectas
- Sección rectangular y ganchos en sus extremos
- Sección redonda y dobles ganchos en sus extremos
- Sección redonda y extremos aplastados
- Sección rectangular y extremos ovalados y girados
- La utilización más común es de fibras de 30 o 40 mm de longitud y 0.50 mm de diámetro”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “El uso de las fibras se justifica porque aumentan la resistencia a la tracción, impiden el desarrollo de las grietas y fisuras producidas por contracción plástica, remplazan a las mallas electrosoldadas, disminuye el rebote, mejoran la dureza y resistencia al impacto”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “En el caso del uso de las fibras de acero el rendimiento depende de la dosificación (kg/m³) y de los parámetros de fibras (resistencia a la tensión, longitud, diámetro, anclaje). El factor clave para la calidad del hormigón con fibras es la relación entre la longitud y el diámetro de las fibras: cuanto más alta sea la relación l/d, mejor será el rendimiento”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “En el caso de fibras de acero Dramix, en el mercado existen diferentes longitudes (20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 mm) y en diferentes clases de l/d (45, 65, 80)”.

(UNE-EN 14487-1, 2023) “Para la mina se recomienda utilizar fibras de acero Dramix RL45/30BN que tiene una longitud de 30 mm y 0.62 mm de diámetro que da una relación de $l/d = 48$. Esta fibra tiene aproximadamente 13,000 fibras por kilogramo y la dosificación mínima deber ser 30 kg/m³ (según la teoría de espaciamento de Mc Kee)”.

Dosificación en base al comportamiento

La (UNE-EN 14487-1, 2023) ·menciona las diferentes formas de especificar la ductilidad del concreto reforzado con fibras de acero en términos de resistencia residual y la capacidad de absorción de energía. También hace mención que ambas formas no son exactamente comparables.

El valor de absorción de energía medido en un panel se puede establecer cuando se enfatiza la cantidad de energía que

ha de absorberse durante la deformación del macizo rocoso. El propósito de usar fibras de acero como refuerzo del concreto es mantener la resistencia a la flexo-tracción del concreto, es decir, que el concreto resista esfuerzos de flexo-tracción en cualquier punto de la capa de concreto”

2.2.6.2. Fibras Sintéticas (propileno)

(UNE-EN 14487-1, 2023), “En la historia de la construcción las fibras se han utilizado para mejorar y reforzar diferentes tipos de construcción con hormigón. Durante años, la tendencia del hormigón a agrietarse ha sido aceptada como un hecho natural, esto ocurre porque existen tensiones de tracción que exceden la resistencia del hormigón cuando este se acaba de verter y comienza a fraguar”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “Son fibras, por lo general, del tipo multifilamento, compuestas por polipropilenos vírgenes, que al aplicarlas generan una mayor ductilidad, contienen secciones que se distribuyen aleatoriamente dentro del hormigón. Hay diversos tipos de fibras sintéticas; por ejemplo el acrílico, aramid, carbón, poliestileno, nylon, poliéster, etc”.

(UNE-EN 14487-1, 2023) “Una de las ventajas principales de las fibras sintéticas es que proporcionan un sistema de soporte interno al hormigón, lo que lleva a una exudación más uniforme y a evitar la segregación de los materiales, además de disminuir la posibilidad de agrietamiento por retracción plástica durante la etapa de rigidización y contracción inicial del hormigón, que es justamente cuando se llega a presentar la formación de microfisuras. En la etapa plástica, las fibras

sintéticas mantienen estas microfisuras más cerradas debido a la fricción que existe entre las fibras y los áridos”.

(UNE-EN 14487-1, 2023) “Las grietas más comunes aparecen en el estado plástico y son ocasionadas por la retracción al ocurrir el endurecimiento del hormigón, específicamente cuando el agua se evapora, donde se generan tensiones dentro del hormigón, para ocupar el espacio que deja la pérdida de agua. Se forman dentro de las primeras horas posteriores a la colocación del hormigón; en muchas ocasiones, dichas grietas no se observan sino hasta que transcurre un tiempo. Con frecuencia son selladas en la superficie al llevar a cabo la operación de terminado o, simplemente, no son lo suficientemente anchas para ser observadas.

Según funcionalidad, dosificación y geometría Microfibras

Las microfibras tienen un diámetro menor a 0,1 mm. Su función se limita al control de agrietamiento por contracción.

Son fibras que están destinadas a evitar la fisuración del hormigón en estado fresco o antes de las 24 horas. Las microfibras, según proveedores, se dosifican en el hormigón para volúmenes de 600 gr/m³. Son dosificaciones extremadamente bajas, pero muy eficientes para prevenir la fisuración en el hormigón (por retracción plástica)”.

(UNE-EN 14487-1, 2023) “Las fibras de polipropileno son las más frecuentes, cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m³ de hormigón. Estas fibras tienen un diámetro entre 0.023 a 0.050 mm, tan pequeños que se clasifican con un parámetro denominado Denier. Es el peso en gramos de 9000 metros de una sola fibra.

Las microfibras tienen diversos beneficios:

- Aumenta la capacidad de ductilidad.
- Reduce el agrietamiento por retracción plástica.
- Reduce el agrietamiento por asentamiento plástico.
- Exudación uniforme”.

(UNE-EN 14487-1, 2023), “Se utilizan especialmente en pavimentos y soleras, pero no pueden asumir ninguna función estructural. También se utilizan para mejorar el comportamiento frente al fuego, tanto la microfibras como la macrofibras pueden reducir el riesgo de desprendimiento explosivo, desde una cantidad de 1 kg/m³ reduce de manera significativa el riesgo de desprendimiento explosivo en hormigones de alta presión y baja permeabilidad, siendo conveniente en este caso que el número de fibras por kg sea elevado”.

Gráfico 5

Microfibras de polipropileno



Nota. Tomada de Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales (10).

2.2.6.3. Macrofibras

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las macrofibras más usadas son las de polipropileno, que cumplen con la norma ASTM C 1116, cuyos

diámetros varían entre 0,2 a 0,8 mm, estas fibras cumplen la función de prevenir la fisuración en estado endurecido (antes de las 24 horas no tienen mayor efecto), a reducir el ancho de la fisura si esta se presenta y permite la correcta función de la estructura fisurada, entregando propiedades estructurales al hormigón, hasta reemplazar el refuerzo de malla electrosoldada”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Por efecto, las macrofibras se incluyen en el hormigón para aumentar la tenacidad del material, en consecuencia, la matriz después de ser agrietada puede seguir siendo cargada; la tenacidad es la capacidad que tiene un material para soportar cargas antes de colapsar.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “A diferencia de un hormigón sin fibras, el hormigón fibrorreforzado tiene una tenacidad superior, sin embargo, si ambas tienen la misma resistencia, el hormigón fibrorreforzado tiene una capacidad amplia de deformarse; por lo que la falla y el colapso tienen lugar mucho después de la aparición de la fisura principal. Luego de la fisuración, el hormigón con fibras le permite seguir recibiendo cargas sin colapsar, en consecuencia, le permite a la estructura seguir funcionando. Las macrofibras en pisos y pavimentos reemplazan la malla electrosoldada que se coloca en el espesor de estos (la localización depende de los autores), destinada a absorber los esfuerzos de temperaturas y retracción en dichos elementos”.

Gráfico 6

Macrofibra de polipropileno Tipo I



Nota. Tipo I. Tomada de Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales (10).

Gráfico 7

Macrofibra de polipropileno Tipo II



Nota. Tomada de Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales (10).

2.2.6.3.1. Mezclado

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las fibras de polipropileno vienen de forma suelta y empaquetada con facilidad en el traslado de estas. Se realiza un mezclado mecánico, donde las fibras se incorporan al hormigón en la planta hormigonera o en la betonera de mezclado, como si fueran un agregado más, luego se prolonga el mezclado de 3 a 5 minutos, o en su efecto 70 vueltas después de agregar la fibra para garantizar su completa dispersión. Por esto, los fabricantes recomiendan que las fibras sean incorporadas en las plantas hormigoneras, ya que necesitan una agitación mecánica apropiada para asegurar la separación de las fibras, imposibilitando así la formación de bolas o también llamados erizos en el hormigón. Es fundamental que las fibras se distribuyan de manera uniforme”.

Gráfico 8

Erizo de fibra de polipropileno



Nota. Erizo de fibra de polipropileno

2.2.6.3.2. Aplicación

Aplicación

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Según proveedores de fibras, se recomienda el uso de macrofibras de polipropileno en todo tipo de hormigones, tanto para aplicaciones horizontales, como verticales sujetos a impacto, abrasión y desgaste (radieres, losas, vías de acceso, pavimentos, etc.) (10).

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Al aplicarlas en estucos y morteros permite obtener un excelente acabado y calidad, reduciendo de forma importante la fisuración”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Al aplicarse en la mezcla se dispersan tridimensionalmente y de forma homogénea, alcanzando una compactación máxima del hormigón; dicha distribución tiene un efecto inmediato en la reducción del agrietamiento en el hormigón, manteniendo su estabilidad estructural frente a la retracción plástica, reduciendo la aparición de microgrietas”.

2.2.6.3.3. Características físicas

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las fibras de polipropileno tienen un aspecto de fibras monofilares, son incoloras, de entretejidos miniatura de malla de una película de polipropileno virgen, con un diámetro del filamento 23 micrones (CAVE fibras), que se distribuyen en forma uniforme en la mezcla del hormigón”.

2.2.6.3.4. Dosificación y recomendaciones

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Tiene una mejor distribución en la mezcla y una terminación limpia y sin pelos. A diferencia de las fibras metálicas, las macrofibras de polipropileno tiene un menor atascamiento, facilita el bombeo de las mezclas”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las fibras de polipropileno no sufren degradación por las radiaciones ultravioletas y permite una mejor adición de la matriz del hormigón con estructuras metálicas o de maderas (con respecto al moldaje)”.

