

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c
210 kg/cm² con material zarandeado y triturado.**

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, ingeniería urbana,
ingeniería estructural.

Sub Línea de Investigación: Estructuras y Materiales

Autor:

Jimenez Castro, Ronald Aldair

Jurado Evaluador:

Presidente : Chan Heredia, Miguel Angel

Secretario : Granda Tume, Luis Alberto

Vocal : Ruiz Jaramillo, Raimer Lartsimin

Asesor:

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura - Perú

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 10 / 09

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c
210 kg/cm² con material zarandeado y triturado.**

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, ingeniería urbana,
ingeniería estructural.

Sub Línea de Investigación: Estructuras y materiales

Autor:

Jimenez Castro, Ronald Aldair

Jurado Evaluador:

Presidente : Chan Heredia, Miguel Angel

Secretario : Granda Tume, Luis Alberto

Vocal : Ruiz Jaramillo, Raimer Lartsimin

Asesor:

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura - Perú

2024

Fecha de sustentación: 2024 / 10 / 09

Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado.

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	11%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.scribd.com Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

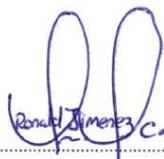

Rodolfo Enrique Ramal Montejó
INGENIERO CIVIL
CIP 88659

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ramal Montejo Rodolfo Enrique, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto F_c 210 Kg/cm² con material zarandeado y triturado", del autor Jimenez Castro Ronald Aldair dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 02 de octubre del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto F_c 210 Kg/cm² con material zarandeado y triturado", y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Piura, 08 de octubre del 2024



Jimenez Castro Ronald Aldair.
DNI: 75554635



Ramal Montejo Rodolfo Enrique.
DNI: 40025663
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>



Dedicatoria

La presente y dedicada tesis se la dedico a mi mamá Marleny quien anhelaba que sea un profesional, a mi mamá Lola que contaba los años restantes para culminar mi carrera, le dedico esta tesis a mis dos ángeles que tanta falta me hacen, pero me iluminan y cuidan día a día.

Se la dedico a mis padres, Ronald y Gaby que son el fruto de motivación y superación, por hacer posible culminar mi carrera y ser omnipresentes en mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por darme vida y salud.

A cada uno de mis familiares, por darme la confianza y apoyo necesario en esta etapa de mi vida.

A mi abuelo Manuel, por impartir cada uno de sus conocimientos conmigo, por bríndame el apoyo y oportunidad de crecer profesionalmente.

A mi novia Marycielo, por estar conmigo antes y durante esta etapa universitaria, por estar día a día apoyándome.

Resumen

Debido a la escasez de material grueso triturado y su costo elevado, además de su mala práctica de este proceso, se vio la necesidad de optar por el uso de la grava zarandeada para un concreto $F'c$ 210 kg/cm². Para así lograr el objetivo principal de dicha investigación que es comparar la resistencia a la compresión de un diseño de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado. Utilizando un enfoque cuantitativo con un propósito aplicado, de tipo descriptivo, y con una temporalidad transversal, junto con un diseño de investigación semi - experimental, se realizó dos diseños de mezcla de concreto, uno con agregado grueso zarandeado (diseño 01) y un diseño con agregado grueso triturado (diseño 02), dichos diseños están compuestos por el mismo agregado fino, la misma relación agua - cemento. Los resultados validan la hipótesis planteada, donde el diseño con agregado grueso zarandeado logra alcanzar la resistencia de 210 kg/cm², sin embargo, el diseño con agregado grueso triturado presenta mayores resultados en comparación al diseño 1.

Palabras Claves: Material zarandeado, material triturado, resistencia a la compresión, diseño de mezcla, concreto.

Abstract

Due to the scarcity of coarse crushed material and its high cost, in addition to the bad practice of this process, it was necessary to opt for the use of crushed gravel for a concrete $F'c$ 210 kg/cm². In order to achieve the main objective of this research, which is to compare the compressive strength of a design of concrete $f'c$ 210 kg/cm² with crushed and shredded material. Using a quantitative approach with an applied purpose, descriptive type, and with a transversal temporality, together with a semi-experimental research design, two concrete mix designs were carried out, one with crushed coarse aggregate (design 01) and one with crushed coarse aggregate (design 02), these designs are composed of the same fine aggregate, the same water-cement ratio. The results validate the hypothesis proposed, where the design with crushed coarse aggregate achieves the resistance of 210 kg/cm², however, the design with crushed coarse aggregate presents better results compared to design 1.

Keywords: Shaker material, crushed material, compressive strength, mix design, concrete.

Presentación

Señores miembros del Jurado:

Siguiendo las normas del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego para la Facultad de Ingeniería, es un placer presentar ante ustedes la tesis titulada:

“Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado”, con el propósito de alcanzar el título profesional de ingeniero civil.

La realización de esta investigación se ha llevado a cabo de manera rigurosa y exhaustiva para asegurar resultados confiables. Dicha investigación se basa en hacer una evaluación comparativa de dos diseños de mezclas de concreto, los cuales compartirán la misma dosificación salvo el agregado grueso, ya que el primer diseño será con material grueso zarandeado y el segundo diseño con material grueso triturado.

Al momento de comparar la resistencia a compresión de cada diseño, se utilizarán diferentes métodos de refrentado, como es el adherido (capping) y no adherido (almohadillas de neopreno).

Atentamente,

Br. Jimenez Castro, Ronald Aldair

Piura, julio del 2024.

Índice De Contenido

Dedicatoria	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Presentación.....	x
I. Introducción	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Justificación.....	3
II. Marco de Referencia	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Marco Teórico	12
2.3. Marco Conceptual	38
2.4. Sistema De Hipótesis.....	39
III. Metodología Empleada.....	43
3.1. Tipo Y Nivel De Investigación.	43
3.2. Población Y Muestra De Estudio.....	44
3.3. Diseño De Investigación.....	44
3.4. Técnicas E Instrumentos De Investigación.	44
3.5. Procesamiento Y Análisis De Datos.....	45
IV. Presentación De Resultados	46
4.1. Análisis E Interpretación De Resultados.	46
4.2. Docimasia De Hipótesis	136
V. Discusión De Los Resultados.....	137
Conclusiones	148
Recomendaciones.....	150

Referencias bibliográficas.....	151
Anexos.....	156

Índice De Tablas

Tabla 1 Determinación de la resistencia sin registro de probetas.	17
Tabla 2 Determinación de la resistencia contando con el grado de control en obra.....	17
Tabla 3 Consistencias y elección de asentamientos.....	18
Tabla 4 Asentamiento para diversos tipos de construcción.	18
Tabla 5 Contenido de agua.....	19
Tabla 6 Elección del contenido del aire.....	20
Tabla 7 Relación agua – cemento máxima para concreto con ciertas condiciones de exposición.....	21
Tabla 8 Relación agua – cemento por resistencia	22
Tabla 9 Determinación del agregado.	23
Tabla 10 Valores de las constantes a y b de la ecuación Fuller – Thompson.	24
Tabla 11 Contenido de agua.....	27
Tabla 12 Requerimientos de granulometría para el agregado fino.	28
Tabla 13 Requerimientos De Granulometría Para El Agregado Grueso ...	30
Tabla 14 Gradación de las muestras de ensayo	34
Tabla 15 Ventajas del refrentado de azufre y almohadillas de neopreno..	36
Tabla 16 Desventajas del refrentado de azufre y almohadillas de neopreno.	37
Tabla 17 Operacionalización De Variables	40
Tabla 18 Ensayos de los agregados en laboratorio.	48
Tabla 19 Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso zarandeado	50
Tabla 20 Peso específico y absorción del agregado grueso zarandeado.	53
Tabla 21 Peso unitario suelto del agregado grueso zarandeado.	55
Tabla 22 Peso unitario compactado del agregado grueso zarandeado. ...	55
Tabla 23 Abrasión los ángeles del agregado grueso zarandeado	57
Tabla 24 Determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso zarandeado	58
Tabla 25 Determinación de porcentaje de partículas chatas y alargadas para el agregado grueso zarandeado.....	59
Tabla 26 Contenido de sales solubles del agregado grueso zarandeado .	59

Tabla 27	Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	60
Tabla 28	Peso específico y absorción del agregado fino	63
Tabla 29	Peso unitario suelto del agregado fino.	64
Tabla 30	Peso unitario compactado del agregado fino.	64
Tabla 31	Contenido de sales solubles del agregado fino.....	65
Tabla 32	Equivalente de arena del agregado fino.....	70
Tabla 33	Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso triturado.	72
Tabla 34	Peso específico y absorción del agregado grueso triturado.	73
Tabla 35	Peso unitario suelto del agregado grueso triturado.	74
Tabla 36	Peso unitario compactado del agregado grueso triturado.	74
Tabla 37	Abrasión los ángeles del agregado grueso triturado	75
Tabla 38	Determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso triturado	76
Tabla 39	Determinación de porcentaje de partículas chatas y alargadas para el agregado grueso triturado	77
Tabla 40	Contenido de sales solubles del agregado grueso triturado.....	77
Tabla 41	Resumen de canteras.	78
Tabla 42	Diseños de mezcla de concreto	79
Tabla 43	Curva idea según Fuller para tamaño máximo 1”	80
Tabla 44	Ensayos de granulometrías parciales de los materiales	82
Tabla 45	Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales	82
Tabla 46	Datos de los agregados – diseño 01	85
Tabla 47	Características de los agregados – diseño 01.....	85
Tabla 48	Valores de diseño – diseño 01	86
Tabla 49	Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla – diseño 01	86
Tabla 50	Volumen absolutos de agregados – diseño 01	86
Tabla 51	Peso absolutos de agregados – diseño 01	87
Tabla 52	Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla - diseño 01.....	87
Tabla 53	Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio – diseño 01.	87
Tabla 54	Dosificación con humedad de acopio - diseño 01.	88
Tabla 55	Datos de los agregados – diseño 02	88

Tabla 56 Características de los agregados – diseño 02.....	89
Tabla 57 Valores de diseño – diseño 02	89
Tabla 58 Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla – diseño 02	89
Tabla 59 Volumen absolutos de agregados – diseño 02	90
Tabla 60 Peso absolutos de agregados – diseño 02	90
Tabla 61 Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla - diseño 02.....	90
Tabla 62 Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio – diseño 02.	91
Tabla 63 Dosificación con humedad de acopio - diseño 02.	91
Tabla 64 Requisitos de la varilla compactadora	92
Tabla 65 Método de consolidación.....	93
Tabla 66 Moldeo de probetas por apisonado	93
Tabla 67 Moldeo de especímenes por vibración.....	94
Tabla 68 Probetas de concreto - diseño 01.....	95
Tabla 69 Probetas de concreto - diseño 02.....	95
Tabla 70 Registro de probetas de concreto con almohadillas de neopreno - diseño 01.....	98
Tabla 71 Registro de probetas de concreto con mortero de azufre - diseño 01	99
Tabla 72 Registro de probetas de concreto con almohadillas de neopreno - diseño 02.....	100
Tabla 73 Registro de probetas de concreto con mortero de azufre - diseño 02	101
Tabla 74 Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno	102
Tabla 75 Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.	103
Tabla 76 Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.	105
Tabla 77 Resistencia a la compresión a los 07 días – diseño 01 con refrentado (capping).....	106
Tabla 78 Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con refrentado (capping)	107

Tabla 79 Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con refrentado (capping)	108
Tabla 80 Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno	110
Tabla 81 Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.	111
Tabla 82 Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.	112
Tabla 83 Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con refrentado (capping).	113
Tabla 84 Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con refrentado (capping)	114
Tabla 85 Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con refrentado (capping).	115
Tabla 86 Comparación de los ensayos de los materiales zarandeado y triturado	117
Tabla 87 Resultados de temperatura del concreto.....	124
Tabla 88 Resultados del ensayo de asentamiento del concreto.	125
Tabla 89 Comparación de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 01.....	126
Tabla 90 Comparación de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 01.....	127
Tabla 91 Comparación de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 01.....	129
Tabla 92 Comparación de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 02.....	130
Tabla 93 Comparación de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 02.....	132
Tabla 94 Comparación de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 02.....	133
Tabla 95 Resumen de ensayos de laboratorio del agregado fino - cantera Santa Cruz.	137
Tabla 96 Resumen de ensayos de laboratorio del agregado grueso - cantera Santa Cruz.	138

Tabla 97	139
Tabla 98 Pesos de los elementos en el diseño 01	141
Tabla 99 Pesos de los elementos en el diseño 02	143
Tabla 100 Resumen de resistencias a la compresión - diseño 01 y diseño 02	144
Tabla 101 Resumen de las características físicas del diseño 01 y diseño 02.	146

Índice De Figuras

Figura 1 Efecto de la relación agua – cemento.....	14
Figura 2 Efecto de la velocidad de aplicación de la carga.	15
Figura 3 Tipos de fractura de las probetas de concreto.....	16
Figura 4 Proporciónamiento de agregados según método de fuller.	26
Figura 5 Estados del agregado según su superficie y humedad	32
Figura 6 Cantera Santa Cruz	47
Figura 7 Curva granulométrica del agregado grueso zarandeado	51
Figura 8 Curva granulométrica del agregado fino	61
Figura 9 Cantera Armando Zapata	71
Figura 10 Curva granulométrica del agregado grueso triturado.....	72
Figura 11 Curva ideal Fuller TM 1"	81
Figura 12 Curva granulométrica ideal - diseño 01	83
Figura 13 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.	103
Figura 14 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.	104
Figura 15 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.	106
Figura 16 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 07 días – diseño 01 con refrentado (capping).....	107
Figura 17 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con refrentado (capping).....	108
Figura 18 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con refrentado (capping).....	109
Figura 19 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.	111
Figura 20 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.	112
Figura 21 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.	113
Figura 22 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con refrentado (capping).....	114

Figura 23 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con refrentado (capping).....	115
Figura 24 Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con refrentado (capping).....	116
Figura 25 Gráfico comparativo de peso específico de agregados gruesos.	117
Figura 26 Gráfico comparativo de porcentaje de absorción de agregados gruesos.	118
Figura 27 Gráfico comparativo de peso unitario suelto de agregados gruesos.	119
Figura 28 Gráfico comparativo de peso unitario varillado de agregados gruesos.	119
Figura 29 Gráfico comparativo de porcentaje de desgaste de agregados gruesos.	120
Figura 30 Gráfico comparativo de porcentaje de partículas chatas y alargadas de agregados gruesos.	121
Figura 31 Gráfico comparativo de porcentaje de sales solubles de agregados gruesos.....	122
Figura 32 Gráfico comparativo de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 01.	126
Figura 33 Gráfico comparativo de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 01.	128
Figura 34 Gráfico comparativo de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 01.	129
Figura 35 Gráfico comparativo de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 02.	131
Figura 36 Gráfico comparativo de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 02.	132
Figura 37 Gráfico comparativo de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 02.	134
Figura 38 Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 7 días.	135
Figura 39 Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 14 días.	135

Figura 40 Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 28 días.