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Tiene un rendimiento de 600 gr/m³, en el caso de microfibra sintética y entre 1 a 2 kg/m³ de macrofibra sintética”

2.2.6.3.5. Vida útil

(C3 Soluciones en Concreto, 2003), “Las fibras de polipropileno deben almacenarse en su paquete original, herméticamente cerrado y en lugares secos; bajo estas condiciones tiene una vida útil de 3 años, en su envase original, sin abrir”.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Ábaco

(MVCS, 2020) “Engrosamiento de la losa en su apoyo sobre la columna. La proyección del enumerador por abajo de la losa debería ser de al menos una cuarta parte del espesor de la losa fuera del enumerador”

2.3.2. Aditivo

(MVCS, 2020) “Material diferente del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, usado como elemento del concreto, y que se incorpora a éste anteriormente o a lo largo de su mezclado con la intención de cambiar sus características”

2.3.3. Aditivo acelerante

(MVCS, 2020) “Sustancia que al ser añadida el concreto, mortero o lechada, acorta la época de fraguado, aumentando la rapidez de desarrollo inicial de resistencia”

2.3.4. Aditivo incorporador de aire

(MVCS, 2020) “Es el aditivo cuyo objetivo es integrar aire a modo de burbujas esféricas uniformemente distribuidas en la mezcla, con el objetivo primordial de realizarlo resistente a las heladas”

2.3.5. Aditivo retardante

(MVCS, 2020) “Aditivo que alarga la época de fraguado”

2.3.6. Agregado

(MVCS, 2020) “Material granular, de procedencia natural o artificial, como arena, grava, roca triturada y escoria de hierro de elevado horno, empleado con un medio cementante para conformar concreto o mortero hidráulico”

2.3.7. Agregado denominado Hormigón

(MVCS, 2020) “Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de sustracción”

2.3.8. Agregado fino

(MVCS, 2020) “Añadido perteneciente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8”)”

2.3.9. Agregado grueso

(MVCS, 2020) “Añadido retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), perteneciente de la desintegración natural o mecánica de las piedras”

2.3.10. Agregado liviano

(MVCS, 2020) “Añadido con una densidad una vez que está seco y suelto de 1100 kg/m³ o menos”

2.3.11. Arena

(MVCS, 2020) “Agregado fino, perteneciente de la desintegración natural de las piedras”

2.3.12. Capitel

(MVCS, 2020) “Ensanche de la parte preeminente de la columna”

2.3.13. Carga de servicio

(MVCS, 2020) “La carga (sin amplificar) especificada en la Regla NTE. E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Construcciones”

2.3.14. Cemento

(MVCS, 2020) “Material pulverizado que por aumento de una porción correcto de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos”

2.3.15. Cemento Pórtland

(MVCS, 2020) “Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con el aumento ocasional de sulfato de calcio. Se admite la añadidura de otros productos que no excedan del 1% en peso del total continuamente que la regla que corresponde establezca que su integración no perjudica las

características del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker”

2.3.16. Cemento Pórtland Puzolánico

(MVCS, 2020) “Es el cemento Portland que muestra un porcentaje adicionado de puzolana”

2.3.17. Concreto

(MVCS, 2020) “Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, añadido fino, añadido grueso y agua, con o sin aditivos”

2.3.18. Concreto estructural

(MVCS, 2020) “Todo concreto usado con fines estructurales incluyendo al concreto sencilla y al concreto reforzado”

2.3.19. Concreto armado o reforzado

(MVCS, 2020) “Concreto estructural reforzado con no menos de la porción mínima de acero, preesforzado o no”

2.3.20. Concreto simple

(MVCS, 2020) “Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo detallado para concreto reforzado”

2.3.21. Concreto estructural liviano

(MVCS, 2020) “Concreto con añadido liviano que cumple con lo detallado en 3.3, y tiene una densidad de equilibrio, definida por —Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete (ASTM C 567), que no excede 1850 kg/m³”

2.3.22. Concreto de peso normal

(MVCS, 2020) “Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m³”

2.3.23. Concreto ciclópeo

(MVCS, 2020) “Es el concreto sencilla en cuya masa se unen rocas enormes”

2.3.24. Concreto de cascote

(MVCS, 2020) “Es el construido por cemento, añadido fino, cascote de ladrillo y agua”

2.3.25. Concreto premezclado

(MVCS, 2020) “Es el concreto que se dosifica en planta, que podría ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra”

2.3.26. Concreto preesforzado

(MVCS, 2020) “Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el objeto de minimizar los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto provocados por las cargas”

2.3.27. Dispositivos de anclaje

(MVCS, 2020) “En postensado, el dispositivo utilizado para transferir la fuerza de postensado a partir del acero de preesforzado al concreto”

2.3.28. Grava

(MVCS, 2020) “Añadido grueso, perteneciente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Está habitualmente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural”

2.3.29. Junta de contracción

(MVCS, 2020) “Muestra moldeada, aserrada o labrada en una composición de concreto para producir un plano de postración y regular la localización del agrietamiento resultante de las variaciones dimensionales de las distintas piezas de la composición”

2.3.30. Junta de expansión

(MVCS, 2020) “División entre piezas adyacentes de una composición de concreto, comúnmente un plano vertical, en una localización determinada en el diseño de tal modo que interfiera al mínimo con la conducta de la composición, y simultáneamente posibilite movimientos relativos en 3 direcciones y evite la formación de fisuras en otro sitio del concreto y por medio de la cual se interrumpe parte o todo el refuerzo adherido”

2.3.31. Pasta de cemento

(MVCS, 2020) “Es una mezcla de cemento y agua”

2.3.32. Plástico

(MVCS, 2020) “El plástico es un material construido por compuestos orgánicos, sintéticos que poseen la propiedad de ser maleables y por consiguiente tienen la posibilidad de ser moldeados”

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados de las propiedades y características versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022

2.4.2. Hipótesis específicas

- Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados a la resistencia a la compresión del concreto versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.
- Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados a la resistencia a tracción del concreto versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.

- Utilizando la fibra sintética y la fibra metálica reducirá el porcentaje de cemento en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

La variable independiente es “X” Fibra sintética y fibra metálica, debido a que se puede variar los parámetros de diseño, considerado como características del concreto, con las siguientes dimensiones

- Resistencia a la compresión.
- Dosificación o diseño de mezcla.
- Disminución del porcentaje de cemento.

2.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente es “Y” Concreto 210 kg/cm² (Mejoras en las Características) en la Ciudad de Cerro de Pasco 2022.

2.5.3. Variable interviniente

Las variables intervinientes son:

- Ingeniero Laboratorista.
- Técnico Laboratorista.
- Tesista.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 4

Definición operacional de variables

Variable independiente	Definición Operacional	Indicadores
Resistencia a la compresión	Se determinará datos sobre la resistencia a la compresión, cotejando el uso de la fibra sintética versus la fibra metálica.	Valor de la resistencia a la compresión con unidad de kilogramo por cada centímetro cuadrado.
Resistencia a la tracción.	Se determinará datos sobre la resistencia a tracción, cotejando el uso de la fibra sintética versus la fibra metálica.	Valor de la resistencia a tracción con unidad de kilogramo por cada centímetro cuadrado.
Reducir porcentaje de cemento.	Se determinará si adicionando las fibras aumentan la resistencia por lo tanto se puede bajar el porcentaje de cemento.	El Valor de resistencia a la compresión aumenta con el uso de fibras por lo que se podría rebajar el porcentaje de cemento.

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Oseda (2011) "el tipo de estudio de la presente investigación es aplicada, porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar"

El caso de la investigación se enfoca a resolver problemas del concreto experimentara adicionando los tipos de fibras sintéticas y fibras metálicas.

3.2. Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel explicativo ya que se busca comparar el fenómeno (propiedades mecánicas del concreto) a partir de causas particulares modificables que para este caso vienen a ser los componentes ambos tipos planteados (fibras sintéticas y fibras de acero) y dar a conocer los resultados más favorables.

3.3. Método de investigación

Para nuestro caso se realizará este proyecto de investigación con dos métodos de investigación, método de investigación cualitativa y cuantitativa.

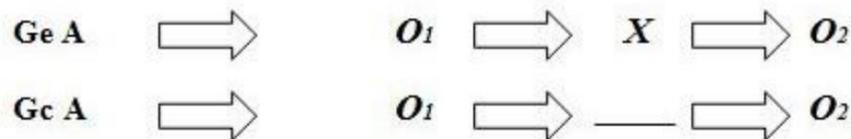
Es científico, por seguir procedimientos ordenados buscando la solución al problema, y generando nuevos conocimientos; basado en la observación, análisis de pruebas de laboratorio, toma de datos, y síntesis del adición de fibra sintética y fibras metálica, alcanzando estándares de calidad, comparando datos y características de concreto con ambos tipos de fibra en cumplimiento estricto a las normas del ACI y del reglamento nacional de edificaciones.

3.4. Diseño de investigación

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

Gráfico 9

Esquema de diseño experimental



Fuente. Elaboración propia.

Dónde:

- GeA: grupo de experimental
- GcA: grupo de control
- O1: Observación pre-experimentación
- X: Tratamiento
- O2: Observación post experimentación

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

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 $n=27$

- G1: 9 probetas para Patrón General.
- G2: 9 probetas con fibra metálica.
- G3: 9 probetas con fibra metálica.

Para asegurar que el grado de confiabilidad sea óptimo, se aplicará la desviación estándar por el factor 1.03 y se trabajará con un valor de $\alpha=0.05$. Debido a que se realizarán 2 ensayos, uno para determinar la resistencia axial del concreto con fibra sintética y otro para la obtención de la resistencia axial del concreto con fibra metálica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

(ACI, 2018) “Para evaluar la resistencia del concreto en una composición, en particular una vez que la resistencia de los cilindros normalizados, modelados al pie de obra es baja, se ofrece sustraer probetas, (también denominados corazones) del concreto endurecido”.

(ACI, 2018) “De vez en cuando, este método puede emplearse en diferentes casos, ejemplificando. Una vez que han ocurrido anomalías en el

desarrollo de la obra, fallas de curado, aplicación temprana de cargas, incendio, construcciones viejas, o no se cuenta con registros de resistencia, etcétera”.

3.6.1.1. Criterios generales

(ACI, 2018) “Los testigos cilíndricos para ensayos de compresión se extraen con un equipo sonda provista de brocas diamantadas, una vez que el concreto ha adquirido suficiente resistencia para que a lo largo de el corte no se pierda la cohesión entre el añadido y la pasta. En todos los casos, el concreto tendrá que tener al menos 14 días de colocado. Tienen que tomarse 3 especímenes por cada resultado de resistencia que este por abajo de la resistencia a la compresión especificada del concreto (F'_{C})”.

3.6.1.2. De la extracción

(ACI, 2018) “La sustracción debería desarrollarse en forma perpendicular a el área, cuidando que en el sector no existan juntas, ni estén próximas a los bordes. Deberán descartarse las probetas perjudicadas o defectuosas”.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

3.6.2.1. Geometría de las probetas

(ACI, 2018) “El diámetro de los testigos va a ser al menos 3 veces más grande que la medida más alto del añadido grueso utilizado en el concreto. La longitud del espécimen tendrá que ser tal que, una vez que se encuentre refrendado, sea fundamentalmente el doble de su diámetro. No deberán utilizarse testigos cuya longitud antes del refrendado sea menor que el 95% de su diámetro. Van a poder emplearse testigos de 8.75 centímetros. De diámetro o más, para agregados más grandes de una pulgada”.