..... 136

I. Introducción

1.1. Problema de Investigación

El concreto se ha convertido en un material muy frecuente y cumple un papel importante en el sector construcción, ya que presenta y aporta muchas características y propiedades como su durabilidad, trabajabilidad, y una resistencia.

Este material ha causado un impacto mundial, ya que es utilizado alrededor del mundo en diversas obras ingenieriles, lo ventajoso es que existen tipos de concreto y métodos de preparación, hasta se puede reciclar y volver a reutilizar.

El doctor investigador de la Universidad de Kagawa en Japón nos comenta que “El concreto es el segundo producto de mayor consumo en la tierra, después del agua” (Sakai, 2010). Podemos afirmar que el concreto por excelencia es el más utilizado en el mundo y está presente en el proceso constructivo de obras ingenieriles.

El concreto tiene varias presentaciones, además presenta varias ventajas como su alta resistencia y propiedades que garantizan una buena estructura, a lo largo del Perú es utilizado para construir edificios, puentes, puertos, centros comerciales, viviendas, establecimientos de salud, entre otras edificaciones. Tanto es el incremento del uso de concreto que existen muchas plantas de concreto alrededor de todo el Perú. Según INEI (2024) afirma en su informe técnico avance coyuntural de la actividad económica en el mes de marzo, el consumo interno de cemento aumentó 9.25%, al ser comparado este dato con igual mes del año anterior, dicho resultado sumo siete meses de comportamiento positivo.

Asimismo, según los resultados censales por INEI (2018) nos dice que 3 millones 298 mil 280 viviendas tienen sus techos de concreto armado como material predominante. De estas viviendas censadas, Piura representa el 20.4% de viviendas que viene hacer un total de 95 852 viviendas.

En toda obra ingenieril de concreto es fundamental realizar un constante control de calidad que controlen su diseño, mezclado y su colocación con el fin de garantizar su calidad y pueda cumplir con las especificaciones técnicas requeridas. Para que el concreto tenga una buena calidad y garantice una edificación viable debe cumplir las especificaciones de las normativas nacionales como internacionales. La característica primordial de cualquier obra ingenieril de concreto es que cumpla con una resistencia a la compresión requerida. Para determinar la resistencia a compresión del concreto se utiliza el ensayo a compresión simple que

consiste en producir muestras cilíndricas que se someten a una carga axial hasta lograr su rotura y con la carga obtenida se puede determinar esta resistencia.

Hay maneras para ejecutar este ensayo, en la parte superior e inferior la cara de la probeta tiene contacto con la máquina de rotura se puede aplicar un refrentado (Capping) o usar almohadillas de neopreno, es posible que esta resistencia varíe por el tipo de refrentado usado. En el sector construcción se requiere tener un resultado sin margen de error, que el resultado garantice la seguridad y eficiencia.

Por otro lado, alrededor del Perú hay zonas donde no se logra encontrar con facilidad los agregados apropiados para la elaboración del concreto, ya sea por sus escasos o por los altos costos.

Exactamente en Piura, no se encuentran los materiales óptimos para realizar un concreto como la piedra chancada, por ello nace la necesidad de diseñar un concreto con material zarandeado que tiene más accesibilidad y es de menor costo que el material triturado, y comprobar si cumple con la resistencia mínima requerida, con ello se podrá reemplazar el material triturado por un material zarandeado dependiendo de la situación.

Ante lo descrito anteriormente, se formula el problema de investigación siguiente:

¿Un diseño de mezcla de concreto $f'c$ 210 kg/cm² elaborado con material zarandeado y triturado influirá en la resistencia a la compresión del concreto?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Comparar las resistencias de un diseño de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físicas – mecánicas de los materiales provenientes de la cantera Santa Cruz y cantera Armando Zapata.
- Realizar el diseño de mezcla utilizando el material zarandeado.
- Realizar el diseño de mezcla utilizando el material triturado.
- Determinar la resistencia a la compresión usando refrentado (Capping) y cabezales con almohadillas de neopreno a las probetas ensayados de los diferentes diseños.
- Comparar las características físicas, mecánicas del material zarandeado y triturado.

- Determinar y comparar las características físicas de los diseños elaborados.

1.3. Justificación

Esta investigación tiene una justificación teórica porque permitiría poner en práctica el conocimiento impartido durante mi formación profesional y emplearlo en la realización de los diseños de mezclas de concreto de material zarandeado tanto como material triturado como recursos para la comparación de la resistencia a compresión utilizando refrentado (capping) y cabezales de almohadillas con neopreno.

Esta investigación se justifica social y económicamente porque permitirá a ingenieros y a la población a obtener un concreto 210 con un agregado grueso de menor costo y más accesible.

Se justifica metodológicamente porque esta comparación del tipo de refrentado y lo influyente en el resultado no se toma en cuenta. Con esta investigación se pretende contribuir a la calidad del concreto, y puedan elegir el tipo de refrentado más preciso en sus resultados.

Por último, se justifica de manera práctica, ya que alrededor del Perú se utiliza arena gruesa, piedra chancada para la elaboración del concreto, pero estos materiales en algunas zonas son escasos o no son accesibles, por lo cual esta investigación pone en frente al agregado grueso zarandeado en estudio de análisis, y así pueda ser utilizado en diferentes obras de construcción, puesto que el canto rodado abunda en varias zonas del Perú y en Piura se logra apreciar la alta demanda de este agregado.

II. Marco de Referencia

2.1. Antecedentes

Acorde con Rios et al. (2021) en su investigación denominada “Efecto de la forma redondeada y angular del agregado grueso en la resistencia del concreto” realizada en Boca Ratón ciudad de Florida pretende determinar la influencia de la forma (angular vs redondeado) del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto. Los autores desarrollaron dos diseños de concreto, un diseño de concreto utilizando agregado grueso angular y un diseño de concreto utilizando agregado grueso redondeado. Ambos diseños fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que el diseño con agregado angular obtuvo resistencias de 319,46 kg/cm², 390,97 kg/cm² y 447,6 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, el diseño con agregado redondeado alcanzó resistencias de 291,47 kg/cm², 373,17 kg/cm² y 422,23 kg/cm².

Los autores concluyen que los agregados angulares proporcionan mejor adherencia a la pasta de cemento, resultando en mayor resistencia a la compresión, mientras que los agregados redondeados ofrecen mejores propiedades de fluidez. En general, la forma y textura del agregado influyen significativamente en la trabajabilidad y resistencia del concreto.

De acuerdo con Konitufe et al. (2023) en su investigación denominada “Influencia del tamaño y la forma de los agregados en la resistencia a la compresión del concreto” realizada en la Universidad de Malasia Pahang, en la ciudad de Pahang analizaron cómo el tamaño y la forma de los agregados gruesos influyen en la resistencia del concreto a la compresión. Factores como la textura de la superficie, la distribución granulométrica y el tamaño máximo de los agregados afectan dicha resistencia. Se seleccionaron seis tamaños de agregados gruesos tanto redondeados como angulares para el análisis. Los agregados se incorporaron en el concreto y se sometieron a pruebas de trabajabilidad, densidad y resistencia a la compresión. Las muestras se curaron durante 3, 7, 14, 21 y 28 días en agua. Los resultados mostraron que, bajo las mismas condiciones de curado y relación agua-cemento, la resistencia a la compresión del concreto, ya sea con agregados angulares o redondeados, aumentó con el tamaño del agregado hasta un máximo de 14 mm. A los 28 días de curado, se alcanzaron resistencias óptimas de 27.58 N/mm² para los agregados angulares y de 25.88 N/mm² para los redondeados,

ambos con un tamaño de 14 mm. El concreto hecho con agregados angulares tiene una mayor resistencia a la compresión que el elaborado con agregados redondeados. Además, el modelo para predecir la resistencia del concreto con agregados redondeados tuvo un ajuste del 95.66%, lo que indica una buena precisión.

Chacón y Torres (2024) en su investigación denominada: “Estudio comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un hormigón elaborado con agregados gruesos de origen triturado y zarandeado” realizado en el país de Ecuador tiene como finalidad evaluar las propiedades físico-mecánicas de diseños de concreto con diferentes tipos de agregados gruesos (triturado y zarandeado) y así conseguir un diseño de concreto económico sin comprometer la resistencia. La investigación se basa en un diseño documental y experimental. Los autores parten del análisis de los diferentes agregados, para determinar las características físicas – mecánicas de estos. Llevaron a cabo dos diseños de mezcla de concreto con resistencias especificadas de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² bajo la metodología del ACI y densidad óptima. Los resultados de la resistencia a compresión indican que el diseño de concreto elaborado con agregado grueso triturado alcanzó un porcentaje de resistencia de 86% a los 14 días, mientras que el diseño de concreto con agregado grueso zarandeado alcanzó un 75% en el mismo periodo. Para el diseño de concreto con resistencia 280 kg/cm² utilizando agregado grueso zarandeado, se obtuvo una resistencia promedio de 27,79 MPa, que está dentro del rango aceptable según el A.C.I. Ambos diseños de concreto cumplieron con las especificaciones requeridas para resistencias de 210 kg/cm² y 280 kg/cm². Los autores indican que el diseño con agregado grueso triturado requiere menos cemento, lo que es significativo dado el costo del cemento. Aunque el agregado grueso zarandeado es más económico, su mayor porosidad y contenido de finos afectan negativamente la resistencia y calidad del concreto. Finalmente concluyen agregado grueso zarandeado es adecuado para diseño de concreto de baja y mediana resistencia, mientras que el agregado grueso triturado es preferible para resistencias más altas. Además, se compararon las cantidades de materiales necesarios para cada tipo de mezcla, destacando diferencias en la cantidad de cemento y agua requeridas.

Contreras y Erazo (2019) en su trabajo de investigación denominado “Influencia de almohadillas de neopreno en prueba de resistencia a la compresión

del hormigón”. Realizada con una metodología experimental, su finalidad comprende en ensayar los cilindros del concreto sometiendo a una rotura para determinar la resistencia a la compresión con almohadillas de neopreno y un refrentado de mortero de azufre para así comparar los resultados y obtener la posible variación para determinar una influencia. Para determinar la influencia, se ensayaron 30 muestras de concreto, las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión. Los resultados oscilan en una diferencia de 6 a 10 MPa, siendo mayores los resultados obtenidos al ensayar con almohadillas de neopreno. El promedio de diferencia de los 30 cilindros es de 8.85 MPa. Por lo tanto, hay una variación entre resultados, las resistencias donde se usaron las almohadillas de neopreno tienen una variación de 1.4 en comparación de las resistencias sometidas donde se utilizó el refrentado de mortero con azufre. Asimismo, los cilindros de concreto sometido a las roturas en la prensa hidráulica con almohadillas de neopreno ocasionan un estallido fuerte en comparación a los cilindros de concreto sometido a su rotura con un refrentado de mortero de azufre.

Florez (2023) en la Universidad Nacional de Colombia realizó un trabajo de investigación con título: “Guía metodológica para la correcta implementación del pulimento de especímenes cilíndricos de concreto como método de refrentado no adherido” que tiene como objetivo proponer una guía metodológica para la implementación del pulido en pruebas de resistencia a compresión de muestras de concreto, con ese objetivo realizó una comprobación de métodos y el análisis de resultados desde un enfoque cuantitativa con un diseño experimental. Para cumplir con el objetivo de esta tesis, elaboró treinta (30) probetas como muestra de una misma mezcla con una resistencia de 20.68 MPa, dichas probetas se someterán al ensayo de resistencia a la compresión con tres métodos de refrentado: Por azufre, almohadillas de neopreno y pulimentos. Estas 30 probetas se dividieron en 3 grupos para realizar la resistencia a la compresión, por pulimento se obtuvo una resistencia promedio de 22.18 MPa, por el método no adherido con neopreno se obtuvo una resistencia promedio de 22.94 MPa y por método adherido con azufre una resistencia promedio de 22.24 MPa. El autor concluye que por los tres métodos obtiene los resultados esperados, pero por temas de optimización de tiempo y recursos el método de pulimento hace más sencillo el proceso.

Aguirre y Vargas (2022) en su investigación denominada: “Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento

rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo 2021”, elaborada en la Universidad Privada del Norte su principal objetivo es realizar una correlación entre el módulo de rotura y resistencia a la compresión obtenidas de un concreto con fines a usar para pavimento rígido usando dos tipos de agregado grueso, chancado y zarandeado y variando la relación agua – cemento. Su trabajo consiste en elaborar mezclas de hormigón con diferentes agregados gruesos, manteniendo la misma arena, sin embargo, la relación agua – cemento es variante, ya que utiliza una relación de 0.50, 0.55 y 0.60. Se analizarán los ensayos del agregado tanto fino como grueso, con respecto al grueso se analizarán dos tipos de agregados y determinar si es posible su uso para la obtención de hormigones con una resistencia igual a 21MPa. El autor realizo 72 probetas a causa de 6 combinaciones para luego someterlas al ensayo a la compresión del concreto a edades de 3, 7 y 28 días, con respecto al agregado grueso zarandeado, a los 3 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 143 kg/cm², 123 kg/cm² y 96 kg/cm² respectivamente, a los 7 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 232 kg/cm², 210 kg/cm² y 183 kg/cm² respectivamente y a la edad de 28 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 338 kg/cm², 308 kg/cm² y 277 kg/cm² respectivamente. Con respecto al agregado grueso chancado, a los 3 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 158 kg/cm², 137 kg/cm² y 116 kg/cm² respectivamente, a los 7 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 264 kg/cm², 225 kg/cm² y 198 kg/cm² respectivamente y a los 28 días ensayaron las probetas diseñadas con diferentes relación agua-cemento 0.50, 0.55 y 0.60, dieron como resultados 381 kg/cm², 348 kg/cm² y 299 kg/cm² respectivamente. Finalmente, se logra concluir que todos los diseños con diferente agregado y relación a/c cumplen con la resistencia mínima requerida, es decir los dos tipos de agregados grueso tanto zarandeado y chancado son aptos para elaborar este tipo de concreto. Por otro lado, la relación agua – cemento 0.50 dio mejores resultados en todas las combinaciones.