3.6.2.2. Preparación, curado y refrendado

(ACI, 2018) “Los testigos tienen que tener sus caras planas, paralelas entre ellas y perpendiculares al eje de la probeta. Las protuberancias o irregularidades de las caras de ensayo deberán ser eliminadas por medio de aserrado una vez que sobrepasen los 5 mm. El A.C.I. ofrece que si el concreto de la composición estará seco a lo largo de las condiciones de servicio, los corazones deban sacarse al aire (temperatura entre 15 y 30oC, humedad relativa menor del 60%), a lo largo de 7 días antecedente de la prueba, y deberán probarse secos. Si el concreto de la composición estará superficialmente húmedo en las condiciones de servicio, los corazones tienen que sumergirse en agua al menos a lo largo de 48 horas y probarse húmedos. previamente del ensayo de compresión, la probeta tendrá que ser refrendada en las dos caras, de forma de obtener zonas correctas. En esta situación son de aplicación los procedimientos: ASTM C 17 y astm c 192. El tamaño de las probetas diamantinas tendrá que ser elaborada con una aproximación de 0.01 pulg. (0.25 mm) una vez que sea viable, sin embargo, nunca con menos aproximación que de 0.1 pulg. La regla ASTM instituye, a diferencia del criterio del ACI, que las probetas van a ser curadas en húmedo, por 40 hrs. Antecedente de la rotura”.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. De los resultados y su corrección

(ACI, 2018) “En los casos que los especímenes tengan una interacción entre longitud y diámetro, menor de 2, se tendrá que ajustar los resultados del ensayo de compresión, para arreglar el impacto de “zunchado” que se genera en

el proceso de aplicación de las cargas. Para los efectos de ajustar la resistencia a un equivalente de la probeta común, van a poder utilizarse los coeficientes normalizados”.

3.7.2. Evaluación de los resultados

(ACI, 2018) “Según el Reglamento del ACI, el concreto del área representada por las pruebas de corazones, se estima estructuralmente idónea si el promedio de los 3 corazones es al menos igual al 85% de la resistencia especificada (f'_c) y ningún corazón tiene una resistencia menor del 75% de la resistencia especificada (f'_c). Con el objeto de verificar la exactitud de las pruebas, tienen la posibilidad de volver a probar regiones representativas de resistencias erráticas de los corazones”.

3.8. Tratamiento estadístico

Sobre el tratamiento estadístico, se utilizarán solo muestras que estén dentro del rango de 10% positivo y negativo en relación a la media de muestras del proyecto. Administración de la investigación.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

- El respeto por las investigaciones realizadas con anterioridad se encuentra debidamente reconocidas mediante citas.
- Durante la recolección de datos se usaron todos los equipos de protección personal con la finalidad de resguardar la integridad personal.
- No se dañó ningún equipo facilitado por la UNDAC en la realización de la presente investigación.
- Mi persona, quien realiza la presente investigación se compromete a respetar la veracidad de los resultados obtenidos y por ningún motivo se realizarán sabotajes beneficiosos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211 considerando los parámetros de estos como se mencionan en las siguientes tablas.

Tabla 5

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 6*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 7*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 8*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 9*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 10*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 11*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.

El diseño patrón se diseñó bajo las consideraciones de la norma ACI 211 para una resistencia $f^c=210\text{kg/cm}^2$, a continuación, se muestran las dosificaciones obtenidas para el concreto patrón y los concretos con fibras de acero y sintéticas.

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.

A continuación, se muestran los resultados de las características de los agregados. Las demás características de los agregados, cemento y agua requeridas para el diseño de mezcla se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 12

Materiales usados en el diseño patrón

Materiales	P. e. (gr/cm³)	% Hum	% Abs.	P.U.c. (kg/m³)	P.U.s. (kg/m³)
Agua	1000	---	---	---	---
Cemento	3120	---	---	---	---
A. Grueso	2500	0.35	1.5	1150	1110
A. Fino	2280	5.1	2.75	1580	1650

Nota: En la tabla se muestran las propiedades de los materiales que servirán para el diseño de mezcla. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron tres diseños en la presente investigación: un diseño patrón, un diseño con fibras de acero y un diseño con fibras sintéticas. Ambos tipos de fibra en igual proporción dentro del concreto a fin de poder contrastar los resultados. Este contraste se realizó mediante los ensayos a compresión y tracción indirecta en las probetas cilíndricas en 3 edades: 7 días, 14 días y 28 días.

4.1.1. Descripción del proyecto

- Nombre de la tesis: “Cotejo del uso de Fibra Sintética versus Fibra Metálica en concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco 2022”
- 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 tracción indirecta de las probetas. El formato usado se presenta en la sección Anexos.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Granulometría de agregados

El ensayo de granulometría se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión siguiendo las normas ASTM C136 y NTP 400.012. Se tuvo el mayor cuidado en seleccionar la muestra mediante cuarteo de modo que se tenga una muestra representativa, además de proteger las muestras de factores ambientales que puedan afectar los resultados. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el agregado fino.

Tabla 13

Granulometría del Agregado Fino

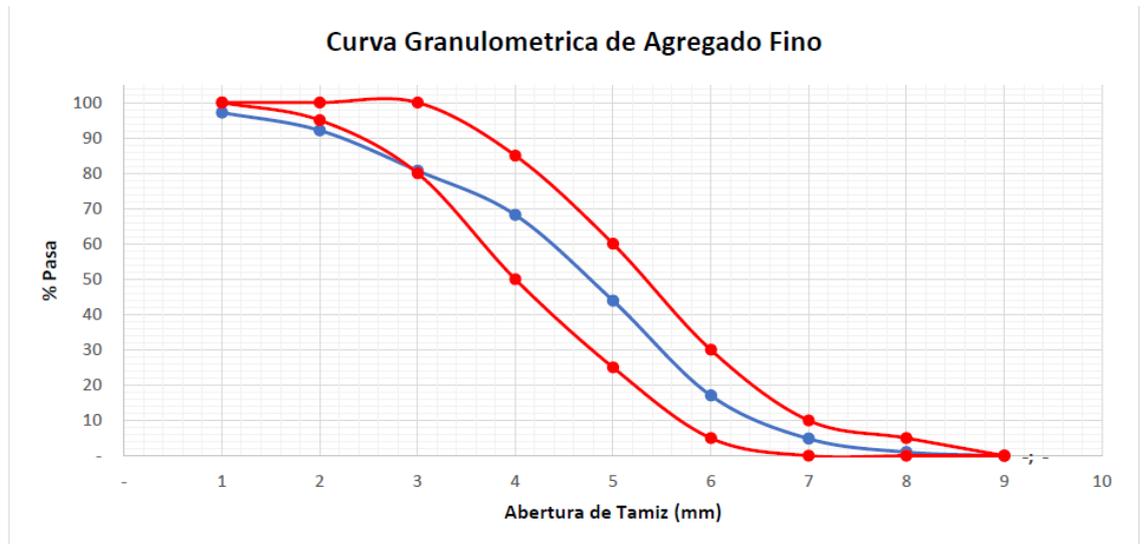
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	14.20	2.83	2.83	97.17	100.00	100.00	
N° 4	4.750	25.40	5.06	7.89	92.11	95.00	100.00	
N° 8	2.360	57.12	11.38	19.27	80.73	80.00	100.00	
N° 16	1.180	62.88	12.53	31.80	68.20	50.00	85.00	
N° 30	0.600	121.91	24.29	56.10	43.90	25.00	60.00	
N° 50	0.300	134.70	26.84	82.94	17.06	5.00	30.00	
N° 100	0.150	61.40	12.24	95.18	4.82	-	10.00	
N° 200	0.075	19.10	3.81	98.98	1.02	-	5.00	
FONDO	-	5.10	1.02	100.00	-	-	-	
		501.810	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							3/8"	
MÓDULO DE FINURA:							2.96	

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 14

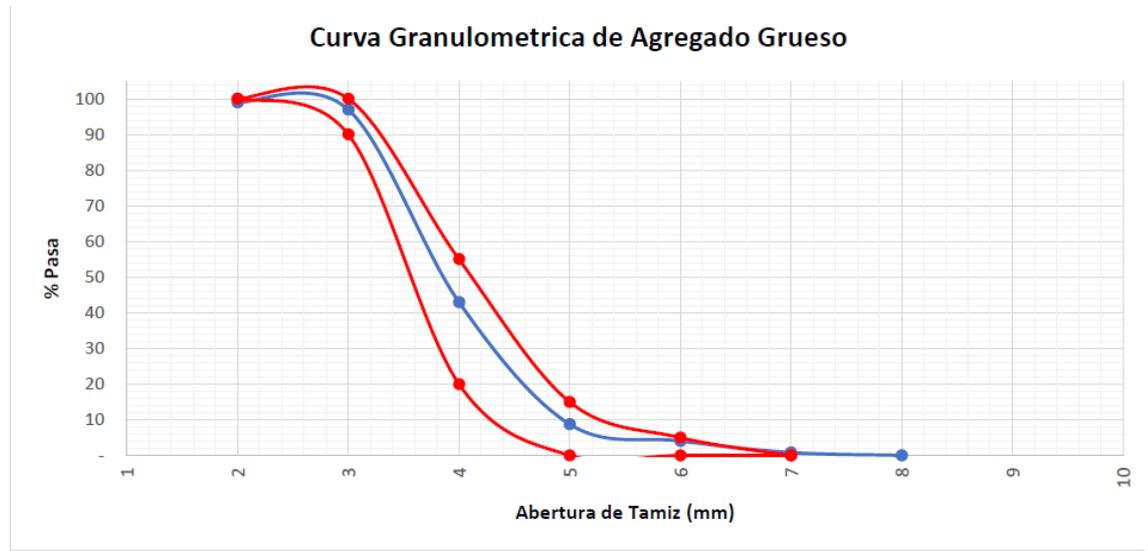
Granulometría del Agregado Grueso

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	5.12	1.0	1.0	99.0	100.00	100.00	
¾"	19.000	10.22	2.0	3.1	96.9	90.00	100.00	
½"	12.500	269.9	54.0	57.0	43.0	20.00	55.00	
⅜"	9.500	171.1	34.2	91.3	8.7	-	15.00	
N° 4	4.750	23.5	4.7	96.0	4.0	-	5.00	
N° 8	2.360	16.1	3.2	99.2	0.8	-	-	
N° 16	1.180	4.1	0.8	100.0	-			
FONDO	-	-	-	100.0	-			
		500.030	100.000					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:							1/2"	
MÓDULO DE FINURA:							6.90	