Achahuanco (2019) en su tesis “Diseño de la mezcla del hormigón con piedra canto rodado para mejorar las propiedades del hormigón en la construcción de las viviendas del distrito de Carabaylo, año 2019” dicha investigación es de tipo aplicada, con un enfoque mixto ya que es cualitativo y cuantitativo, con un nivel descriptivo, tiene como propósito determinar un diseño de concreto utilizando canto rodado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto y usarlo para la construcción de viviendas en el distrito de Carabaylo. Presenta dos relaciones agua – cemento, una con proporciones distintas de agregado fino y grueso, y la otra relación con una proporción de agregado fino y agregado grueso (canto rodado), de dichos diseños (4) el autor produjo 120 probetas que luego se ensayaron a compresión. El diseño 1 presenta una relación agua – cemento 0.50, con un 50% de agregado fino, y el otro 50% de agregado grueso, el diseño 2 tiene la misma dosificación, pero la relación agua – cemento es de 0.60. El diseño 3 y 4 presenta la misma relación agua – cemento de 0.60, pero la proporción varía, en el diseño 3 se tiene un 48% de agregado fino, y 52% de agregado grueso, mientras en el diseño 4 es al revés, un 52% de agregado fino, y 48% de agregado grueso. Luego de ensayar las probetas a edades de 3, 7, 14 y 28 días, de acuerdo a sus resultados se comprueba que el diseño de mezcla del concreto donde se utilizó canto rodado se obtienen mejores resultados ante las pruebas mecánicas sometidas. En dichos diseños donde se utilizaron diferentes dosificaciones y una variación en la relación agua – cemento, se obtuvieron resultados de 220 kg/cm², 194 kg/cm², 194 kg/cm², 220 kg/cm² a los 28 días. Por lo tanto, se concluye que solo el diseño 1, y 4 cumplen con la resistencia mínima para un concreto utilizado en viviendas. El autor recomienda zarandear el agregado grueso en este caso el canto rodado de tal manera que el tamaño máximo no supere a 1” para así no reducir la trabajabilidad del concreto.

Lozano y Palacios (2023) en su trabajo de investigación titulado: “Correlación de la resistencia a la compresión del concreto producido con agregado zarandeado y chancado evaluado en testigos cilíndricos y cúbicos, Trujillo” tiene como propósito realizar fue determinar una correlación de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregado zarandeado y chancado. El autor realizó 144 probetas de 10 cm * 20 cm. Dichas probetas se ensayarán a edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días, siendo un sub total de 72 probetas para el diseño con agregado zarandeado y un sub total de 72 probetas para el diseño con agregado triturado. Al

realizar el ensayo resistencia a la compresión del concreto, el diseño con agregado chancado tenía un resultado mayor en comparación del diseño con agregado zarandeado en todas las edades. A los 28 días de curado donde el concreto debe alcanzar la máxima resistencia, la resistencia obtenida del diseño con agregado grueso zarandeado es de 244 kg/cm² y la resistencia obtenida del diseño con agregado grueso zarandeado es de 234 kg/cm², se concluye que los dos diseños alcanzaron la resistencia mínima, sin embargo, el diseño con agregado grueso chancado presenta mejores resultados, lo que garantiza una mejor mezcla de concreto.

Cruz y Sam (2020) en su investigación “Comparación de la resistencia de un concreto de $f'c=280$ kg/cm² utilizando los agregados grueso piedra zarandeada y piedra chancada de dos canteras de Trujillo 2019” tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 280 kg/cm² usando como agregado grueso una grava zarandeada, y una piedra chancada. Para dicha tesis, se utilizó dos canteras de Trujillo, de las cuales se extrajeron dichos materiales para determinar sus características y elaborar un diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm². Elaboro 54 probetas cilíndricas como muestra de estos dos diseños, para someterlos a la prueba de compresión en diferentes edades 7, 21 y 28 días, las probetas se vieron afectadas con el tipo de material grueso, el agregado grueso chancado presenta una mejor adherencia gracias a sus lados angulosos. A los 28 días se obtienen los valores máximos y determinantes con respecto a la resistencia a la compresión, el diseño de mezcla con agregado grueso zarandeado alcanzo para la cantera A una resistencia de 282.01 kg/cm² y para la cantera B alcanzo una resistencia de 280.60 kg/cm². Por otro lado, para el diseño de mezcla con agregado grueso chancado, para la cantera A alcanza se obtuvo una resistencia de 329.22 kg/cm², y para la cantera B obtuvo una resistencia de 297.02 kg/cm². El autor concluye que las dos alternativas de agregado grueso cumplen con lo indicado en la norma, sin embargo, se analiza que mejores resultados se obtuvieron en la mezcla de diseño utilizando el agregado grueso chancado.

Romero (2021) en su investigación denominada “Análisis comparativo entre el agregado grueso angular y canto rodado para la elaboración de un concreto autocompactante de $f'c = 280$, Huaraz – Ancash 2020” elaborada en la Universidad Cesar Vallejo, presenta como objetivo la determinación y comparación del efecto

de utilización de los agregados de canto en una forma de canto y angular en un concreto autocompactante, además analizara su influencia de la elección del agregado grueso con respecto al ensayo de resistencia a la compresión del concreto. El concreto autocompactante realizado con material grueso canto rodado ensayado a edades de 7, 14 y 28 días, alcanzó como resultado promedio 312,8 kg/cm², 424 kg/cm² y 284.6 kg/cm² respectivamente. Por otro lado, los resultados de resistencia a la compresión para el concreto con agregado grueso de canto angular, a los 7 días se obtuvo una resistencia de 372.6 kg/cm², a los 14 días una resistencia de 369.3 kg/cm², y a los 28 días 395.6 kg/cm². Para la elaboración de este concreto, el agregado grueso de canto angular presenta mejor resultado a los 28 días en comparación al concreto con agregado grueso de canto rodado, asimismo presenta mayor efectividad, gracias a su forma angulosa tiene mejor adherencia y logra mayor homogeneidad en el concreto.

Raico (2019) en su proyecto de investigación con título: “Influencia de la combinación de agregados en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” tiene como propósito realizar diferentes diseños de mezcla de concreto utilizando las canteras Otuzco y La Victoria para determinar la influencia que causa la combinación de los agregados de dichas canteras con respecto a su resistencia a la compresión, se prepararon 60 probetas, las cuales 30 fueron con el agregado grueso zarandeado (canto rodado) y 30 con agregado grueso chancado, dichas probetas serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días de fabricación para determinar su carga máxima. Al someter las probetas al ensayo de resistencia a la compresión, para el concreto que conforma los agregados de la cantera La victoria (agregado fino, agregado grueso chancado) se obtuvo como resultado una resistencia de 164.17 kg/cm², 202.95 kg/cm² y 240.27 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Para el caso del concreto con agregados de la cantera Otuzco donde se usó el agregado grueso de forma redondeada (canto rodado), al ensayarlos a los 7, 14 y 28 días se obtuvieron resultados de 151.37 kg/cm², 184.52 kg/cm² y 214.72 kg/cm² respectivamente. Finalmente, se logra determinar que la resistencia obtenida del concreto elaborado con la cantera “La Victoria” es mayor al concreto elaborado con agregados de la cantera Otuzco, esto es causa del agregado grueso, ya que uno es chancado y el otro zarandeado, el cual el chancado aporta mejores características como la mejor y mayor adherencia en el concreto.

More y Navarro (2022) en su trabajo de investigación “Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborada con agregado grueso zarandeado y chancado” tiene como objetivo analizar concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado a través de ensayos, como el índice de rebote y someterlo a la máquina de rotura, con estos resultados encontrar una correlación para determinar la resistencia de concreto de estos diseños. Para este trabajo, se elaboraron 100 probetas cilíndricas y ser ensayadas a las edades de 7 y 28 días, con estas expresiones matemáticas se pretende lograr determinar la resistencia a la compresión, garantizando un alto grado de confiabilidad. De las 100 probetas, se ensayarán 3 probetas de cada diseño a los 7 días, y las 47 probetas restantes se ensayarán a los 28 días por los dos ensayos establecidos. A los 7 días el índice promedio del concreto utilizando material grueso chancado fue de 12.33 mientras que para el concreto utilizando material grueso zarandeado fue un índice promedio de 9. Asimismo, a los 28 días se obtuvo un índice promedio de 22 en el concreto con material chancado, y índice promedio de 16.74 para el concreto utilizando material zarandeado. Al someter las probetas de los dos diseños con material chancado y zarandeado a la resistencia a compresión se obtuvieron una resistencia promedio de 163 kg/cm², y 151 kg/cm² respectivamente. Por otro lado, a los 28 días se obtuvieron resistencias de 222 kg/cm² y 214 kg/cm². Dando una correlación lineal a los 28 días $Y=5.8003X+95.46$ con un grado de confiabilidad $R^2=0.9717$. En relación al tema de esta tesis, se puede decir que el material zarandeado si cumple con la resistencia mínima requerida para un concreto $f'c$ 210 kg/cm², sin embargo, al comparar las resistencias, las del concreto elaborado con material grueso zarandeado son menos a los resultados del concreto elaborado con material grueso triturado.

2.2. Marco Teórico

Tipos De Concreto

Por Su Composición. El concreto se puede clasificar por su composición, por lo tanto, se tiene.

Concreto Simple. Es la unión de los agregados fino y grueso, con el cemento y agua una vez mezclado y ocupando todos los espacios vacíos (Coasaca, 2018, p. 12).

Concreto Armado. Se denomina concreto armado a una mezcla de concreto simple y barras de acero que se utiliza para soportar los esfuerzos de tracción que el concreto no puede resistir por sí solo. Asimismo, se utiliza para aumentar la capacidad de carga del concreto bajo esfuerzos de compresión (Chavez, 2003, p. 3).

Concreto Estructural. El concreto estructural se denomina al concreto simple, con una dosificación, mezclado, y colocado de acuerdo a especificaciones muy específicas que garantice la resistencia mínima establecida en el diseño, con una durabilidad adecuada (Abanto, 1961, p. 13).

Concreto Ciclópeo. Es una combinación de concreto común con una proporción de piedra. Se utiliza en la base de las edificaciones, recorriendo todo el perímetro y uniendo los diferentes espacios para formar una base sólida y resistente.

Por Su Densidad. Por su densidad el concreto se clasifica en 3 clases.

Concreto Liviano. Se refiere a concreto con peso unitario de un rango entre 1440 kg/m³ a 1840 kg/m³.

Concreto Normal. Es un concreto que tiene un peso unitario mínimo de 2240 kg/m³ y máximo 2460 kg/cm³.

Concreto Pesado. Consiste en un concreto con peso unitario de 2800 kg/cm² a 6000 kg/m³.

Por Su Fabricación. El concreto tiene diferentes tipos de fabricación.

Concreto Premezclado. Se refiere al concreto que es diseñado y mezclado en una planta concretera, dicho concreto es llevado a obra mediante mixers.

Concreto Prefabricado. Se trata del concreto listo para colocar, que se diseña, mezcla y produce en una planta centralizada y luego se transporta al sitio de construcción en estado fresco pero listo para ser colocado y endurecido.

Concreto A Pie De Obra. Dicho concreto es mezclado y vaciado en el mismo lugar determinado por medio de mezcladoras ya sean manuales o mecánicas.

Tipos De Cemento

La norma ASTM C – 150-94 especifica ciertos tipos de cemento.

TIPO I, No presenta propiedades especiales y es de uso general.

TIPO II, presenta alguna resistencia contra los sulfatos, y de moderado calor de hidratación.

TIPO III, de resistencia temprana y elevado calor de hidratación.

TIPO IV, se emplea cuando se requiere un calor de hidratación bajo.

TIPO V, de alta resistencia al ataque de los sulfatos

Propiedades Del Concreto

Resistencia A La Compresión. Es el ensayo más importante por que facilita saber la resistencia que puede soportar el concreto ante los esfuerzos sometidos (Arrieta y Medina, 2019, p. 20).

Ensayo que se realiza en el diseño, evaluada de acuerdo a las consideraciones de la NTP E.060, con unidades en MPa.

Asimismo, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) en su código MTC E 704, nos explica: “El ensayo consiste en someter los cilindros de concreto una carga axial con una velocidad de carga prescrita hasta el límite de rotura o falla del cilindro”. (p. 789)

La resistencia del concreto tiene como definición el máximo esfuerzo que puede presentar un concreto sin romperse (Rivva, 1992, p. 36).

Trabajabilidad. Es una propiedad del concreto, que se refiere a la capacidad para ser colocado y compactado de manera eficiente sin que se produzca segregación. Se relaciona al grado de compacidad, plasticidad y movilidad (Ochoa, 2018, p. 38).

Según Campos (2019) define “la trabajabilidad como la cantidad de trabajo interna que se necesita para una compactación total, una propiedad que es inmensurable ya que está condicionada por las características y perfil del encofrado”.

Durabilidad. Es la propiedad para resistir toda acción que se origine por el medio ambiente, ataques químicos, abrasión y otros factores (Romero y Hernández, 2014, p. 9).

Segregación. Es la propiedad del concreto en estado fresco asociada a sus componentes con respecto a su descomposición, de igual manera a la desegregación de la grava del mortero (Montalvo, 2017, p. 25).

Curado Del Concreto. Es el tiempo que tiene el concreto de manera periódica para curarse mientras es mantenido en condiciones de humedad y temperatura óptimas para alcanzar la hidratación del cemento en la cantidad deseada para lograr la resistencia a la cual fue diseñado (Torre, 2004, p. 79).

Asimismo, se define como proceso con la finalidad de controlar el fraguado y el endurecimiento del concreto de las condiciones ambientales (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 21).

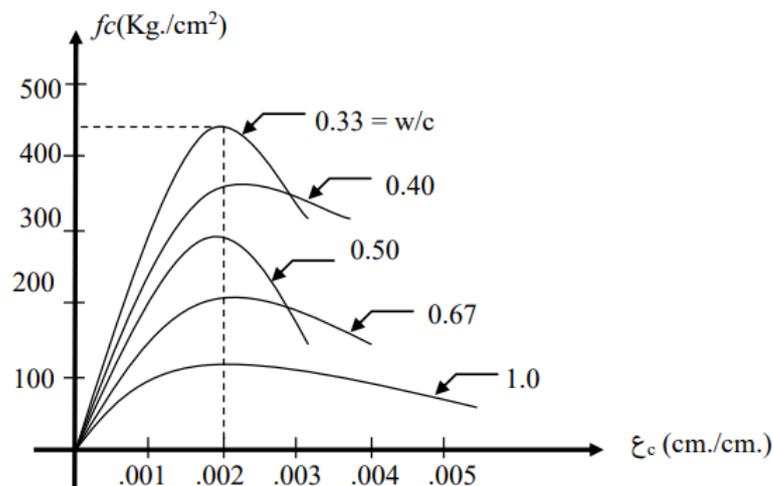
Factores Que Afectan La Resistencia

La Relación Agua – Cemento. Es el principal factor influyente en la resistencia del concreto, ya sea en concreto con aire o sin aire incluido, la resistencia tiende a disminuir con el aumento de la relación agua cemento (Abanto, 1961, p. 52).

La relación agua – cemento mínimo será 0.25, puesto que esta será la cantidad mínima necesaria de agua para la completa hidratación del cemento (Chavez, 2003, p. 8).

Figura 1

Efecto de la relación agua – cemento.



Fuente: Chávez, 2003, p. 8.

Contenido Del Cemento. La resistencia tiende a disminuir mientras se reduce la cantidad del cemento (Abanto, 1961, p. 52).