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

Gráfico 11

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota: Elaboración propia

4.2.1. 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 15

Contenido de humedad del agregado fino

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	432.12	432.12	432.12	432.12
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	926.40	924.70	929.10	926.73
Peso del recipiente + muestra seca	gr	905.20	901.70	901.30	902.73
Peso muestra húmeda	gr	494.28	492.58	496.98	494.61
Peso muestra seca	gr	473.08	469.58	469.18	470.61
Peso de agua	gr	21.20	23.00	27.80	24.00
Contenido de humedad	%	4.48%	4.90%	5.93%	5.10%

Nota: Elaboración propia

Tabla 16*Contenido de humedad del agregado grueso*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	512.11	512.11	512.11	512.11
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,939.12	2,941.15	2,938.71	2,939.66
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,931.91	2,931.97	2,929.78	2,931.22
Peso muestra humeda	gr	2,427.01	2,429.04	2,426.60	2,427.55
Peso muestra seca	gr	2,419.80	2,419.86	2,417.67	2,419.11
Peso de agua	gr	7.21	9.18	8.93	8.44
Contenido de humedad	%	0.30%	0.38%	0.37%	0.35%

Nota: Elaboración propia

4.2.1. Peso unitario suelto y peso unitario compactado

Es el cálculo de los pesos de agregados en dos tipos de escenarios, el primero es cuando las partículas del agregado se posicionan por su propio desplazamiento sin fuerzas que intervengan más que su propio peso, y el segundo caso es cuando el agregado se acomoda reduciendo los espacios entre sus partículas a causa de fuerzas externas. A continuación, se muestran los resultados para ambos agregados:

Tabla 17*P.U.s. y P.U.c. del agregado fino*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	20.850	21.350	20.270	20.823
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.400	20.090	20.070	20.187
Peso del recipiente	kg	5.970	5.970	5.970	5.970
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.880	15.380	14.300	14.853
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.430	14.120	14.100	14.217
volumen del recipiente	m3	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m3	1,653	1,709	1,589	1,650
Peso unitario compactado	kg/m3	1,603	1,569	1,567	1,580

Nota: Elaboración propia

Tabla 18*P.U.s. y P.U.c. del agregado grueso*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	23.420	23.410	23.450	23.427
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	24.050	24.340	24.320	24.237
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	7.880	7.880	7.880	7.880
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.140	8.140	8.140	8.140
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.540	15.530	15.570	15.547
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.910	16.200	16.180	16.097
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,110	1,109	1,112	1,110
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,136	1,157	1,156	1,150

Nota: Elaboración propia

4.2.1. 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 19*P.e. y absorción del agregado fino*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	486.10	486.30	487.47	486.62
Peso del pignometro lleno de agua	gr	748.78	739.71	754.14	747.54
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,020.10	1,021.01	1,021.10	1,020.74
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.13	2.22	2.09	2.15
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.13	2.22	2.09	2.15
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.26	2.37	2.21	2.28
Absorción	%	2.86%	2.82%	2.57%	2.75%

Nota: Elaboración propia

Tabla 20*P.e. y absorción del agregado grueso*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,132.660	3,126.470	3,120.550	3,126.560
Peso de la muestra SSS	gr	3,176.100	3,165.210	3,179.120	3,173.477
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,881.340	1,886.580	1,857.140	1,875.020
Peso específico aparente	gr/cm3	2.42	2.45	2.36	2.41
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm3	2.45	2.48	2.40	2.44
Peso específico masa seca	gr/cm3	2.50	2.52	2.47	2.50
Absorción	%	1.39%	1.24%	1.88%	1.50%

Nota: Elaboración propia

4.2.1. Diseño de mezcla**4.2.1.1. Propiedades físicas de los agregados**

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

Tabla 21*Resumen de propiedades físicas de los agregados*

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1650.00 Kg/m ³	1110 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1580.00 Kg/m ³	1150 Kg/m ³
P. Especifico Masa Seca	2.28 gr/cm ³	2.50 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.10 %	0.35 %
% de Absorción	2.75 %	1.50 %
Modulo de Fineza	2.96	6.90
Tamaño Maximo Nominal	3/8 "	1/2 "

Nota: Elaboración propia

4.2.1.2. Valores de diseño

Los valores que se presentan a continuación son los resultados que se obtienen en la realización paso a paso del diseño de mezcla por el método ACI 211:

Tabla 22*Valores de diseño*

Valores de diseño	
Contenido total de aire	0 %
Vol. unitario de agua de mezclado	216 l/m ³
Peso específico del cemento	3.12 gr/cm ³
f'cr	294 kg/cm ²
Relación agua/cemento	0.5584
Factor cemento	386.819 kg/m ³
Agregado grueso	0.54 m ³

Nota: Elaboración propia

4.2.1.3. Resultados del diseño

A continuación, se muestran los diseños obtenidos:

Tabla 23*Diseño de mezcla del concreto patrón (Según CAPECO)*

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m ³)	P. SECOS AGREG. (kg/m ³)	CORRECC. HUMEDAD (kg/m ³)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.124	386.819	386.819	1.000	9.102	1.00
A. FINO	0.412	938.448	986.309	2.550	20.083	2.21
A. GRUESO	0.248	621.000	623.174	1.611	19.755	2.17
AGUA (L/m ³)	0.216	216.000	201.088	201.088	201.088	22.09 L/bolsa
AIRE	0.000					

Nota: Dosificaciones del concreto patrón. Elaboración propia.

Tabla 24*Diseño de mezcla con fibras de acero*

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	386.819	kg	6.04	kg	0.00603638
A. FINO	986.309	kg	19.73	kg	0.01972618
A. GRUESO	623.174	kg	12.46	kg	0.01246348
AGUA (L/m ³)	201.088	kg	4.02	kg	0.00402176
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

Nota: Dosificaciones del concreto con fibras de acero. Elaboración propia.

Tabla 25*Dosificación de fibras de acero*

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	FIBRAS DE ACERO	kg	---	---	---
	---	kg	---	---	---
PATRON 15 kg/m3	FIBRAS DE ACERO	kg	0.300	0.300	0.300
	---	kg	---	---	---

Nota: Dosificaciones de las fibras de acero. Elaboración propia.

Tabla 26*Diseño de mezcla con fibras sintéticas*

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m3 DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m3 DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	386.819	kg	6.04	kg	0.00603638
A. FINO	986.309	kg	19.73	kg	0.01972618
A. GRUESO	623.174	kg	12.46	kg	0.01246348
AGUA (L/m3)	201.088	kg	4.02	kg	0.00402176
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

Nota: Dosificaciones del concreto con fibras de acero. Elaboración propia.

Tabla 27*Dosificación de fibras sintéticas*

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	FIBRAS SINTETICA	kg	---	---	---
	---	kg	---	---	---
PATRON 15 kg/m3	FIBRAS SINTETICA	kg	0.300	0.300	0.300
	---	kg	---	---	---

Nota: Dosificaciones de las fibras sintéticas. Elaboración propia.

4.2.2. Resistencia a la compresión

Teniendo los diseños de mezcla se procedió a realizar las probetas respetando las dosificaciones obtenidas y dejando fraguar durante 24h, posterior al fraguado se desmoldaron las probetas y se llevaron al pozo de curado. Pasados

los 7, 14 y 28 días se fueron extrayendo y sometiendo las probetas a los ensayos para la toma de resultados.

El número de probetas realizadas fue de 3 para cada diseño (2 para resistencia a compresión y 1 para tracción indirecta), repitiendo esta cantidad para las 3 edades en las que se analizaron las muestras, haciendo un total de 27 probetas analizadas cuyos resultados fueron los siguientes.

4.2.2.1. Resistencia a los 7 días

Tabla 28

Resistencias a los 7 días

N° Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)
RC - PG	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	171.0
RC - PG	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	174.2
RC - PG	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	6.8
RC - MS	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	192.6
RC - MS	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	193.6
RC - MS	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	12.6
RC - FA	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	188.0
RC - FA	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	187.7
RC - FA	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	8.9

Nota: Elaboración propia

4.2.2.2. Resistencia a los 14 días

Tabla 29

Resistencias a los 14 días

Nº Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)
RC - PG	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	231.0
RC - PG	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	228.2
RC - PG	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	7.4
RC - MS	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	274.5
RC - MS	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	271.3
RC - MS	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	13.0
RC - FA	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	247.9
RC - FA	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	246.3
RC - FA	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	9.5

Nota: Elaboración propia

4.2.2.3. Resistencia a los 28 días

Tabla 30

Resistencias a los 28 días

Nº Código de Probeta	Descripción	Fecha de Muestreo	Edad Días	Fecha de Rotura	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)
RC - PG	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	266.4
RC - PG	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	249.5
RC - PG	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	10.4
RC - MS	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	282.5
RC - MS	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	275.6
RC - MS	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	13.8
RC - FA	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	271.0
RC - FA	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	268.7
RC - FA	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	12.9

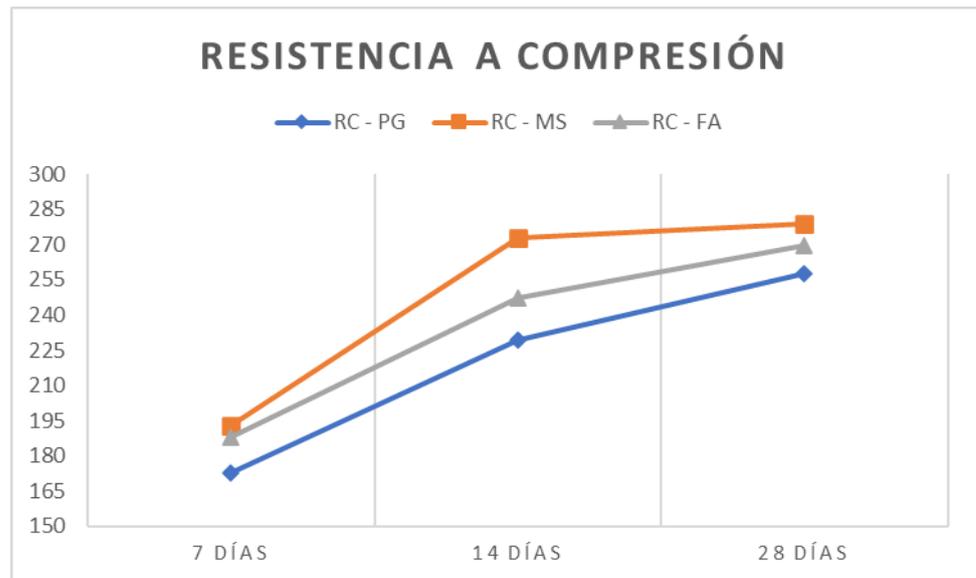
Nota: Elaboración propia

4.2.3. 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 12

Comparación de resistencias a compresión



Nota: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la figura anterior, las fibras incrementaron la resistencia del concreto.