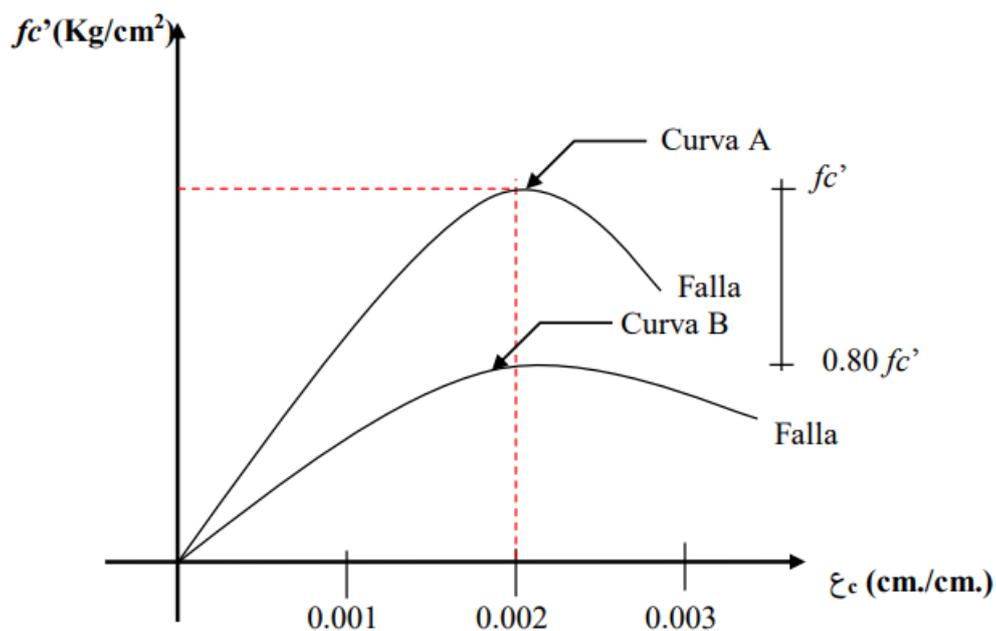
Tipo De Cemento. La rapidez de desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto puede variar debido al tipo de cemento a utilizar. (Abanto, 1961, p. 53).

Las Condiciones De Curado. Las reacciones de hidratación del cemento influyen bastante en la resistencia, ya que estas solo ocurren cuando se presenta una cantidad adecuada de agua, por lo que se recomienda mantener la humedad en el concreto durante el curado (Abanto, 1961, p. 53).

Efecto De La Velocidad De Aplicación De La Carga. La variación de la curva esfuerzo – deformación se debe a la velocidad de aplicación de la carga, si esta se incrementa, la resistencia máxima que se obtendrá será mayor a diferencia que si la carga se incrementa a razón menor (Chavez, 2003, p. 7)

Figura 2

Efecto de la velocidad de aplicación de la carga.



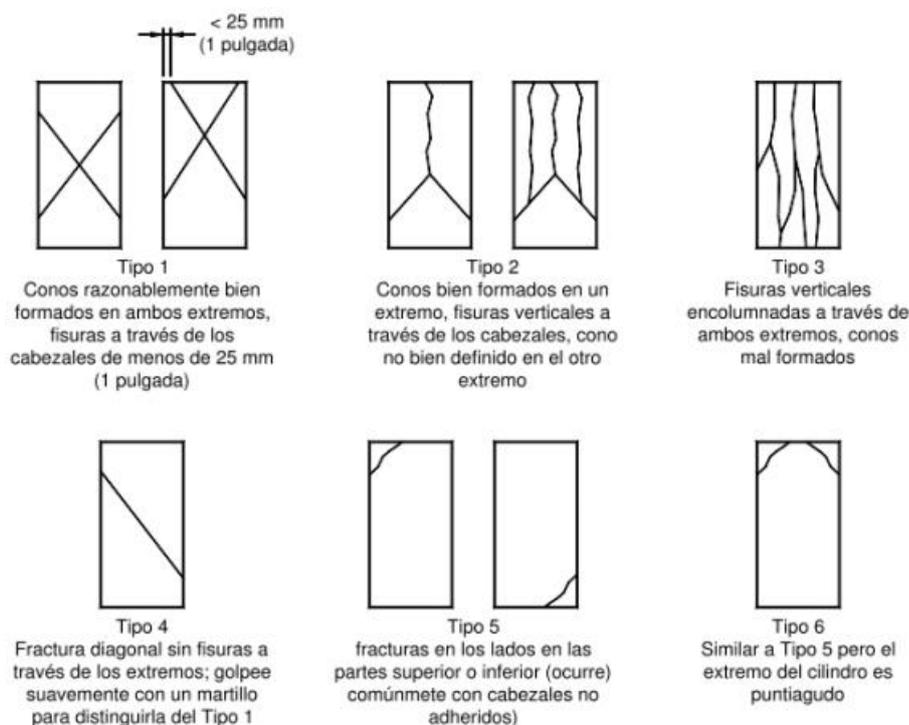
Fuente: Chávez, 2003, p. 7.

Tipos De Falla A La Resistencia

Al momento de someter la probeta de concreto al ensayo de resistencia a compresión, esta probeta presentara fallas o fracturas. La norma NTP 339.034 clasifica el tipo de fracturas.

Figura 3

Tipos de fractura de las probetas de concreto.



Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.034.

Diseño De Mezcla

Un diseño de mezcla tiene como objetivo aplicar técnicamente los saberes sobre sus componentes para así cumplir con los requerimientos solicitados del concreto requerido en sus respectivas normativas (Torre, 2004, p. 87).

Por otro lado, es denominado como el proceso de calcular las proporciones óptimas de los componentes que integran al concreto, para así generar un concreto de calidad (Sánchez y Tapia, 2015, p. 32).

Dichas proporciones son de cemento, agregado fino y agregado grueso, por ejemplo, un diseño de mezcla con proporciones 1:2:3, significa que el concreto está compuesto por una parte de cemento, de agregado fino tiene dos partes y tres partes de agregado grueso, estas proporciones pueden ser tomadas por peso o volumen, por otro lado, la relación agua – cemento suele estar en masa.

El diseño de mezcla tiene ciertos requisitos:

- La elección del grado que da el requisito de resistencia el cual caracteriza al concreto.
- La velocidad de desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto esta influenciada por el tipo de cemento a utilizar.

- Un factor importante es el tamaño máximo nominal de los agregados a utilizar para el diseño de mezcla del concreto.
- El contenido de cemento debe ser controlado para evitar agrietamiento, contracción y deformación.
- Es necesario conocer el contenido de humedad de los agregados, el peso unitario, peso específico y absorción.

Métodos De Diseño De Mezcla Del Concreto

Método ACI. El comité 211 del ACI desarrolló un procedimiento para elaborar un diseño de mezclas, las cuales se basan en tablas elaboradas mediante los ensayos respectivos de los agregados con el fin de obtener valores de los diferentes materiales a integrar la unidad cubica del concreto.

Determinación De La Resistencia Promedio. Según el criterio 318 del ACI, mediante estas ecuaciones

$$f'_{cr} = f'c + 1.34 * S \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 * S - 35 \dots (1)$$

S: Desviación estándar

Nota: Se asume el f'cr de mayor valor cuando no se cuenta con un registro de probetas y sus resistencias correspondientes a proyectos civiles anteriores.

Tabla 1

Determinación de la resistencia sin registro de probetas.

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
>350	F'c + 98

Fuente: (211, ACI)

Tabla 2

Determinación de la resistencia contando con el grado de control en obra.

Nivel de Control	F'cr
Regular o medio	1.3 a 1.5 f'c
Bueno	1.2 f'c
Excelente	1.1 f'c

Fuente: (211, ACI)

Elección Del Tamaño Máximo Nominal Del Agregado. El código ACI sugiere que el tamaño máximo nominal del agregado sea menos o igual a 1/5 de la dimensión menor de la estructura de concreto, asimismo que sea menor que $\frac{3}{4}$ del espaciamiento entre las barras individuales, por último, que sea menor que 1/3 del espesor de una losa.

Elección Del Asentamiento. Se refiere a la trabajabilidad del concreto fresco, el cual se determina por un ensayo "Slump" utilizando el cono de Abrams.

Cuando se conoce la consistencia del concreto gracias a las especificaciones técnicas de obra, el asentamiento puede ser seleccionado de la siguiente tabla.

Tabla 3

Consistencias y elección de asentamientos.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0 pulg a 2 pulg
Plástica	3 pulg a 4 pulg
Fluida	Mas de 5 pulg.

Fuente: (211, ACI)

Por otro lado, si no se conoce la consistencia del concreto se puede usar la tabla N° 04 y determinar el revenimiento apropiado.

Tabla 4

Asentamiento para diversos tipos de construcción.

Tipo de construcción	Revenimiento (CM)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub estructura	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: Tabla 6.3.1 – 2.11.1, ACI

Determinar La Cantidad De Agua. Se presenta la recomendación del contenido de agua a utilizar, este contenido depende del asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado, asimismo se considera concreto con aire incorporado y sin aire incorporado.

Tabla 5

Contenido de agua

Asentamiento	Agua en lt/m ² para TNM agregados y consistencias indicadas							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Concreto sin aire incorporado								
1 pulg a 2 pulg	207	199	190	179	166	154	130	113
3 pulg a 4 pulg	228	216	205	193	181	169	145	124
6 pulg a 7 pulg	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1 pulg a 2 pulg	181	175	168	160	150	142	122	107
3 pulg a 4 pulg	202	193	184	175	165	157	133	119
6 pulg a 7 pulg	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: (211, ACI)

Elección Del Contenido Del Aire

Tabla 6

Elección del contenido del aire

Tamaño nominal máximo del agregado grueso	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
4"	0.2

Fuente: (211, ACI)

Selección De La Relación Agua/Cemento. Para la selección de la relación agua-cemento, hay criterios. Uno por durabilidad y otro por resistencia, de los dos criterios se selecciona el menor de los valores. Esta relación es importante ya que es base para que garantizar la resistencia requerida.

Por durabilidad:

Tabla 7

Relación agua – cemento máxima para concreto con ciertas condiciones de exposición.

Condiciones de exposición	Relación agua – cemento máx.
Concreto de permeabilidad baja:	
Expuesto a agua dulce.	0.5
Expuesto a agua de mar.	0.45
Expuesto a la acción de agua cloacales.	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas:	
Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto al agua de mar, agua salobre, neblina o rocío de estas aguas.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.45

Fuente: Norma Técnica Peruana E 0.60

Por Resistencia:

Se utiliza para concretos elaborados con cemento portland tipo 1.

Tabla 8

Relación agua – cemento por resistencia

Resistencia a la compresión a los 28 días (F'cr) (kg/cm2)	Relación agua – cemento de diseño (Peso)	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
250	0.55	0.46
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: (211, ACI)

Determinación Del Cemento. Para determinar el concreto, se utilizan los valores ya determinados de la cantidad de agua y la relación agua – cemento, dichos valores serán importantes para reemplazarlos en las siguientes formulas.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado } \left(\frac{\text{lt}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Relación agua cemento}}$$

$$\text{Volumen de cemento } (\text{m}^3) = \frac{\text{Contenido de cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$$

Determinación Del Agregado. El agregado se determinará con ayuda de la tabla N° 09 extraída del comité 211 del ACI, la cual depende del tamaño nominal máximo del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 9*Determinación del agregado.*

TNM del agregado grueso	Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza de fino (B/bo)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	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
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (211, ACI)

Determinación De Los Volúmenes Absolutos De Sus Componentes. Se sacará el volumen de cada uno de los materiales a utilizar en la elaboración del concreto (Cemento, agregado grueso, agua, aire)

$$Volumen\ absoluto = \frac{Peso\ Seco}{P.E * 1000}$$

Determinación Del Peso Seco Del Agregado Fino. Hasta el paso anterior se tienen estimados todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia.

$$Volumen\ absoluto\ (Ag.\ Fino) = 1 - \sum vol.\ Abs.\ de\ los\ componentes$$

Corrección Por Humedad Y Absorción. El contenido de agua añadida es afectado por el contenido de humedad de los agregados, es decir si estos se encuentran en estado seco absorberán el agua y variara la relación agua – cemento afectando la trabajabilidad, por otro lado, si estos agregados tienen libre humedad, esta aportara contenido de agua aumentando la relación agua – cemento, lo cual influye en la resistencia a la compresión.

$$\text{Agregado fino y grueso} = \text{Peso} \left(\frac{\text{Humedad} (\%)}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agreg. fino y grueso} = \text{Peso Seco} \left(\frac{\text{Absorción}(\%) - \text{Humedad} (\%)}{100} \right)$$

Método Fuller. Dicho método fue diseñado bajo las investigaciones de Weymouth, W. Fuller y S. E. Thompson de acuerdo a su documento escrito en 1907 “The laws of preportioning concrete” (Coasaca Condori, 2018, p. 29)

Este método consiste en determinar un diseño de mezcla de concreto en función de curvas granulométricas, trata de una curva de gradación ideal de toda la masa, es decir alcanzar la máxima densidad con el menor número de vacíos, lo que se tradujo en la siguiente ecuación que mostro un comportamiento elíptico.

$$\frac{(y - b)^2}{b^2} + \frac{(x - a)^2}{a^2} = 1$$

Donde:

y= Porcentaje de material que pasa el tamiz de abertura “x”.

a y b= Constantes de los ejes de la elipse.

Para a y b en la ecuación dependerá del tamaño máximo “D” como también de la forma de los agregados, los valores se pueden obtener de la siguiente tabla.

Tabla 10

Valores de las constantes a y b de la ecuación Fuller – Thompson.

Clase de Material	A	B
Agregados de Canto Rodado	0.164 D	28.6
Arena Natural y Grava Triturada	0.150 D	30.4
Arena Grava Triturada	0.147 D	30.8

Fuente: (Coasaca, 2018)

Por otro lado, se requería una representación gráfica que solo destacara la gradación de los agregados. En tal sentido, se disminuyó la cantidad de cemento de las proporciones óptimas, dando lugar a la formación de una curva parabólica

conocida como la curva de Fuller o parábola de Gessner. Este enfoque también condujo al desarrollo de una ecuación que describe una curva granulométrica continua para la composición óptima de los agregados, favoreciendo así la unión y adherencia entre las partículas.

$$P_d = 100 * \frac{d^{0.5}}{D}$$

Pd = Porcentaje en peso que pasa por la malla "d"

d = Abertura de la malla en referencia

D = Tamaño máximo del agregado grueso

Este método es recomendable emplearlo cuando:

- Los agregados no cumplen con la norma ASTM C33, NTP 400.037.
- Cuando se requieran dosificaciones con más de 300 kg de cemento por metro cubico de concreto.
- Agregado grueso cuyo tamaño máximo fluctué entre los 20 mm (3/4") y 50 mm (2").

La Relación Arena/Agregado. Se determina mediante una gráfica, se dibujan las curvas granulométricas correspondientes a los 2 agregados a utilizar, como también la parábola ideal de Fuller. Finalmente, se traza una vertical por la malla #4 en la cual determinara en las curvas trazadas 3 puntos.

Fuller indica que la gráfica de la combinación corte por la malla N° 4 a la curva ideal de Fuller según el tamaño máximo.

A= % Agregado fino que pasa por la malla #4.

B= % Agregado grueso que para la malla #4.

C= % Agregado ideal que pasa por la malla #4.