A los 7 días tanto las Fibras Sintéticas (MS) y Fibras de Acero (FA) mostraron resultados similares, sin embargo, a los 14 días la resistencia promedio de las Fibras Sintéticas fue superior a la resistencia del concreto con Fibras de Acero. No obstante, a los 28 días se puede observar que la resistencia evolucionó en menor medida.

También se puede observar la evolución casi lineal producida en el concreto con Fibras de Acero.

Si consideramos al Diseño Patrón como el 100 de la resistencia podremos analizar los porcentajes en que se incrementan las resistencias de los otros diseños como se muestra a continuación:

Tabla 31

Incremento de resistencia a compresión

Resistencia a compresión			
Cód.	7 días	14 días	28 días
RC - PG	100%	100%	100%
RC - MS	112%	119%	108%
RC - FA	109%	108%	105%

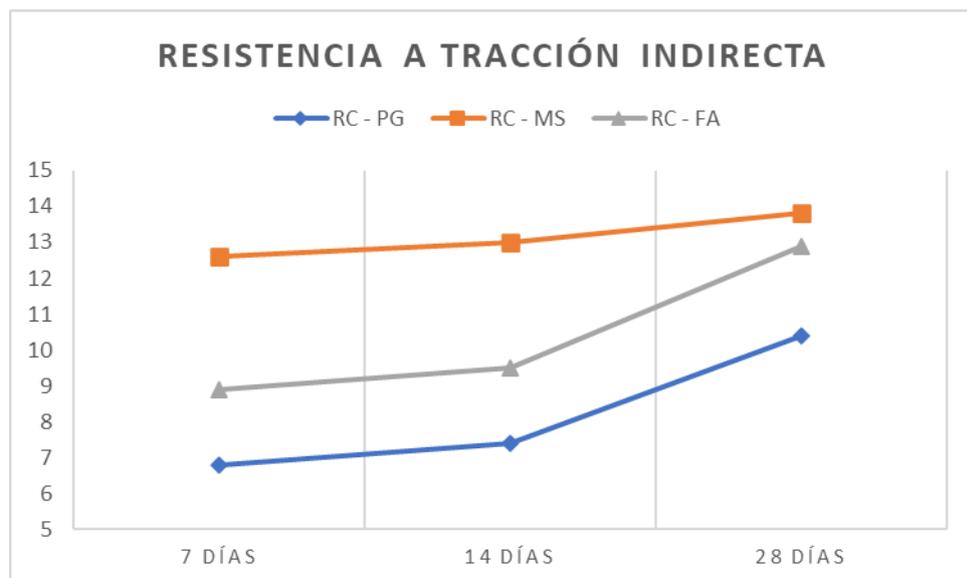
Nota: Elaboración propia

4.2.4. Comparación de resistencias a tracción indirecta

En la siguiente figura se compara las resistencias a tracción indirecta obtenidas en cada muestra a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto.

Gráfico 13

Comparación de resistencias a tracción indirecta



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura, las Fibras Sintéticas incorporadas en el concreto mostraron mejor comportamiento en los ensayos a tracción indirecta. Además, a diferencia de los resultados de resistencia a compresión, se tiene una evolución lineal en las Fibras Sintéticas en lugar de las Fibras de Acero.

De igual modo que el anterior, analizamos el incremento de la resistencia a tracción indirecta en porcentajes.

Tabla 32*Incremento de resistencia a tracción*

Resistencia a tracción			
Cód.	7 días	14 días	28 días
RC - PG	100%	100%	100%
RC - MS	185%	176%	133%
RC - FA	131%	128%	124%

Nota: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

La hipótesis general “Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados de las propiedades y características versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022” es correcta, pues se comprobó que tanto en la resistencia a compresión y resistencia a tracción se vio el incremento en todas las edades del concreto.

4.3.2. Hipótesis específica

- Hipótesis 1: “Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados a la resistencia a la compresión del concreto versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022”. Esta hipótesis se comprobó de manera satisfactoria, pues, aunque la diferencia sea mínima en las resistencias a compresión obtenidas por ambas fibras añadidas al concreto, las fibras sintéticas llegaron a dar un 3% de resistencia por encima de las fibras de acero. Sin embargo, la presente investigación utilizó las fibras añadidas en peso y no en volumen, situación desfavorable para las fibras de acero en cuanto a cantidad se refiere por tener esta mayor densidad.

- Hipótesis 2: “Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados a la resistencia a tracción del concreto versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022.”. Esta hipótesis se comprobó de manera satisfactoria, pues la diferencia de resistencia a tracción con la fibra sintética es mayor en un 9% al de la fibra metálica.
- Hipótesis 3: “Utilizando la fibra sintética y la fibra metálica reducirá el porcentaje de cemento en el concreto 210 kg/cm² en la ciudad de Cerro de Pasco – 2022”. La presente hipótesis se pudo comprobar ya que se puede observar que el uso de fibras aumenta la resistencia a la compresión por lo que reduciendo el cemento se puede llegar a la dosificación 210kg/cm².

4.4. Discusión de resultados

El estudio realizado por (Meza de Luna, y otros, 2014), titulado “Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete” analiza y compara fibras de acero con fibras de polipropileno agregados al concreto simple, y da como resultado el incremento de la resistencia a compresión en ambos con respecto al concreto patrón. Dicho resultado se manifiesta también en el presente proyecto en donde la resistencia a compresión y resistencia a tracción indirecta fue mayor en ambos diseños con fibras.

El estudio realizado por (Farfán Córdova, Pinedo Díaz, Araujo Novoa, & Orbegoso Alayo, 2018), con título “Fibras de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto”, analiza las resistencias a la compresión del Concreto con Fibras de Acero en 25kg/m³ y 30kg/m³ en donde se observan en los resultados que el concreto con mayor dosificación de fibras reduce su resistencia.

En la investigación mencionada el porcentaje de mayor incremento es de 12% por encima del concreto patrón; para nuestro caso se usó 15kg/m³ de ambos tipos de fibra y el máximo incremento fue de hasta un 19%, el cual concuerda con la conclusión mencionada en el artículo de que al tener mayor cantidad de fibras menor será la resistencia a compresión del concreto.

En cuanto a la resistencia a tracción indirecta, el estudio realizado por (Polo Honorio & Risco Carranza, 2018) titulado “Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018”, muestra como resultado que a mayor cantidad de fibras en el concreto, mayor será la resistencia a la tracción. En los resultados que presenta la tesis citada se observa que el mayor valor de incremento de la resistencia a tracción es de un 54% mientras que para nuestro caso el mayor valor incrementado es de un 85%, por lo cual concordamos nuevamente con la afirmación de la investigación citada al igual que el anterior

CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos, se concluye que el uso de fibras en el concreto incrementa significativamente las resistencias a compresión y tracción.
- Se concluye también que, al añadir el mismo peso de fibras de acero y fibras sintéticas al concreto patrón se tiene mejores resultados en el concreto con fibras sintéticas.
- El incremento en la resistencia a la compresión a los 28 días es superior en el concreto con fibras sintéticas con un 8% frente al 5% producido por las fibras de acero.
- El incremento en la resistencia a tracción a los 28 días es superior en el concreto con fibras sintéticas con un 33% frente al 24% producido por las fibras de acero.
- Se concluye que el uso de ambos tipos de fibra simula la armadura del concreto armado por lo que la resistencia a tracción se ve incrementada significativamente.
- La utilización de fibras favorece la resistencia a compresión en el concreto, por lo que se podría reducir el porcentaje de cemento para llegar a la resistencia 210 kg/cm² necesaria.
- Las resistencias iniciales son favorecidas en mayor proporción por las fibras sintéticas.
- Se concluye que el incremento de la resistencia a tracción en el concreto con fibras sintéticas es lineal, mientras que la resistencia a compresión tiene mejor evolución en el concreto con fibras de acero.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un nuevo estudio comparando las fibras añadidas en volumen del concreto en lugar añadirlas en peso como se hizo en la presente investigación.
- Se recomienda realizar un nuevo estudio añadiendo menor cantidad de fibras (10%, 11%, 12%) y verificar si se sigue cumpliendo la teoría planteada en la discusión de resultados de que a menor cantidad de fibras mayor resistencia a compresión, pero menor resistencia a tracción.
- En la presente investigación no se realizó la investigación de costos entre los concretos contrastados, por lo que sería recomendable realizar este estudio y dar a conocer la mejor opción en cuanto a costos y resultados.
- La presente investigación usa agregados de la cantera de Cochamarca, por lo que se recomienda realizar nuevas investigaciones con agregados de otras canteras. Esto en base a que las características físicas y mecánicas de cada agregado son únicas y puede variar leve o significativamente los resultados presentados en este trabajo.
- Se recomienda realizar un nuevo estudio en el cual se pueda cotejar el uso de fibra sintética corrugada y la fibra metálica corrugada, para ver como mejora las propiedades del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C1116/C1116M. (2015). Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete. Estados Unidos.
- C3 Soluciones en Concreto. (2003). *C3 Soluciones en Concreto*;. Obtenido de <https://www.ctres.mx/blog/usos-de-la-fibra-de-acero-slash-metalica/>
- Carrillo, J., & Silva Páramo, D. (2016). Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno. *Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. doi:<https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.07.003>
- Farfán Córdova, M., Pinedo Díaz, D., Araujo Novoa, J., & Orbegoso Alayo, J. (2018). FIBRAS DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO. *Revista Gaceta Técnica*. doi:<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523>
- Hadi , M. (2008). An Investigation of the Behaviour of Steel and Polypropylene Fibre. *An Investigation of the Behaviour of Steel and Polypropylene Fibre*. University of Wollongong, Wollongong, Nueva Gales del Sur, Australia. Obtenido de <https://ro.uow.edu.au/engpapers/477>
- Lao Odicio, W. J. (2007). *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/145>
- Mestanza Orellana, J. B. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO SOMETIDO A AMBIENTES SEVEROS: ALTAS, BAJAS*

TEMPERATURAS Y AMBIENTES SALINOS. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO, Ambato, Ecuador. Obtenido de
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24053>

Meza de Luna, A., Ortiz Lozano, J., Peralta Jaime, L., Pacheco Martínez, J., Soto Bernal,
J., Rangel Martínez, S., . . . Alvarado Flores, J. (2014). *Experimental mechanical
characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete*.
Universidad de Zulia. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0254-
07702014000200002&script=sci_abstract&tlng=en](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0254-07702014000200002&script=sci_abstract&tlng=en)

Montoya Valdez, K. E. (2016). *COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN,
ENTRE CONCRETO*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de
Guatemala, Guatemala,. Obtenido de
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1396944>

Neira Perez, G. N. (2021). *Evaluación del uso de fibra sintética versus fibra*. Universidad
Continental, Huancayo,, Perú. Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/10532>

Ñaupas Tenorio, D. J., & Sosa Soto, D. M. (2019). *Comportamiento mecánico del
concreto reforzado con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el
proyecto de ampliación del Centro Médico San Conrado en Los Olivos, Lima -
Perú*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.12727/5288>

Pasquel Carbajal, E. (1998). *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL
PERU*. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.

Patazca Rojas, P. R., & Tafur Bustamante, J. E. (2013). *EVALUACIÓN COMPARATIVA
DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y A FLEXIÓN DEL CONCRETO
CONVENCIONAL, CONCRETO CON FIBRA DE ACERO SIKAFIBER CHO*

80/60 NB, Y CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA SIKAFIBER FORCE PP/PE-700/55. UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, Chiclayo, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/1133>

Pineda Rodriguez, J. A. (2015). *UTILIZACIÓN DE FIBRA SINTÉTICA PARA LA REDUCCIÓN DE FISURAS*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Ciudad de Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1068>

Polo Honorio, J., & Risco Carranza, J. (2018). *Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto, Trujillo, 2018*. Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_a1c8bd96149d93ce4694d6cb82fbdf48

Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI.

Sotil Levy, A. J., & Zegarra Riveros, J. E. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/581616>

UNE-EN 14487-1. (2023). UNE-EN 14487-1.

ANEXOS

Sika® Fiber P-6

Fibras sintéticas para hormigón y mortero

Construcción

Descripción del Producto

Sika®Fiber P-6 es fibra sintética de polipropileno de 6 mm de largo, diseñada para controlar la fisuración en hormigones y morteros. **Sika®Fiber P-6** se distribuye aleatoriamente en la masa de hormigón o mortero formando una red tridimensional altamente uniforme.

Usos

- **Sika®Fiber P-6** se utiliza para el control de la fisuración en:
 - Hormigón proyectado.
 - Elementos prefabricados.
 - Estucos, sobrelosas y revestimientos de mortero.
- **Sika®Fiber P-6** se utiliza preferentemente en morteros y hormigones con árido de tamaño máximo inferior a 15 mm.

Ventajas

- Reducción de la fisuración por retracción y asentamiento plástico.
- No modifica la trabajabilidad de la mezcla fresca.
- No afecta los tiempos de fraguado
- Aumenta ligeramente las resistencias mecánicas
- Mejora la resistencia al impacto y al desgaste.
- Aumenta la cohesión de la mezcla.

Normas

Sika®Fiber P-6 cumple con las normas ASTM C1116 tipo 1.

Datos del Producto

Almacenamiento

Sika®Fiber P-6 puede almacenarse por tiempo indefinido en su envase original cerrado y protegido de la humedad.

Presentación

Saco con 18 bolsas de 600 grs.

Detalles de Aplicación

Consumo

Normalmente 600 grs para 1m³ de hormigón o mortero.

Método de aplicación

Sika®Fiber P-6 se agrega en la planta o a pie de obra directamente a la mezcla. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadidas las fibras prolongar el mezclado hasta obtener una mezcla uniforme.

Nota

El uso de **Sika®Fiber P-6** no sustituye las armaduras de acero y no evita grietas producto de mal dimensionamiento de la estructura de hormigón.

Base de Valores

Todos los datos técnicos del producto indicados en esta hoja de datos se basan en pruebas de laboratorio. Los datos medidos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

Restricciones Locales

Observe, por favor, que como resultado de regulaciones locales específicas el funcionamiento de este producto puede variar de un país a otro. Consultar, por favor, la hoja de datos local del producto para la descripción exacta de los campos de aplicación.

Instrucciones de seguridad

Salud y Seguridad

Para información y consejo sobre seguridad en la manipulación, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben referirse a la ficha de datos de seguridad vigente, la cual contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y otros datos relativos a la seguridad. En caso de emergencia llamar al CITUC a los siguientes fonos: 6353800 por intoxicaciones ó 2473600 por emergencias químicas.



Observaciones

La información, y, en particular, las recomendaciones relacionadas a la aplicación y uso final de productos de Sika, se dan en buena fe basada en el conocimiento y experiencia actual de Sika de los productos cuando se han almacenado apropiadamente, manipulados y aplicados bajo las condiciones normales de acuerdo con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en materiales, sustratos y condiciones reales del sitio son tales que ninguna garantía en relación a la comercialización o de aptitud para un propósito particular, ni cualquier obligación que surja en absoluto de cualquier relación legal, puede ser inferida de esta información, ni de cualquier otra recomendación escrita, o de cualquier otra sugerencia ofrecida. El usuario debe probar la aptitud del producto para la aplicación y propósito propuesto. Sika se reserva el derecho para cambiar las propiedades de sus productos. Deben observarse los derechos de propiedad de terceras partes. Todas las órdenes de compra son aceptadas sujetas a nuestras condiciones actuales de venta y entrega. Los usuarios siempre deben referirse a la más reciente edición de la Ficha Técnica local del producto correspondiente, copias de la cual se proporcionarán a su solicitud.



Sika S.A. Chile
Pdte. S. Allende 85
San Joaquín
Santiago
Chile

Tel. 56 2 510 6510
Fax 56 2 552 3735
www.sika.cl





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® LHO 45/35 NB

Fibra de acero para refuerzo del concreto normal y concreto proyectado

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® LHO - 45/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete). SikaFiber® LHO - 45/35 NB son fibras de acero que cumplen con la relación longitud / diámetro (l/d) mínima requerida para obtener un concreto dúctil.

USOS

SikaFiber® LHO - 45/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto. En concretos prefabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de fibras sueltas le permite ser usadas en mezclas de concreto, concreto proyectado (shotcrete) vía húmeda y vía seca.
- Relación longitud / diámetro igual a 45 para un rendimiento estándar.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFiber® LHO - 45/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	Indefinido
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de SikaFiber® LHO - 45/35 NB deben de ser almacenados protegidos de la humedad.
Dimensiones	Longitud: 35 mm con extremos conformados Diámetro: 0.77 mm Relación longitud/diámetro: 45

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Tensión	> 1200 Mpa
Módulo de Elasticidad	>220,000 Mpa
Elongación de Rotura	4% máx.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sikafiber® LHO - 45/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso: En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg. de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme. En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

DOSIFICACIÓN

Normalmente entre 20 y 50 kg. de Sikafiber® LHO - 45/35 NB por m³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaFiberLHO4535NB-es-PE-(12-2020)-1-3.pdf





CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 10/07/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera Cochamarca.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera Cochamarca.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

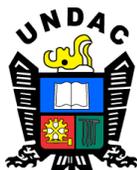
1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





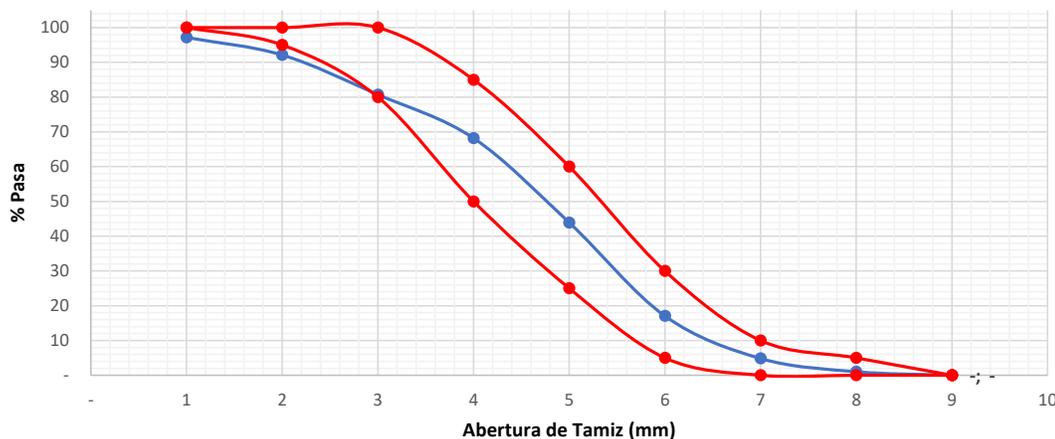
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 10/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500	14.20	2.83	2.83	97.17	100.00	100.00	
N° 4	4.750	25.40	5.06	7.89	92.11	95.00	100.00	
N° 8	2.360	57.12	11.38	19.27	80.73	80.00	100.00	
N° 16	1.180	62.88	12.53	31.80	68.20	50.00	85.00	
N° 30	0.600	121.91	24.29	56.10	43.90	25.00	60.00	
N° 50	0.300	134.70	26.84	82.94	17.06	5.00	30.00	
N° 100	0.150	61.40	12.24	95.18	4.82	-	10.00	
N° 200	0.075	19.10	3.81	98.98	1.02	-	5.00	
FONDO	-	5.10	1.02	100.00	-	-	-	
		501.810	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							2.96	

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	432.12	432.12	432.12	432.12
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	926.40	924.70	929.10	926.73
Peso del recipiente + muestra seca	gr	905.20	901.70	901.30	902.73
Peso muestra humeda	gr	494.28	492.58	496.98	494.61
Peso muestra seca	gr	473.08	469.58	469.18	470.61
Peso de agua	gr	21.20	23.00	27.80	24.00
Contenido de humedad	%	4.48%	4.90%	5.93%	5.10%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	20.850	21.350	20.270	20.823
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.400	20.090	20.070	20.187
Peso del recipiente	kg	5.970	5.970	5.970	5.970
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.880	15.380	14.300	14.853
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.430	14.120	14.100	14.217
volumen del recipiente	m3	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m3	1,653	1,709	1,589	1,650
Peso unitario compactado	kg/m3	1,603	1,569	1,567	1,580