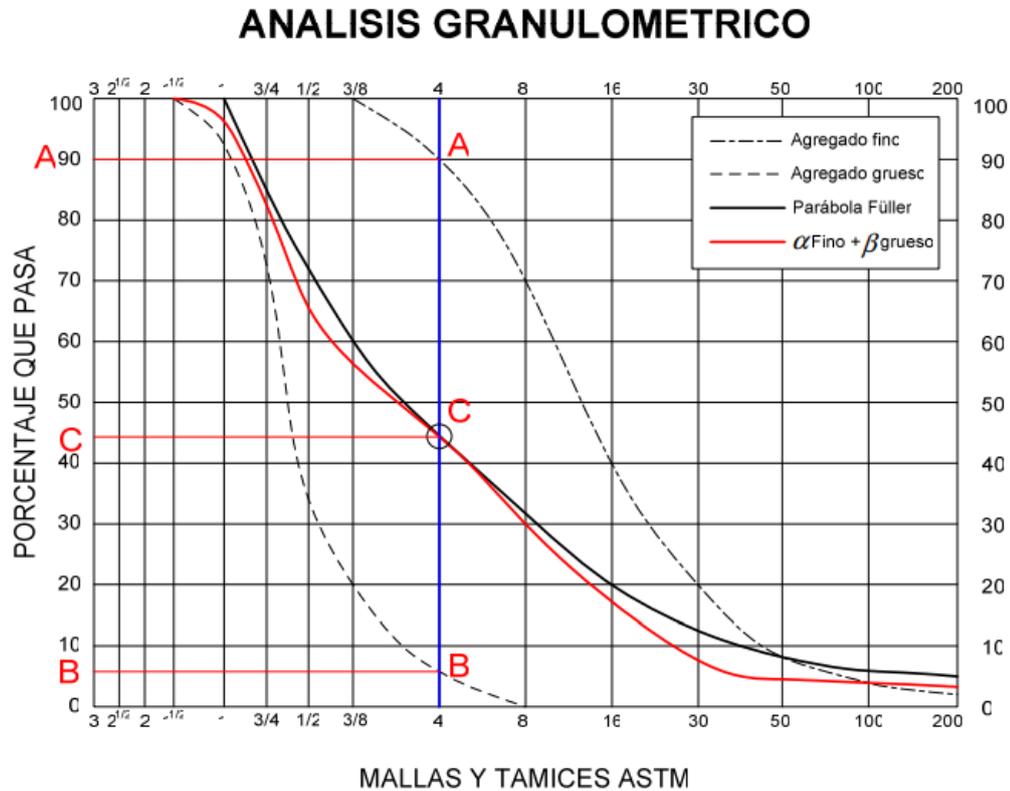
Entonces, llamamos:

α = % en volumen absoluto del agregado fino dentro de la mezcla de agregados.

β = % en volumen absoluto del agregado grueso dentro de la mezcla de agregados.

Figura 4

Proporciona miento de agregados según método de Fuller.



Nota. La figura muestra como calcular las proporciones de agregado fino y grueso en relación al volumen total de agregados por metro cúbico de concreto.

Por lo tanto.

$$\alpha = \frac{C - B}{A - B} * 100$$

$$\beta = 100 - \alpha$$

Obteniendo los valores de α y β , se procede a calcular el volumen de agregado fino como agregado grueso por metro cubico.

$$Vol. Total de agregados = 1 - (Vol. Agua + Vol. Aire + Vol. Cemento)$$

$$Vol. Agregado fino (m^3) = \frac{\alpha}{100} * Vol. Total de agregados (m^3)$$

$$Vol. Agregado grueso (m^3) = \frac{\beta}{100} * Vol. Total de agregados (m^3)$$

Una vez que hemos determinado los volúmenes de agregado fino y grueso en un metro cubico de concreto, procedemos a calcular los pesos correspondientes de cada tipo de agregado para ese mismo volumen de concreto.

$$Peso agregado fino (kg/m^3) = (Vol. Agregado fino)(Peso especifico del ag. fin)$$

$\text{Peso agregado grueso (kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. Ag. Gr.})(\text{Peso específico del ag. Gr.})$

Contenido De Agua. Para la elección del agua se utilizará la siguiente tabla.

Tabla 11

Contenido de agua

TNM del agregado		Contenido aproximado de agua por metro cubico de concreto					
		Revenimiento: 25 a 50 mm		Revenimiento: 75 a 100 mm		Revenimiento: 150 a 175 mm	
mm	Pulg	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso
9.5	3/8"	190	210	200	225	230	255
19	3/4"	170	195	190	210	210	225
38.4	1 1/2"	160	170	170	190	190	210
50.8	2"	150	165	165	180	180	195
76.2	3"	135	155	155	165	160	185

Fuente: (211, ACI)

Selección De La Relación Agua/Cemento. Para la selección de la relación agua-cemento, en Fuller varia ya que será una relación cemento agua, es decir

$$\frac{A}{C} = \frac{1}{Z}$$

$$Z = K1 \cdot Rm + 0.5$$

Donde:

K1: Factor que depende de la forma del agregado

0.0030 @ 0.0045 para piedra chancada

0.0045 @ 0.0070 para piedra redondeada

Si es que se usara agregados mixtos se toma K1= 0.0045

Rm= Resistencia media requerida (F'cr)

Por lo tanto, el contenido de cemento se calculará.

$$C=A \cdot Z$$

Ensayos De Laboratorio Para Los Agregados.

Con ayuda de los diferentes ensayos de laboratorio podemos conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y evaluar su posible comportamiento en el concreto, asimismo es información requerida para el diseño de mezcla (Sánchez y Tapia, 2015, p. 38).

Análisis Granulométrico (MTC E 204 – NTP 400.012 – ASTM C-33). Su finalidad es determinar la gradación del agregado propuesto para la elaboración del concreto. Dicha gradación debe cumplir con la distribución del tamaño de particular requerida y exigida por la diferente normativa (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2017, p. 303).

Para El Agregado Fino. Hay ciertos límites que se exponen en la tabla N° 12.

Tabla 12

Requerimientos de granulometría para el agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	5 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10
75 µm (No. 200)	0 a 30 ^{A,B}

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

Para el concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 µm debe ser como máximo 5%

Para el agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz No 200 consiste en polvo de trituración, este límite debe ser 5% para concreto sujeto a la abrasión y como 7% para concreto no sujeto a la abrasión.

Nota: El agregado fino de ninguna forma debe presentar más del 45% que pasa por algún tamiz, y retenida en el siguiente tamiz consecutivo. Además, su módulo de fineza debe estar en el rango de 2.3 – 3.1.

Para el Agregado Grueso. Deberá cumplir ciertos requerimientos, según su tamaño máximo existen diferentes gradaciones que se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 13*Requerimientos de granulometría para el agregado grueso*

Huso	Tamaño Máximo Nominal (mm)	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	300
		mm (4 in)	mm (3 ½ in)	mm (3 in)	mm (2 ½ in)	mm (2 in)	mm (1 ½ in)	mm (1 in)	mm (¾ in)	mm (½ in)	mm (3/8 in)	mm (No. 4)	mm (No. 8)	mm (No. 16)	µm (No. 50)
1	(90-37.5)	100	90- 100	-	25-60		0-15		0-5	-	-	-	-	-	-
2	(63- 37.5)	-	-	100	90- 100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-	-
3	(50-25)	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
357	(50-4.75)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-20	-	0-5	-	-	-
4	(37.5-9)	-	-	-	-	100	95-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-	-
467	(37.5-4.75)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-	-
5	(25-12.5)	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-	-
56	(25-9.5)	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-	-
57	(25-4.75)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-	-
6	(19-9.5)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-	-
67	(19-4.75)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-	-
7	(12.5-4.75)	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-	-
8	(9.5-2.56)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5	-
89	(9.5- 1.18)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	5-30	0-10	0-5
9	(4.75- 1.18)										100	85-100	10-40	0-10	0-5

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP. 400.037

Módulo De Finura. Se refiere a una aproximación del índice del tamaño medio de los agregados, cuando el índice es bajo, se entiende que el agregado ensayado es fino, y sucede lo contrario cuando el índice es alto (Abanto, 1961, p. 28).

Para el agregado fino, el módulo de finura se obtiene con la siguiente formula, y este debe oscilar dentro del límite +-0.2, y es recomendable que el valor asumido este alrededor de 2.30 y 3.10 (Roldán y Vargas, 2018, p. 15).

$$MF = \frac{\sum \%Ret. Acum. en los tamices (\# \frac{3}{8}; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100)}{100}$$

Para el caso del agregado grueso el módulo de finura es un indicador del grosor predominante en todo el grupo de partículas del agregado grueso.

$$MF = \frac{\sum \%Ret. Acum. en los tamices (1 1/2''; 3/4''; 3/8''; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100)}{100}$$

Peso Unitario Y Vacíos De Los Agregados (MTC E 203, NTP 400.017, ASTM E 29). El peso aparente o unitarios de los agregados es su peso real, en otras palabras, incluye los vacíos entre partículas, dicho peso depende del grado de capacidad o de humedad, también varía con la forma, tamaño y granulometría (Sánchez y Tapia, 2015, p. 39).

Se logra obtener al dividir el peso de las partículas del agregado entre el volumen incluyendo el porcentaje de los vacíos (Pasquel, 1998, p. 74).

Gravedad Específica y Absorción (MTC E 205, MTC E 206, NTP 400.021, NTP 400.022, ASTM C 127, ASTM C 128). Se denomina gravedad específica a la relación de la densidad del agregado y del agua. Cabe resaltar que todos los resultados son porosos en cierto nivel, lo cual permitirá la entrada del agua en los espacios de los capilares al momento de colocar la mezcla de concreto (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 36).

El agregado presenta cuatro estados dependiendo su superficie y el contenido de agua en los poros.

Seco

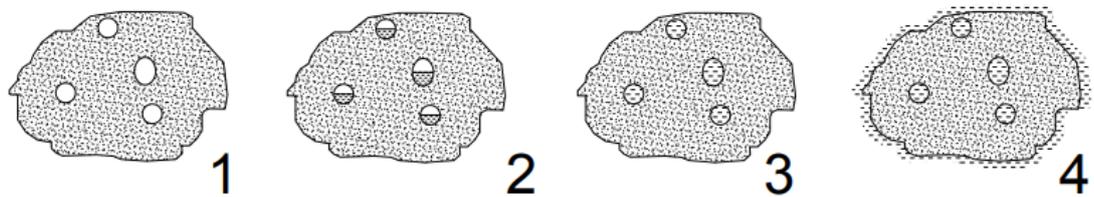
Parcialmente saturado

Saturado con la superficie seca

Saturado húmedo en la superficie

Figura 5

Estados del agregado según su superficie y humedad



Fuente: (Quiroz y Salamanca, 2006)

La absorción se puede definir como el incremento de peso hasta llegar a su estado saturado con la superficie seca, a causa de sus poros permeables que logran penetrar toda el agua (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 36).

Agregado Fino. La gravedad específica generalmente es la característica usada para calcular el volumen que ocupara el agregado en la mezcla de concreto (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2017, p. 309).

Los resultados del ensayo de absorción se utilizan para calcular el cambio que hace la masa del agregado ante la absorción del agua entre los poros de las partículas constituyentes a comparación al estado seco.

Peso Específico De Masa (Pe_m)

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

Peso Específico De Masa Saturado Con Superficie Seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

Peso Específico Aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Agregado Grueso. La muestra del agregado grueso se sumerge en agua por 24 horas +/- 4 horas prácticamente para llenar los poros. Luego de remover la muestra del agua, y el agua superficial de las partículas se procede a secar y pesar la masa, para determinar el volumen por el método del desplazamiento del agua (Instituto Nacional de Calidad - INACAL, 2018, p. 7).

Peso Específico De Masa (Pe_m)

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

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C = Peso en el agua de la muestra saturada

Peso Específico De Masa Saturado Con Superficie Seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Peso Específico Aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Contenido De Humedad (NTP 339.185, ASTM E 566). El contenido de humedad mide toda el agua contenida en el agregado, se expresa en porcentaje y tiene una gran importancia en el concreto, ya que indicara la cantidad de agua necesaria a utilizar en la mezcla (Roldán y Vargas, 2018, p. 19).

$$W\% = \frac{A - B}{B} * 100$$

A = Peso de la muestra húmeda

B = Peso de la muestra seca

Abrasión Los Ángeles (NTP 400.019, MTC E 207, ASTM C131). Es una medida de degradación resultante de una combinación de acciones como el desgaste, trituración e impacto. Dicho agregado se meterá en un tambor en rotación con un número especificado de esferas de acero (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2017, p. 315).

Tabla 14

Gradación de las muestras de ensayo

Tamaño de mallas (Aberturas cuadradas)		Masa por tamaño indicado (g)			
Pasando	Retenido	Graduación			
		A	B	C	D
37.5 mm	25.0 mm	1250 ± 25			
25.0 mm	19.0 mm	1250 ± 25			
19.0 mm	12.5 mm	1250 ± 25	1250 ± 25		
12.5 mm	9.5 mm	1250 ± 25	1250 ± 25		
9.5 mm	6.3 mm	-	-	1 250 ± 25	
6.3 mm	4.75 mm	-	-	1 250 ± 25	
4.75 mm	2.36 mm	-	-	-	1 250 ± 25
Total.		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: Norma ASTM C 131.

Equivalente De Arena (MTC E 114). Este procedimiento de evaluación se propone como una herramienta de correlación rápida en el terreno. Su objetivo es señalar, en condiciones estandarizadas, las proporciones relativas de suelos finos plásticos, arcillosos y polvos presentes en suelos granulares y agregados finos que pasan a través del tamiz N° 4 (4,75 mm). La expresión "equivalente de arena" encapsula la idea de que la mayoría de los suelos granulares y agregados finos son combinaciones de partículas gruesas

deseables, arena, y comúnmente arcillas o finos plásticos y polvo, considerados indeseables.

Clasificación De Los Agregados Según Su Procedencia

Agregados Naturales. Son dichos materiales provenientes de la explotación y procesamiento de fuentes naturales como glaciares, depósitos de arrastres fluviales y de canteras. Su uso puede ser como se presente o variando la degradación de sus partículas (Campos, 2019, p. 23).

Agregados Artificiales. Dichos materiales se obtienen a partir del procesamiento industrial de una materia prima en este caso un agregado ya sea grueso o fino, particularmente son de mayor o menor densidad que los agregados naturales (Campos, 2019, p. 24).

Clasificación De Los Agregados Según Su Tamaño

Al clasificar los agregados según su tamaño se tomará la variación desde fracciones de milímetros hasta centímetros, esta distribución del tamaño de sus partículas se puede obtener por medio de la granulometría.

Agregados Fino. Material procedente de una desintegración ya se dé una manera natural o artificial que pasa por el tamiz (3/8") (INACAL, 2018, p. 25).

El agregado fino puede provenir de arena natural o manufacturada, en algunos casos la combinación de ambas, sus partículas deben ser resistentes, limpias de preferencia angular (Rivva, 1992, p. 19).