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	486.10	486.30	487.47	486.62
Peso del pignometro lleno de agua	gr	748.78	739.71	754.14	747.54
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,020.10	1,021.01	1,021.10	1,020.74
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.13	2.22	2.09	2.15
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.13	2.22	2.09	2.15
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.26	2.37	2.21	2.28
Absorcion	%	2.86%	2.82%	2.57%	2.75%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 10/07/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de AGREGADO FINO procedente de la cantera Cochamarca.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de AGREGADO GRUESO procedente de la cantera Cochamarca.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





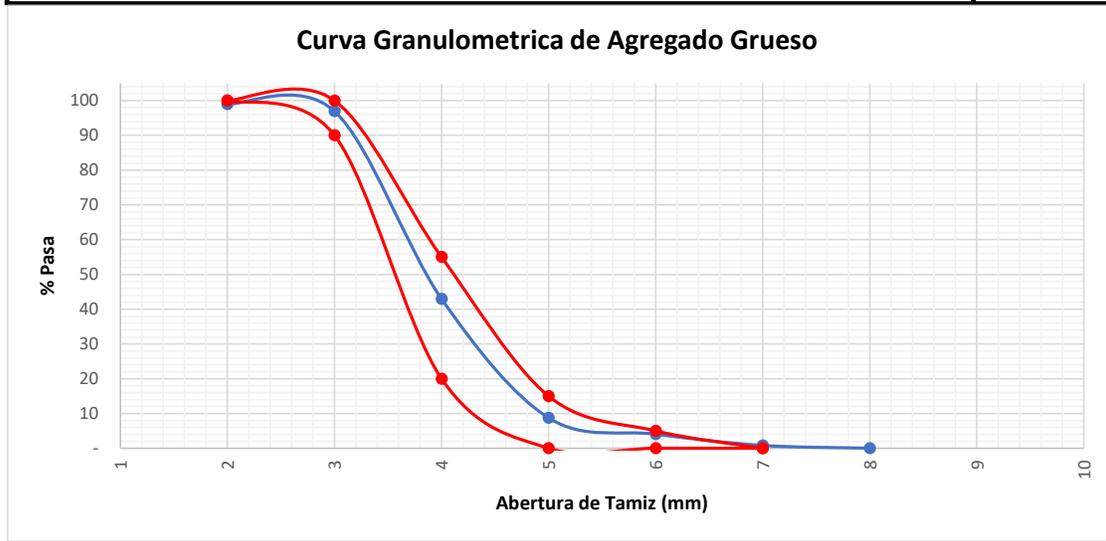
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Lmites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
1 ½"	37.500							
1"	25.000	5.12	1.0	1.0	99.0	100.00	100.00	
¾"	19.000	10.22	2.0	3.1	96.9	90.00	100.00	
½"	12.500	269.9	54.0	57.0	43.0	20.00	55.00	
3/8"	9.500	171.1	34.2	91.3	8.7	-	15.00	
N° 4	4.750	23.5	4.7	96.0	4.0	-	5.00	
N° 8	2.360	16.1	3.2	99.2	0.8	-	-	
N° 16	1.180	4.1	0.8	100.0	-			
FONDO	-	-	-	100.0	-			
		500.030	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							1/2"	
MODULO DE FINURA:							6.90	

Curva Granulometrica de Agregado Grueso



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	512.11	512.11	512.11	512.11
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,939.12	2,941.15	2,938.71	2,939.66
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,931.91	2,931.97	2,929.78	2,931.22
Peso muestra humeda	gr	2,427.01	2,429.04	2,426.60	2,427.55
Peso muestra seca	gr	2,419.80	2,419.86	2,417.67	2,419.11
Peso de agua	gr	7.21	9.18	8.93	8.44
Contenido de humedad	%	0.30%	0.38%	0.37%	0.35%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	23.420	23.410	23.450	23.427
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	24.050	24.340	24.320	24.237
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	7.880	7.880	7.880	7.880
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.140	8.140	8.140	8.140
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.540	15.530	15.570	15.547
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.910	16.200	16.180	16.097
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m³	1,110	1,109	1,112	1,110
Peso unitario compactado	kg/m³	1,136	1,157	1,156	1,150

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA 11/07/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,132.660	3,126.470	3,120.550	3,126.560
Peso de la muestra SSS	gr	3,176.100	3,165.210	3,179.120	3,173.477
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,881.340	1,886.580	1,857.140	1,875.020
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.42	2.45	2.36	2.41
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.45	2.48	2.40	2.44
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.50	2.52	2.47	2.50
Absorcion	%	1.39%	1.24%	1.88%	1.50%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210$ Kg/cm²
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA 13/07/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1650.00 Kg/m ³	1110 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1580.00 Kg/m ³	1150 Kg/m ³
P. Especifico Masa Seca	2.28 gr/cm ³	2.50 gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.10 %	0.35 %
% de Absorcion	2.75 %	1.50 %
Modulo de Fineza	2.96	6.90
Tamaño Maximo Nominal	3/8 "	1/2 "

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire:

% (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado:

L/m³ (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento:

gr/cm³ (Propiedad fisica del cemento)

4.4. F'cr:

kg/cm² (Resistencia promedio requerida)

4.5. Relacion agua cemento:

(Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento:

kg/m³ = 9.1 bolsas/m³

4.7. Cantidad de agregado grueso:

m³ (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

F'cr = Resist. Prom.	
F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m ³)	P. SECOS AGREG. (kg/m ³)	CORRECC. HUMEDAD (kg/m ³)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.124	386.819	386.819	1.000	9.102	1.00
A. FINO	0.412	938.448	986.309	2.550	20.083	2.21
A. GRUESO	0.248	621.000	623.174	1.611	19.755	2.17
AGUA (L/m ³)	0.216	216.000	201.088	201.088	201.088	22.09 L/bolsa
AIRE	0.000					

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210$ Kg/cm²
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA 13/07/2023

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	386.819	kg	6.04	kg	0.00603638
A. FINO	986.309	kg	19.73	kg	0.01972618
A. GRUESO	623.174	kg	12.46	kg	0.01246348
AGUA (L/m ³)	201.088	kg	4.02	kg	0.00402176
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
FIBRAS DE ACERO	kg/m ³	---	---	15
---	---	---	---	---

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	FIBRAS DE ACERO	kg	...	...	...
	---	kg	...	...	...
PATRON 15 kg/m ³	FIBRAS DE ACERO	kg	0.300	0.300	0.300
	---	kg	---	---	---

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : CONTRERAS ANAYA, Ricardo Alonso
TESIS : COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210$ Kg/cm²
UBICACIÓN : CERRO DE PASCO
FECHA 13/07/2023

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	386.819	kg	6.04	kg	0.00603638
A. FINO	986.309	kg	19.73	kg	0.01972618
A. GRUESO	623.174	kg	12.46	kg	0.01246348
AGUA (L/m ³)	201.088	kg	4.02	kg	0.00402176
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
FIBRAS SINTETICA	%	---	---	15
---	---	---	---	---

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	FIBRAS SINTETICA	kg	...	...	...
	---	kg	...	...	...
PATRON 15 kg/m ³	FIBRAS SINTETICA	kg	0.300	0.300	0.300
	---	kg	---	---	---

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



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

Tesista: RICARDO CONTRERAS ANAYA
 Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC
 Fecha: 15/09/2023

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)	Altura (mm)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
RC - PG	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	102.17	102.32	102.25	8210.6		3817.3	13437.0	210	171.0	0.9	D
RC - PG	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	102.09	102.23	102.16	8196.9		3815.6	13685.0	210	174.2	1.2	D
RC - PG	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	102.15	102.08	102.12	8189.7	199.79	3818.8	4810.0	210	6.8	0.1	A
RC - MS	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	102.29	102.11	102.20	8203.4		3820.1	15130.0	210	192.6	0.9	D
RC - MS	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	102.16	102.14	102.15	8195.3		3833.5	15209.0	210	193.6	1.0	D
RC - MS	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	102.20	102.11	102.16	8196.1	202.50	3836.6	8928.0	210	12.6	0.1	B
RC - FA	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	101.90	101.82	101.86	8148.9		3811.8	14767.0	210	188.0	1.3	D
RC - FA	Compresión	08/09/2023	7	15/09/2023	102.08	102.13	102.11	8188.1		3829.8	14743.0	210	187.7	1.2	D
RC - FA	Tracción	08/09/2023	7	15/09/2023	102.20	102.33	102.27	8213.8	200.90	3874.7	6292.0	210	8.9	0.1	A

tipos de falla

- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perímetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior

BACH. CONTRERAS ANAYA, Ricardo	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN
Elaborado	Revisado	Aprobado

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

Tesista: RICARDO CONTRERAS ANAYA
Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC
Fecha: 22/09/2023

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)	Altura (mm)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
RC - PG	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	102.27	102.21	102.24	8209.8		3836.5	18145.0	210	231.0	0.1	D
RC - PG	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	101.65	102.33	101.99	8169.7		3821.1	17926.0	210	228.2	0.9	D
RC - PG	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	101.62	101.25	101.44	8081.0	201.16	3795.5	5300.0	210	7.4	0.1	A
RC - MS	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	101.99	101.84	101.92	8157.7		3893.2	21564.0	210	274.5	1.6	D
RC - MS	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	101.62	101.94	101.78	8136.1		3856.7	21310.0	210	271.3	2.2	D
RC - MS	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	101.92	102.32	102.12	8190.5	202.15	3922.8	9217.0	210	13.0	0.1	C
RC - FA	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	102.21	102.34	102.28	8215.4		3881.3	19476.0	210	247.9	2.0	C
RC - FA	Compresión	08/09/2023	14	22/09/2023	102.21	101.82	102.02	8173.7		3887.7	19351.0	210	246.3	2.5	C
RC - FA	Tracción	08/09/2023	14	22/09/2023	101.49	101.33	101.41	8077.0	201.30	3854.3	6753.0	210	9.5	0.2	A

tipos de falla

- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perimetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior

BACH. CONTRERAS ANAYA, Ricardo	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN
Elaborado	Revisado	Aprobado

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

Testista: RICARDO CONTRERAS ANAYA
Ubicación: LABORATORIO CIVIL UNDAC
Fecha: 06/10/2023