Agregados Grueso. Material procedente de una desintegración ya se dé una manera natural o artificial retenido por el tamiz (4") (Norma Técnica E.060, 2020, p. 25).

El agregado grueso pueden ser grava natural zarandeada o triturada, conformado por partículas limpias, duras, resistentes y compactas (Rivva, 1992, p. 21).

Clasificación De Los Materiales Según Su Forma

Material Zarandeado. Estos áridos son partículas granulares de material rocoso de tamaño variable, obtenidas por la fragmentación de rocas. Tras pasar por un proceso de tamizado, las gravas resultantes producen hormigones más manejables y requieren menos agua que las gravas trituradas. (Anaya y Chaoca, 2009, p. 8).

Material Triturado. Para obtener el material triturado, se emplean procesos de chancado o trituración en plantas especializadas para procesar materiales como caliza, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita. Las gravas obtenidas de estos procesos ofrecen una mayor cohesión, lo que mejora tanto la resistencia mecánica como la química del hormigón. (Anaya y Chaoca, 2009, p. 8).

Tamaño Máximo Del Agregado

El tamaño máximo es un tamaño menor de aquel que se requiere que pase el 100% del agregado (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 43)

Ventajas Y Desventajas De Los Tipos De Refrentado Utilizados

El tipo de refrentado con mortero de azufre y almohadilla de neopreno presentan diversas ventajas y desventajas en lo que se refiere al tema mecánico, ambiental y económico.

Tabla 15

Ventajas del refrentado de azufre y almohadillas de neopreno.

Mortero de azufre	Almohadillas de neopreno
	Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> - La capa del refrentado de azufre permite una mejor distribución de cargas que es sometida a la probeta, dando un mejor y optimo resultado. - Puede emplearse tanto en probetas moldeadas como en núcleos extraídos mediante perforación in situ. - La tipología de las fallas se ajusta a lo establecido en la norma. 	<ul style="list-style-type: none"> - La instalación y aplicación son sencillas y rápidas, lo que resulta en un incremento de la productividad. - Este tipo de refrentado resulta más rápido, higiénico y sin olores en comparación con las técnicas de sellado mediante adherencia. Su aplicación no presenta riesgos para la salud humana ni para el medio ambiente. - No es necesario instalar sistemas de protección contra la contaminación o toxicidad, ni implementos de seguridad personal.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Desventajas del refrentado de azufre y almohadillas de neopreno.

Mortero De Azufre	Almohadillas De Neopreno
Desventajas	
<ul style="list-style-type: none">- El calentamiento excesivo puede hacer que la mezcla se inflame, ocasionando daños al personal y al equipo. Además, produce la liberación de gases derivados de la fusión de los materiales, lo que puede causar síntomas en las personas y contaminar el entorno ambiental.- Los gases emitidos por el azufre son muy contaminantes para el medio ambiente y para el humado, por lo que se requiere implementar un sistema de protección para controlar su toxicidad.- A menudo, la mezcla se enfría de manera rápida o atrapa aire, lo que resulta en la formación de una capa defectuosa. En tales casos, es necesario deshacer la capa para volver a realizar el proceso de refrentado.- La preparación lleva un tiempo significativo y requiere el uso de abundante equipo de protección.	<ul style="list-style-type: none">- Si las probetas muestran inclinaciones o deformaciones, donde el neopreno no se adapta adecuadamente, lo que conduce a fallas prematuras que pueden no representar con precisión el resultado real.- No está autorizado su empleo para la evaluación de núcleos extraídos o perforados in situ con taladros de diamante; solo se permite el uso de refrentado estándar.- Las fallas que a menudo ocurren no coinciden con los tipos establecidos en la normativa.- La muestra no debe superar los 3 mm de desnivel; de lo contrario, no se puede utilizar el neopreno. En su lugar, será necesario recortar la muestra para garantizar la uniformidad, lo que podría prolongar la duración del ensayo.

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Marco Conceptual

Concreto

Es la mezcla de aglomerante (cemento, agua), agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena). El agua, cemento y la arena generan un mortero cuya finalidad es unir las partículas del agregado grueso, para así poder llenar los vacíos que se generan (Harmsen, 2017).

El concreto es un material diverso, conformado de cemento, agua, agregado fino y grueso. Además, presenta un volumen pequeño de aire incorporado (Rivva, 1992, p. 9)

Agregado

Material granular, como grava, piedra triturada de origen natural o artificial (INACAL, 2018, p. 25).

Cemento

Es un material aglutinante con diversas propiedades y características como cohesión y adherencia, permitiendo la unión de materiales minerales para conseguir una mezcla compacta y homogénea (Romero y Hernández, 2014, p. 15).

Agua

Es un componente para la fabricación del concreto, este componente reacciona químicamente con el cemento para formar una pasta hidratada, con propiedades de fraguar y con el tiempo endurecer (Torre, 2004, p. 90).

El agua es fundamental para la fabricación del concreto, sin este componente el concreto no lograría alcanzar la trabajabilidad y fluidez que caracteriza al concreto. (Aguilar, 2007, citado por Rivera, 2015, p. 18).

Pasta

Se trata de una mezcla entre el cemento y agua, que añade propiedades lubricantes cuando la mezcla aún no ha endurecido y permite rellenar los espacios entre las partículas (Coasaca, 2018, p. 12).

Las características de la pasta dependen de la proporción de sus componentes y del método de mezclado, así logrando la hidratación adecuada.

Canteras

Cantera se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales, es decir son explotaciones al banco de consumo (Yahuana, 2015, p. 20).

Por otro lado, se denomina cantera al lugar geográfico donde se extraen, explotan y procesan materiales pétreos para el sector construcción, utilizando múltiples procesos de extracción tomando en cuenta el tipo y el origen de los materiales (Cornejo, 2017, p. 23).

Refrentado (Capping)

Mezcla que se adiciona al momento de ensayar las probetas de concreto a la compresión, con el fin de garantizar que sus bases sean planas, lisas y normales al eje principal (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 3).

Almohadillas De Neopreno

Las almohadillas de neopreno están permitidas solo para un máximo especificado de reúsos, sin efectuar un ensayo de calificación para un determinado nivel de esfuerzo de compresión (Régil, 2013, p. 55).

Material

Una sustancia empleada en la construcción puede ser generada artificialmente mediante diversos procesos o formarse de manera natural a través del desgaste ocasionado por el movimiento en los lechos de ríos. (Anaya y Chaoca, 2009, p. 6).

2.4. Sistema De Hipótesis

El diseño de mezcla para un concreto $f'c$ 210 kg/cm² elaborado con material zarandeado al ensayarla con refrentado (capping) cumple con la resistencia mínima requerida.

Tabla 17

Operacionalización De Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable dependiente Diseño de mezcla f'c 210 kg/cm2	El diseño de mezcla de concreto es definido como la aplicación técnica-práctica sobre sus componentes, la relación y la interacción entre ellos, con la finalidad de lograr un material que satisfaga de manera más eficiente las especificaciones y requerimientos mínimos de un proyecto constructivo." (Camacho, 2017)	Diseñar una mezcla de concreto de f'c 210 kg/cm2 con proporciones apropiadas de agregado fino y agregado grueso específico, para lograr un concreto económico, fácil de trabajar y con la resistencia mínima requerida.	Resistencia a la compresión del concreto con cabezales con almohadillas de neopreno Resistencia a la compresión del concreto con refrentado (Capping)	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	Razón
				Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	
				Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
				Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	
				Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	
				Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	

Variable Independiente	Material Zarandeado	"El material zarandeado se refiere a los agregados que han pasado por un proceso de tamizado para separar las partículas según su tamaño, asegurando así que se cumplan las especificaciones granulométricas necesarias para aplicaciones como la elaboración de concreto" (Kosmatka et al., 2003)	El "material zarandeado" son agregados tamizados para clasificar las partículas por tamaño, asegurando que cumplan con las especificaciones necesarias para aplicaciones como la fabricación de concreto.	Características Físicas	Granulometría	Nominal
				Características Mecánicas	Abrasión	Intervalo

Variable Independiente	Material Triturado	El material triturado es un agregado producido mediante la trituración mecánica de rocas, resultando en partículas angulares de diversos tamaños que se utilizan para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto (Mindess et al., 2003)	El "material triturado" para concreto consiste en agregados de rocas trituradas de diversos tamaños, utilizados para mejorar la resistencia y estabilidad del concreto	Características Físicas	Granulometría	Nominal
				Características Mecánicas	Abrasión	Intervalo

III. Metodología Empleada

3.1. Tipo Y Nivel De Investigación.

Según Enfoque:

La investigación cuantitativa se refiere a un tipo de investigación que busca recopilar y analizar datos numéricos para responder a preguntas de investigación o probar hipótesis (Hernández et al.,2014, p. 12).

Por lo tanto, la presente investigación es considerada cuantitativa debido a su enfoque en la recopilación y análisis de datos numéricos y medibles, que permiten obtener resultados objetivos y generalizables.

Según Finalidad:

La investigación aplicada se enfoca en relacionar hallazgos con teorías existentes para contrastarlas con la realidad, buscando soluciones a problemas específicos en contextos particulares y orientándose hacia aplicaciones inmediatas en lugar de desarrollar nuevas teorías. (Reyes y Sandoval, 2021, p. 28)

Dicha investigación es considerada aplicada ya que se esta investigación se enfoca en la aplicación práctica de los resultados obtenidos, con el fin de beneficiar a la industria de la construcción y a la ingeniería civil en general.

Según Nivel:

La investigación descriptiva se enfoca en recopilar y analizar datos para describir patrones, tendencias o características de un fenómeno (Tamayo y Tamayo, 2017, p. 46).

Por lo tanto, es descriptivo, porque se enfoca en recopilar información detallada y precisa sobre el objeto de estudio, con el fin de obtener un panorama claro y completo de sus características

Según Temporalidad:

La temporalidad transversal se refiere a una investigación que tiende a recopilar datos en un solo período o tiempo específico, sin considerar el paso del tiempo ni la evolución de los fenómenos estudiados (Montero y León, 2002, p. 123).

La presenta investigación, es transversal debido a que esta investigación se llevara a cabo en un tiempo o periodo determinado, sin seguimiento a largo plazo.

3.2. Población Y Muestra De Estudio.

Población

Diferentes tipos de diseño de mezcla convencionales y no convencionales

Muestra

Diseño de mezcla con material zarandeado y triturado descendiente de la cantera Armando Zapata y cantera Santa Cruz.

3.3. Diseño De Investigación.

Los diseños semi experimentales manipulan una variable independiente para observar su efecto en variables dependientes, pero ofrecen menor certeza sobre la igualdad inicial de los grupos en comparación con los experimentos puros. (Hernández et al.,2014, p. 151)

Semi experimental, ya que se manipularán la variable independiente, pero no utilizan asignación aleatoria para formar grupos experimentales.



M: Diferentes tipos de agregado grueso (Zarandeado y chancado)

O: Mezcla de concreto.

3.4. Técnicas E Instrumentos De Investigación.

Técnicas.

Se utilizarán las técnicas de observación y análisis documental.

Instrumentos.

Para recopilar y gestionar la información, emplearemos una ficha de observación resumen, ya que nos posibilitará crear sistemas de organización y categorización de los datos obtenidos de los distintos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Asimismo, se tomarán como referencia y guía las correspondientes normas para cada ensayo de materiales, para la elaboración y control de calidad del concreto.

3.5. Procesamiento Y Análisis De Datos.

Se partirá con la exploración y muestreo de los materiales. Se visitarán diferentes canteras de la provincia de Sullana, donde se muestrearán los agregados a utilizar en la elaboración del diseño de concreto. Los agregados muestreados se analizarán en el laboratorio de suelos y pavimentos “ConsultGeopav” en el distrito de Sullana para determinar si son los agregados óptimos para la elaboración del diseño de concreto.

Posteriormente, de haber analizado los agregados y determinado cual utilizar, se procederá a elaborar los diseños de concreto con diferentes tipos de agregado grueso, asimismo se ensayarán setenta y dos (72) probetas de concreto con los diferentes diseños de mezcla elaboradas, las cuales se ensayarán a diferentes edades a la compresión del concreto con diferentes tipos de refrentado como es el refrentado capping y almohadillas de neopreno.

Al ensayar las probetas a diferentes edades (7, 14 y 28 días) se procederá a determinar la resistencia a la compresión y se analizarán los resultados, para finalmente compararlos y describir sus respectivas conclusiones.

IV. Presentación De Resultados

4.1. Análisis E Interpretación De Resultados.

Objetivo Específico 01: Determinar las características físicas – mecánicas de los materiales provenientes de la cantera Santa Cruz y cantera Armando Zapata.

Muestreo De Agregados. Para la obtención y muestreo de los agregados a utilizar en la investigación piedra chancada, canto rodado y del agregado fino de estudio se siguieron los procedimientos descritos en la Norma MTC E 201 - “Muestreo para materiales de construcción” en concordancia con la NTP 400.010 – 2011, donde describe que para la obtención de agregados almacenados en pilas se debe seguir los siguientes pasos:

- Para el agregado grueso: tomas la muestra en tres lugares de la parte superior, del punto medio y del fondo de la pila.
- Para el agregado fino: es necesario tomar la muestra que se encuentra bajo el material superficial, en tres lugares aleatorios.

Ubicación de la Zona de Estudio. El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de suelos y pavimentos ConsultGeopav SAC ubicada en la provincia de Sullana, departamento de Piura, con la utilización de canteras propias de la provincia de Sullana.

Análisis De Canteras. En la provincia de Sullana, existen bancos de materiales cuyos agregados pueden ser utilizados como materiales de construcción en las diferentes etapas. Se han seleccionados aquellas cuya cantidad y calidad del material existente son adecuadas y suficientes para este trabajo de investigación.

Cantera Santa Cruz

Ubicación. Está ubicada a 20+00 km punto de inicio del tramo con dirección hacia el norte por la ruta PE 1NN, KM 14+660 de la Vía Sullana -El Alamor, de ahí ingresar al lado derecho por un camino a trocha de 2.0 km aproximado. Punto de inicio de zona de cantera tiene las coordenadas UTM E: 521203 N: 9457004.

Accesibilidad. Cuenta con un acceso de una trocha en buen estado y tiene una distancia de 1 Km., para llegar a la vía Panamericana Sector Sullana - Alamor que está a nivel asfalto en buen estado y recorre por 15+500 km para llegar a Sullana.

Descripción De Los Agregados. Los agregados están compuestos de material granular sub redondeado, con arenas de grano fino, no plástico.

Dichos agregados son aptos para elaborar concreto. En esta cantera se extrajo agregado grueso (piedra zarandeada) y el agregado fino, el cual se utilizará en los dos diseños.

Figura 6

Cantera Santa Cruz



Elaboración propia

Ensayos De Laboratorio De Los Agregados. Los trabajos de laboratorio permitirán evaluar las propiedades de los agregados mediante ensayos físicos - mecánicos. Las muestras extraídas de cada una de las canteras seleccionadas, serán sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materials (ASTM) y de acuerdo al manual de Ensayos de Materiales (MTC).

Tabla 18*Ensayos de los agregados en laboratorio.*

Agregados			
Ensayo	MTC	NTP	ASTM
Muestreo de agregados	E 201	334.009	C 150
Análisis Granulométrico por tamizado	E 204	400.012	C-33
Módulo de finura		334.045	E 136/ E 125
Peso unitario y vacío de los agregados	E 203	400.017	E 29
Gravedad específica y absorción	E 205 / E 206	400.022 / 400.021	C 127 / C 128
Contenido de humedad	E 215	339.185	E 566
Abrasión los ángeles	E 207	400.019	C 131
Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	E 210	-	D-5821
Porcentaje de partículas chatas y alargadas	E 223	400.040	D 4791
Equivalente de Arena	E 144	339.145	D-2419

Fuente: Elaboración propia

Análisis Granulométrico (MTC E 204 – NTP 400.012 – ASTM C-33).

Tiene como objetivo encontrar la distribución de partículas de agregados grueso y finos de una muestra en estado seco de peso utilizando una serie de tamices con aberturas cuadradas.

Equipos Y Materiales

- Balanza aproximación 0.1 g y sensibilidad a 0.1%
- Balanza aproximación 0.5 g y sensibilidad a 0.1 %
- Estufa
- Tamices

Procedimiento. A continuación, se detalla los pasos para realizar este ensayo.

- La cantidad de muestra de agregado fino serán 300 gramos como mínimo en estado seco y para el agregado grueso será de acuerdo al tamaño máximo nominal.
- Seleccionar los tamices de acuerdo al tamaño adecuado que se requiere para cumplir con las especificaciones del material. Ordenar los tamices en orden decreciente, y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- Realizar el proceso de tamizado de manera manual o mediante el uso de un tamizador mecánico durante un tiempo apropiado. Para evitar que un tamiz individual se sobrecargue de material, se puede añadir un tamiz adicional con una abertura intermedia entre el tamiz que se va a sobrecargar y el tamiz que está inmediatamente encima en la disposición original de tamices. También se puede dividir la muestra en varias porciones y tamizar cada una por separado, o utilizar tamices de mayor diámetro que proporcionen una mayor área de tamizado.
- Continuar con el tamizado, para asegurarse de que el tamizado sea efectivo, es necesario continuar el proceso durante un tiempo suficiente para que no pase más del 1% del peso retenido en cada tamiz después de su finalización. Para realizar el tamizado manualmente, se debe sostener cada tamiz individualmente con su tapa y fondo bien ajustados en una posición ligeramente inclinada. Luego, se debe golpear el filo del tamiz hacia arriba contra la palma de la otra mano, realizando aproximadamente 150 golpes por minuto y

girando el tamiz 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Si el tamaño de los tamices impide este movimiento, se puede utilizar un tamiz de mayor diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado. Se considera satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz N.º 4 cuando las partículas del material sobre la malla forman una capa simple de partículas.

- Para determinar el peso de la muestra retenida en cada tamiz es importante utilizar una balanza que cumpla con los requisitos mencionados anteriormente y verificar el peso total del material después del tamizado con el peso original de la muestra ensayada. Si la diferencia es mayor al 0.3% del peso seco original de la muestra, el resultado no debe ser considerado válido para fines de aceptación.

Cálculos.

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso retenido en cada tamiz}}{\text{Peso total}}$$

$$\%Que\ pasa = 100\% - \%Retenido\ acumulado$$

Tabla 19

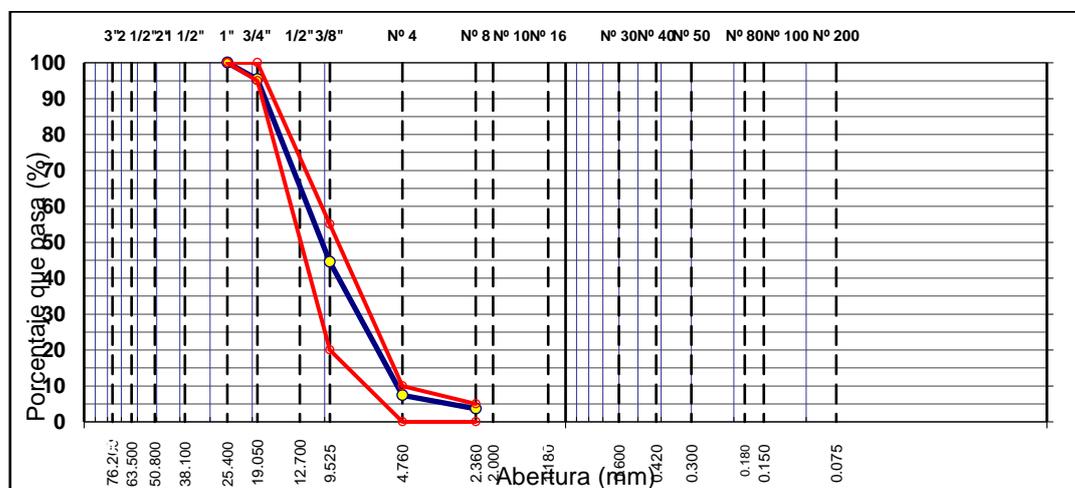
Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso zarandeado

Tamiz	Abert. Mm.	Peso ret.	%ret. Parc.	%ret. Ac.	% que pasa	Huso ag-2
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100
3/4"	19.050	500.0	4.6	4.6	95.4	95 - 100
1/2"	12.700	4,071.0	37.2	41.8	58.2	
3/8"	9.525	1,488.0	13.6	55.4	44.6	20 - 55
# 4	4.760	4,070.0	37.2	92.6	7.4	0 - 10
# 8	2.360	445.0	3.7	96.4	3.6	0 - 5
# 10	2.000	0.0	0.0	96.4	3.6	
# 16	1.180	255.0	2.1	98.5	1.5	
# 30	0.600	179.0	1.5	100.0	0.0	
Fino		879.0				
Total		10,934.0				

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7

Curva granulométrica del agregado grueso zarandeado



Nota. La tabla 19 muestra el análisis granulométrico del agregado grueso zarandeado extraído de la cantera Santa Cruz, asimismo la figura 7 nos expone su curva granulométrica. Se puede apreciar que el agregado grueso zarandeado se encuentra entre la gradación, por lo tanto, alcanza el requisito mínimo establecido por la norma en lo que se refiere en la gradación HUSO AG-2, con lo cual podemos indicar y validar su uso para el diseño de mezcla de concreto.

Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Grueso (MTC E 206, NTP 400.021. Su finalidad es calcular que volumen ocupa el agregado en la mezcla de concreto. Asimismo, para calcular la variabilidad en la masa de un agregado debido al agua que este absorbe.

Equipos Y Materiales

- Balanza sensible a 0.5 g, capacidad min 5000 g.
- Canastilla con malla de alambre
- Depósito de agua
- Estufa

Procedimiento

- Se pone a saturar una muestra de agregado en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros.
- Se debe retirar la muestra del agua y frotarla sobre un paño grande y absorbente hasta que no quede ninguna película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún pueda parecer húmeda.

Luego, se debe secar en pedazos más grandes y tener cuidado de evitar la evaporación durante el proceso de secado. Se debe obtener el peso de la muestra cuando está saturada con una superficie seca, y se deben determinar todos los pesos con una precisión de 0,5 g o al 0,05

- Una vez obtenido el peso de la muestra saturada con superficie seca, se procede a colocarla en una cesta de alambre y determinar su peso en agua a una temperatura específica y con una densidad determinada. Es importante asegurarse de eliminar todo el aire atrapado en la muestra antes del pesado, agitando el recipiente mientras se sumerge.
- Se debe secar la muestra hasta que su peso sea constante a una temperatura específica entre 100 °C + 5 °C. Luego, se debe dejar enfriar durante 1 a 3 horas o hasta que la muestra alcance una temperatura cómoda al tacto, aproximadamente 50 °C, para proceder a pesarla.

Cálculos

a) Peso Específico De Masa (Pe_m)

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

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C = Peso en el agua de la muestra saturada

b) Peso Específico De Masa Saturado Con Superficie Seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

c) Peso Específico Aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

d) Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Tabla 20*Peso específico y absorción del agregado grueso zarandeado.*

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1506.0	1648.0	gr	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	932.8	1020.9	gr	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	573.2	627.1	cm ³	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	1487.3	1626.0	gr	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	554.5	605.1	cm ³	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.595	2.593	gr/cm ³	2.594
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.627	2.628	gr/cm ³	2.628
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.682	2.687	gr/cm ³	2.685
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.257	1.353	%	1.31%

Nota. El peso específico se refiere a la masa por unidad de volumen de los materiales utilizado en la mezcla de concreto, y la absorción se refiere a la capacidad del agregado para absorber agua, dichos ensayos son esenciales ya que los resultados influyen en la calidad y resistencia del concreto. La tabla 20 muestra el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso zarandeado, lo cual se obtiene un peso específico de 2.628 gr/cm³ y una absorción de 1.31%.

Peso Unitario Y Vacíos De Los Agregados (MTC E 203, NTP 400.017, ASTM E 29). Tiene como objeto medir la densidad de masa del agregado en su estado suelto o compactado, y determinar los espacios vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezclas de ambos. Este método es válido para agregados con un tamaño nominal máximo de 125 Mm.

Equipos Y Materiales

- Balanza con una exactitud de 0.1%.
- Molde cilíndrico de metal.
- Equipo de calibración.

- Varilla de acero cilíndrica de (5/8") de diámetro.
- Cucharón.

Procedimiento Para El Peso Unitario Suelto

- El molde cilíndrico se llena con el cucharón, dicha descarga del agregado será a una altura no mayor a 2 pulgadas hasta que rebose el recipiente.
- Eliminar el agregado sobrante con una regla, luego de enrasar pesar el molde añadido el material.

Procedimiento Para El Peso Unitario Compactado

- Llenar el molde a un tercio de su capacidad y nivelar la superficie con los dedos. Luego se apisona uniformemente la capa de agregado con 25 golpes utilizando una varilla de acero cilíndrico de 5/8" de diámetro. Se repite este proceso al llenar el recipiente a dos tercios de su capacidad y nuevamente al llenarlo a sobre volumen. Es importante nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula para equilibrar cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso con los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente. Este método es aplicable para agregados con un tamaño nominal máximo de 125 Mm.
- Tratar que el apisonamiento en la primera capa no golpee el fondo del molde, una vez enrasado el molde, determinar el peso de este con el peso de material.

Calculo

$$M = \frac{G - T}{v}$$

Donde:

- M = Peso unitario del agregado en kg/m³
- G = Peso del molde más el agregado en kg
- T = Peso del molde en kg
- V = Volumen del molde

Tabla 21*Peso unitario suelto del agregado grueso zarandeado.*

Peso unitario suelto				
Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19760	19780	19765
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002
Peso de la muestra	(gr)	12758	12778	12763
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1349	1351	1350
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)		1350	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22*Peso unitario compactado del agregado grueso zarandeado.*

Peso unitario varillado				
Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20875	20910	20900
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002
Peso de la muestra	(gr)	13873	13908	13898
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1467	1471	1470
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)		1469	

Nota. El peso unitario en los agregados para concreto es de suma importancia porque establece la cantidad necesaria del agregado para alcanzar una densidad específica en la mezcla del concreto, asimismo garantiza un rendimiento óptimo del concreto. En la tabla 21 se muestra el ensayo peso

unitario suelto del agregado grueso zarandeado y en la tabla 22 se muestra el peso unitario compactado del agregado grueso zarandeado, como resultado se obtiene un peso unitario suelto de 1350 kg/m³ y un peso unitario varillado o compactado de 1469 kg/m³.

Abrasión Los Ángeles (NTP 400.019, MTC E 207, ASTM C131). Esta modalidad de funcionamiento constituye una evaluación de la deterioración de los agregados minerales con gradaciones estandarizadas, producto de una serie de acciones combinadas, que abarcan abrasión, impacto y trituración. Estas acciones se llevan a cabo en un tambor de acero en rotación que alberga una cantidad precisa de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo.

Equipos

- Máquina de los ángeles
- Tamices
- Balanza
- Carga (Esferas de acero)

Procedimiento

- Introducir la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles, girándola a una velocidad que oscile entre 30 y 33 revoluciones por minuto durante 500 revoluciones. Después de completar el número predeterminado de revoluciones, vaciar el contenido de la máquina y llevar a cabo una separación preliminar de la muestra utilizando el tamiz estandarizado de 1,70 mm (N.º 12). Tamizar la fracción más fina que pase a través de 1,70 mm según las directrices del Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material que queda en el tamiz con abertura de 1,70 mm, secarlo en horno a 110 ± 5 °C hasta alcanzar un peso constante y determinar su masa con una precisión de aproximadamente 1 gramo.

Cálculo

- Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

Tabla 23*Abrasión los ángeles del agregado grueso zarandeado*

Tamiz	Gradaciones
Pasa - Retiene	A
3/4" - 1/2"	2500.0
1/2" - 3/8"	2500.0
Peso Total	5000.0
(%) Retenido en la malla N.º 12	3894.0
(%) Que pasa en la malla N.º 12	1106.0
Nº de esferas	12
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25
% Desgaste	22.1%

Nota. El ensayo abrasión los ángeles es de vital importancia porque evalúa la resistencia del agregado grueso a la abrasión y al desgaste. Dicho ensayo consiste en someter al agregado grueso a un determinado número de revoluciones en un tambor cilíndrico, esto será una simulación de desgaste que experimentaría el agregado en condiciones reales. En la tabla 23, se puede apreciar el ensayo abrasión los ángeles al agregado grueso zarandeado, lo cual nos da un 22.1% de desgaste, dicho resultado está en el rango establecido por la norma MTC E 210.

Tabla 24

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso zarandeado

Con una o más caras fracturadas							
Pasa tamiz	Tamaño del agregado Retenido o en tamiz	Peso por mallas (a) (gr)	1 cara fracturada (b) (gr)	% por mallas (c) = (b/a) *100 (%)	Porcentaj e por mallas (d) (%)	(e) = (c)*(d) (%)	(e)/(d)
3/4"	1/2"	4,071.0	1358.0	33.4	37.2	1240.9	
1/2"	3/8"	1,488.0	402.0	27.0	15.4	416.0	
Total		6059.0	1897.0		78.0	2352.4	30.2
Con dos o más caras fracturadas							
Pasa tamiz	Tamaño del agregado Retenido o en tamiz	Peso por mallas (a) (gr)	2 caras fracturada s (b) (gr)	% por mallas (c) = (b/a) *100 (%)	Porcentaj e por mallas (d) (%)	(e) = (c)*(d) (%)	(e)/(d)
3/4"	1/2"	4071.0	1026.0	25.2	37.2	937.5	
1/2"	3/8"	1488.0	332.0	22.3	15.4	343.6	
Total		6059.0	1456.0		78.0	1778.6	22.8

Nota. En la tabla 24, podemos observar el ensayo para la determinación de porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso zarandeado, la finalidad de este ensayo es garantizar la durabilidad y la calidad del concreto, ya que un

agregado con muchas caras fracturadas puede afectar la resistencia negativamente, asimismo proporciona información sobre la calidad en su proceso de trituración. En el caso del agregado grueso zarandeado obtuvo 30.2% con una cara fracturada y 22.8% con dos caras o más caras fracturadas.