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)	Altura (mm)	Peso (g)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia del Concreto (Kg/cm ²)	Velocidad	Tipo de falla
RC - PG	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	101.32	102.11	101.72	8125.7		3791.8	20926.0	210	266.4	2.5	D
RC - PG	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	102.21	102.19	102.20	8203.4		3765.4	19600.0	210	249.5	2.2	D
RC - PG	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	102.15	102.18	102.17	8197.7	199.86	3816.7	7406.0	210	10.4	0.2	B
RC - MS	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	102.58	102.43	102.51	8252.4		3840.0	22193.0	210	282.5	1.5	D
RC - MS	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	101.36	101.84	101.60	8107.3		3812.6	21647.0	210	275.6	2.5	D
RC - MS	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	101.36	101.70	101.53	8096.1	202.89	3844.0	9764.0	210	13.8	0.1	C
RC - FA	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	102.33	102.10	102.22	8205.8		3914.9	21291.0	210	271.0	1.0	B
RC - FA	Compresión	08/09/2023	28	06/10/2023	101.84	102.16	102.00	8171.3		3943.5	21105.0	210	268.7	2.2	D
RC - FA	tracción	08/09/2023	28	06/10/2023	102.41	102.18	102.30	8218.6	201.83	3876.2	9144.0	210	12.9	0.1	A

tipos de falla

- 1.-conos bien formados en ambas bases
- 2.-base inferior con fracturas
- 3.-base superior con fracturas
- 4.-falla local en momento de la carga aplicada al testigo
- 5.-testigo mal testeado
- 6.-grietas en el perimetro del testigo
- 7.-testigo mal formados en base superior y inferior

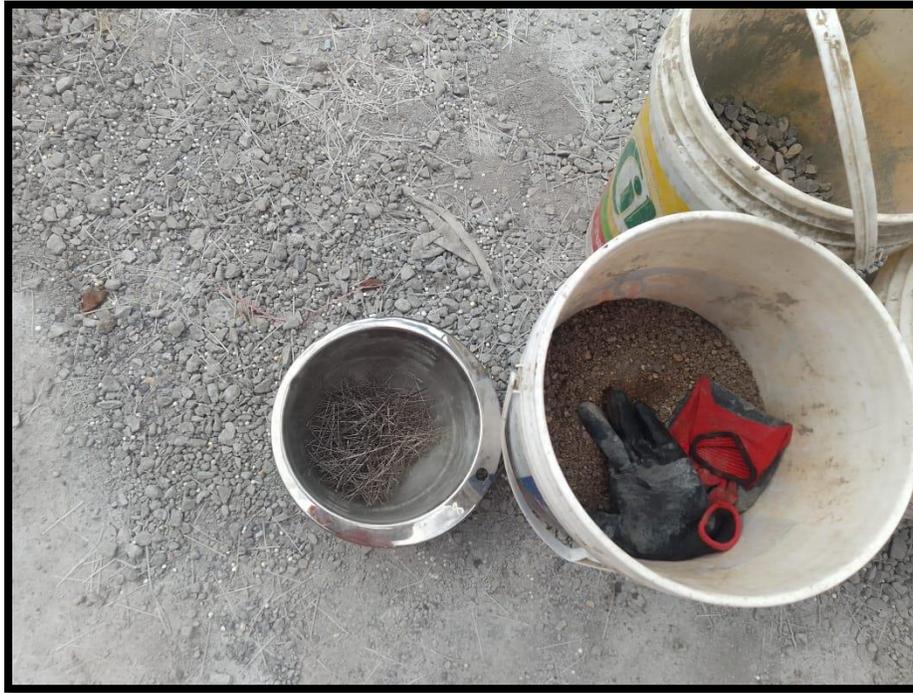
BACH. CONTRERAS ANAYA, Ricardo	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN	ARQ. RAMIREZ MEDRANO, JOSÉ GERMAN
Elaborado	Revisado	Aprobado

MATRIZ DE CONSISTENCIA

COTEJO DEL USO DE FIBRA SINTÉTICA VERSUS FIBRA METÁLICA EN CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO 2022.

	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General	¿Cuáles son las propiedades y características del cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?	Determinar las propiedades y características del cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados de las propiedades y características versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	Concreto 210 kg/cm2 (Mejoras en las Características) en la Ciudad de Cerro de Pasco 2022	Tipo de Investigación: Corresponde a las investigaciones experimentales o aplicadas dentro de las ciencias sociales
Específicos	¿Cómo difieren la resistencia a la compresión en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?	Determinar las diferencias de la resistencia a la compresión en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	Utilizando la fibra sintética revela mejores resultados a la resistencia a la compresión del concreto versus la fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	Independiente: fibra sintética, fibra metálica	Diseño de la investigación: El diseño experimental por tener un solo grupo de trabajo que se representa de la siguiente manera: GE 01 X 02
	¿Cuál es la dosificación optima en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?	Determinar la dosificación optima en el cotejo del uso de fibra sintética versus fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	Utilizando la dosificación optima con fibra sintética revela mejores resultados con el fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	porcentaje de vacíos	Población: Concreto con fibras sintéticas y concreto de fibras metálicas. Muestra: testigos de concreto que no se alejan del 90% del promedio de muestras, para que nuestros resultados sean lo más acertado posible.
	¿Cuál es la probabilidad de reducir el porcentaje de cemento al uso de fibra sintética y fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?	Determinar la probabilidad de reducir el porcentaje de cemento al uso de fibra sintética y fibra metálica en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022?	Utilizando la fibra sintética y la fibra metálica reducirá el porcentaje de cemento en el concreto 210 kg/cm2 en la ciudad de Cerro de Pasco - 2022	costo del concreto ligero	Método: Cuantitativo- Cualitativo de datos estadístico

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1.- Pesaje de materiales



Fotografía 2.- Mezclado de materiales en el trompo respetando el tiempo según norma



Fotografía 3.- Vista del concreto fresco al terminar el mezclado



Fotografía 4.- Llenado de moldes respetando capas y compactación según norma



Fotografía 5.- Enrasado de probetas para su posterior almacenamiento y fraguado



Fotografía 6.- Desmoldando las probetas 24h después del enrasado



Fotografía 7.- Colocando el código de las probetas con fibras de acero



Fotografía 8.- Colocando el código de las probetas con fibras sintéticas



Fotografía 9.- Colocando las probetas con fibras de acero en el pozo de curado



Fotografía 10.- Colocando las probetas con fibras sintéticas en el pozo de curado



Fotografía 11.- Pesaje de probetas que se someterán al ensayo a compresión



Fotografía 12.- Medida del diámetro de las probetas con fibras de acero para el ensayo a compresión



Fotografía 13.- Medida del diámetro de las probetas con fibras sintéticas para el ensayo a compresión



Fotografía 14.- Medida de la altura de la probeta para el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 15.- Pesaje de las probetas con fibra de acero para el ensayo a compresión



Fotografía 16.- Pesaje de las probetas con fibra sintéticas para el ensayo a compresión



Fotografía 17.- Pesaje de las probetas para el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 18.- Colocación de probetas en la prensa hidráulica para el ensayo a compresión



Fotografía 19.- Cargando la prensa hidráulica y regulando la velocidad según norma



Fotografía 20.- Verificando el tipo de falla a compresión producida en la probeta



Fotografía 21.- Alistando la probeta para el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 22.- Colocando la probeta y herramientas necesarias en la prensa para el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 23.- Cargando prensa y regulando velocidad para el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 24.- Fallo de la probeta mediante el ensayo a tracción indirecta



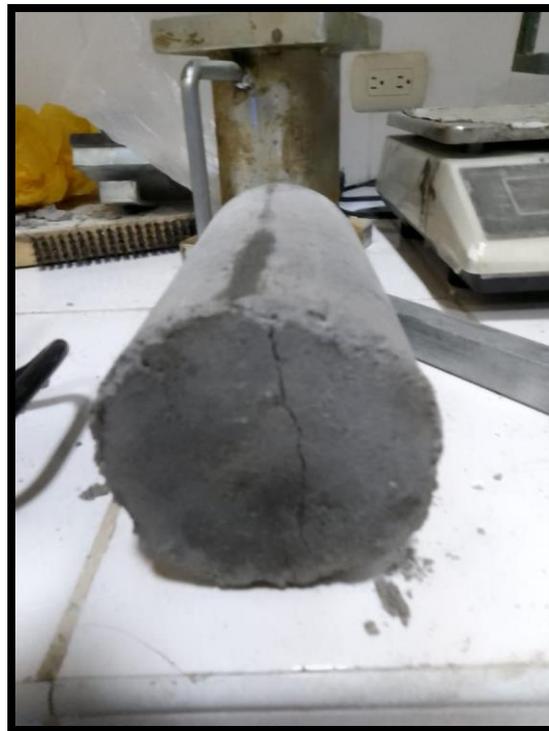
Fotografía 25.- Identificando el tipo de falla producido por el ensayo a tracción indirecta



Fotografía 26.- Falla en corte producido por el ensayo a compresión



Fotografía 27.- Falla en corte en la base producido por el ensayo a compresión



Fotografía 28.- Fractura a lo largo del diámetro y sin descascaramiento



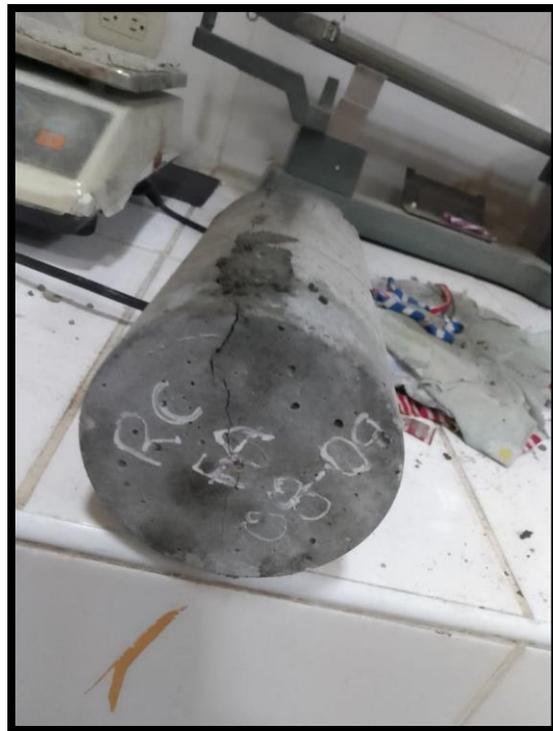
Fotografía 29.- Fractura a lo largo del diámetro y con ligero descascaramiento



Fotografía 30.- Fractura a lo largo del diámetro y con ligero descascaramiento



Fotografía 31.- Falla en cono y corte producido por el ensayo a compresión



Fotografía 32.- Fractura a lo largo del diámetro y sin descascamiento



Fotografía 33.- Fractura a lo largo del diámetro y alto descascaramiento



Fotografía 34.- Falla en corte producido por el ensayo a compresión