Tabla 25

Determinación de porcentaje de partículas chatas y alargadas para el agregado grueso zarandeado

Tamiz	Peso por mallas (a) (gr)	Peso chatas y alargadas (b) (gr)	Porcentaje (c)=(b)/(a)*100 (%)	Gradación original (d) (%)	Corrección (e)=(c)*(d) (%)	(e)/(d) (%)
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"	500	84.0	16.8	25.4	426.4	
3/4" - 1/2"	4071	29.0	0.7	37.2	26.5	
1/2" - 3/8"	1488	25.0	1.7	15.4	25.9	
Peso Total (gr.)	6059	138.0		78.0	478.8	6.1

Nota. En la tabla 25 se expone el ensayo de partículas chatas y alargadas del agregado grueso zarandeado, la cual se obtiene 6.1%, dicho porcentaje es menor al límite máximo permitido por la norma MTC E 221. Este ensayo es crucial realizar para que asegurar que el agregado cumpla con los requisitos mínimos asegurando un estándar de calidad necesario para su uso en la elaboración de mezcla de concreto.

Tabla 26

Contenido de sales solubles del agregado grueso zarandeado

Muestra: 01	Identificación			Promedio
Ensayo N°	1	2	3	
(1) Peso muestra (gr)	138.00	139.10	135.60	
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00	

(3) Volumen alícuota (ml)	50.00	50.00	50.00	
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.019	0.017	0.018	
(5) Porcentaje de sales (%) (100/ ((3)x(1) / (4)x(2)))	0.14	0.12	0.13	0.13%

Nota. El ensayo de contenido de sales solubles del agregado grueso zarandeado es importante para la cantidad de sales que contiene el agregado, ya que estas pueden causar eflorescencia en el concreto, afectando su apariencia y durabilidad, en la tabla 26 se muestra el ensayo de contenido de sales solubles del agregado grueso zarandeado, el cual tiene 0.13% de contenido de sales solubles.

Módulo De Finura. El módulo de finura o fineza alto indica que el material es más fino y tiene una distribución más uniforme de tamaños de partículas, mientras que un módulo de fineza bajo indica que el material es más grueso y tiene una distribución más heterogénea de tamaños de partículas. Para calcular el módulo de fineza se suma el porcentaje acumulado retenido de material los tamices N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4, 3/8, 3/4, 1 1/2, y mayores, dividiendo esta suma entre 100.

$$MF (\text{agregado grueso zarandeado}) = \frac{(0 + 4.6 + 55.4 + 92.6 + 96.4 + 98.5 + 100 + 100 + 100)}{100} = 6.475$$

Tabla 27

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

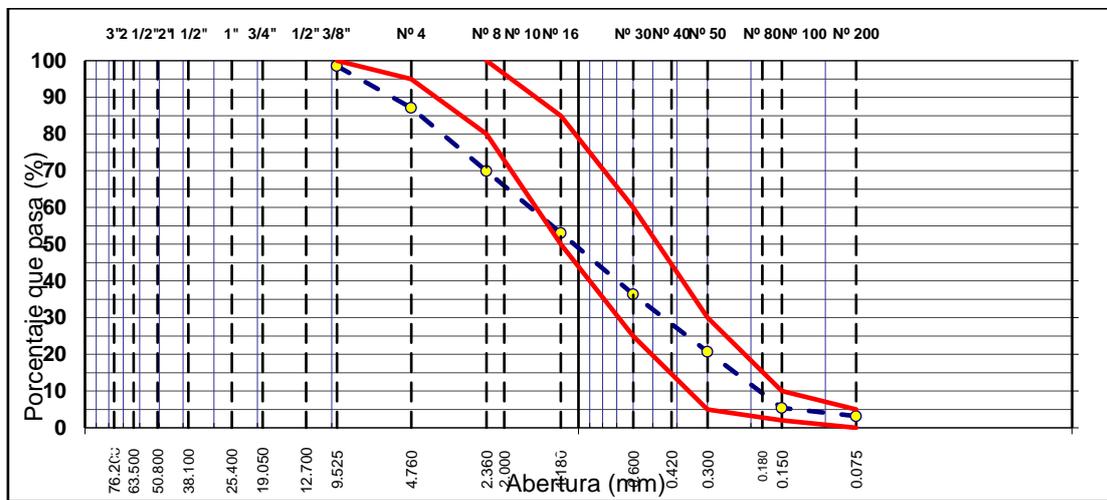
Tamiz	Abert. Mm.	Peso ret.	%ret. Parc.	%ret. Ac.	% que pasa	Especificación
3/8"	9.525	8.3	1.5	1.5	98.5	100
# 4	4.760	64.6	11.4	12.8	87.2	95 - 100
# 8	2.360	97.8	17.2	30.0	70.0	80 - 100
# 16	1.180	95.7	16.8	46.9	53.1	50 - 85
# 30	0.600	95.1	16.7	63.6	36.4	25 - 60
# 50	0.300	88.9	15.6	79.3	20.8	5 - 30

# 100	0.150	87.3	15.4	94.6	5.4	0 - 10
# 200	0.075	12.5	2.2	96.8	3.2	
< # 200	Fondo	18.2	3.2	100.0		
Fino		495.5				
Total		568.4				

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. La Tabla 27 muestra el análisis granulométrico del agregado fino zarandeado extraído de la cantera Santa Cruz, a la vez en la figura 8 se muestra su curva granulométrica. Se puede apreciar que el agregado fino se encuentra fuera de la gradación, por lo tanto, no alcanza el requisito mínimo establecido por la norma en lo que se refiere en la gradación, además el módulo de finura es de 3.29, con lo cual podemos indicar que no cumple para un uso para el diseño de mezcla de concreto.

Módulo de Finura

$$MF (\text{agregado fino}) = \frac{(1.5 + 12.8 + 30 + 46.9 + 63.6 + 79.3 + 94.6)}{100} = 3.29$$

Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Fino (MTC E 205, NTP 400.022. Su finalidad es calcular que volumen ocupa el agregado en la mezcla de concreto. Asimismo, para calcular la variabilidad en la masa de un agregado debido al agua que este absorbe.

Equipos Y Materiales

- Balanza
- Estufa
- Frasco volumétrico de 500 cm³
- Molde cónico
- Varilla para apisonado

Procedimiento

- Colocar la muestra de agregado fino en un recipiente y cubrir con agua dejando reposar en un periodo de 24 horas.
- Pasadas las 24 horas, remover el agua con cuidado sin derramar el agregado, para luego poner a secar el agregado en una superficie plana expuesta a una corriente de aire.
- Para saber si el agregado está en una condición de superficie seca, se coloca parte de la muestra en el molde conoció y se golpea suavemente 25 veces con la varilla para apisonado. Si el agregado mantiene su forma quiere decir que todavía existe humedad, este proceso se realiza hasta que el agregado se derrumbe.
- Colocar 500 gramos de material preparado en el recipiente, agregar agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta llegar a la marca de 500 cm³. Agitar el envase para eliminar las burbujas de aire, ya sea de forma manual o mecánica.
- Una vez que se han eliminado las burbujas de aire, ajustar la temperatura del recipiente y su contenido a 23 ± 2 °C y llenar el frasco hasta su capacidad calibrada. Calcular el peso total del frasco, la muestra y el agua.
- Extraer el material fino del recipiente, someterlo a un proceso de secado en una estufa hasta que alcance un peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C. Posteriormente, dejar enfriar a temperatura ambiente durante un período de ½ a 1 ½ horas y luego determinar el peso.

Cálculos

a) Peso específico de masa (Pe_m)

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

b) Peso Específico De Masa Saturado Con Superficie Seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

c) Peso Específico Aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

d) Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Tabla 28

Peso específico y absorción del agregado fino

Datos de la muestra				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	150.0	150.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	340.1	340.5	
C	Peso frasco + agua + a (gr)	490.1	490.5	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	432.8	433	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = c-d (cm ³)	57.3	57.5	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	148	
G	Volumen de masa = e - (a - f) (cm ³)	55.4	55.5	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.585	2.574	2.579

Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.618	2.609	2.613
Pe aparente (Base seca) = F/G	2.673	2.667	2.670
% de absorción = ((A - F) / F) * 100	1.28	1.35	1.32

Nota. El peso específico se refiere a la masa por unidad de volumen de los materiales utilizado en la mezcla de concreto, y la absorción se refiere a la capacidad del agregado para absorber agua, dichos ensayos son esenciales ya que los resultados influyen en la calidad y resistencia del concreto. En la tabla 28 se muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino, lo cual se obtiene un peso específico de 2.613 gr/cm³ y una absorción de 1.32%.

Tabla 29

Peso unitario suelto del agregado fino.

Peso unitario suelto				
Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9745	9720	9715
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280
Peso de la muestra	(gr)	3465	3440	3435
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1639	1627	1625
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)		1630	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

Peso unitario compactado del agregado fino.

Peso unitario varillado		
Descripción	Und.	Identificación

		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9920	9915	9920
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280
Peso de la muestra	(gr)	3640	3635	3640
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1722	1719	1722
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)		1721	

Nota. El peso unitario en los agregados para concreto es de suma importancia porque establece la cantidad necesaria del agregado para alcanzar una densidad específica en la mezcla del concreto, asimismo garantiza un rendimiento óptimo del concreto. En la figura 29 y 30 se muestra el ensayo peso unitario y vacíos del agregado fino, como resultado se obtiene un peso unitario suelto de 1630 kg/m³ y un peso unitario varillado o compactado de 1721 kg/m³.

Tabla 31

Contenido de sales solubles del agregado fino.

Muestra:	Identificación			Promedio
Ensayo N°	1	2	3	
(1) Peso muestra (gr)	138.00	139.10	135.60	
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00	
(3) Volumen alícuota (ml)	50.00	50.00	50.00	
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.015	0.016	0.018	
(5) Porcentaje de sales (%) (100/ ((3)x(1) / (4)x(2)))	0.11	0.12	0.13	0.12%

Nota. El ensayo de contenido de sales solubles del agregado fino es importante para la cantidad de sales que contiene el agregado, ya que estas pueden causar eflorescencia en el concreto, afectando su apariencia y durabilidad, en la tabla

31 se muestra el ensayo de contenido de sales solubles del agregado fino el cual tiene 0.12% de contenido de sales solubles.

Contenido De Humedad (NTP 339.185, ASTM E 566) Se trata de determinar el porcentaje de agua en una masa dada de agregado.

Equipos Y Materiales.

- Horno de secado
- Balanzas
- Recipientes
- Utensilios para manipulación de recipientes

Procedimiento

- Seleccionar y pesar la muestra de agregado a ensayar
- Secar el material en un horno de secado a temperatura 110 +- 5° C hasta conseguir una masa constante.
- Dejar enfriar la muestra de agregado y pesar.

Cálculo

$$\text{Humedad (\%)} = \left(\frac{a - b}{b} \right) * 100$$

Donde:

A = Masa en g del suelo húmedo

B = Masa en g del suelo seco

Equivalente De Arena (MTC E 114). El procedimiento de prueba se adhirió a la normativa MTC E 114 y tiene como finalidad indicar las proporciones de suelos arcillosos o finos plásticos presentes en suelos granulares y agregados finos que atraviesan el tamiz N° 4 (4,75 mm).

Equipos y Materiales

- Un cilindro graduado.
- Horno.
- Agitador mecánico para equivalente de arena.
- Agitador de operación manual para equivalente de arena.
- Lata de medición.
- Tamiz N° 4
- Embudo
- Botella de 1 galón.
- Reloj.

- Papel filtro.

Insumos

- Stock de solución: Disolver 454 g (1,00 lb) de cloruro en 1,9 L (0,5 gal) de agua destilada. Luego, enfriar la solución hasta alcanzar la temperatura ambiente y filtrarla mediante un papel filtro. Agregar 2050 g de glicerina y 47 g de formaldehído a la solución filtrada, mezclando de manera exhaustiva, y finalmente diluir el conjunto hasta alcanzar un volumen total de 3,8 L (1,0 gal).
- Para preparar la solución de trabajo de cloruro cálcico, es necesario diluir una medida (85 ± 5 mL) del stock de la solución en agua para obtener un total de 3,8 L (1,0 gal). Es recomendable utilizar agua destilada o desmineralizada para su preparación, aunque se permite el uso de agua local si se determina que su pureza no afectará los resultados de los ensayos, excepto en caso de disputa.
- Configurar el sifón en una botella que contenga 1,0 gal (3,8 L) de la solución de trabajo de cloruro de calcio. Posicionar la botella a una altura de 91 ± 3 cm (36 ± 1 pulgadas) sobre la superficie de trabajo.
- Iniciar el sifón conectándolo a la parte superior de la botella que contiene la solución, utilizando un tramo corto de tubo y abriendo el sujetador al mismo tiempo.
- Extraer mediante sifonado una cantidad de 102 ± 3 mm ($4 \pm 0,1$ pulgadas) de la solución de trabajo de cloruro de calcio y transferirla al cilindro de plástico, según lo indicado en el cilindro graduado.
- Transferir con cuidado uno de los especímenes de ensayo al cilindro de plástico utilizando un embudo para prevenir derrames. Golpear suavemente la base del cilindro contra la palma de la mano varias veces con el fin de liberar las burbujas de aire y lograr una saturación completa del espécimen.
- Mantener el espécimen saturado y el cilindro sin perturbaciones durante un período de 10 ± 1 minutos. Al concluir este periodo, detener el cilindro y soltar el material del fondo invirtiéndolo parcialmente y agitándolo simultáneamente.
- Tras soltar el material del fondo del cilindro, mezclar el cilindro y su contenido mediante uno de los siguientes tres procedimientos.

- Método del agitador Mecánico: Posicionar el cilindro en el agitador mecánico del equivalente de arena, tomar nota del tiempo y dejar que la máquina agite el cilindro y su contenido durante un periodo de 45 ± 1 segundos.
- Método de agitador manual: Asegurar el cilindro en los tres dispositivos de resorte del carruaje del agitador del equivalente de arena operado manualmente y poner a cero el cronómetro de golpes. Posicionarse directamente frente al agitador y empujar el apuntador hacia la marca límite del golpe señalada en la pizarra, aplicando un impulso horizontal brusco en la parte superior de la correa del resorte con la mano derecha. Retirar luego la mano de la correa y permitir que la acción del resorte de las correas mueva el carruaje y el cilindro en sentido contrario sin ayuda ni obstrucción. Aplicar suficiente fuerza a la correa del resorte con la mano derecha durante la fase de empuje de cada correa para desplazar el apuntador hasta el límite de la marca de golpe, presionando contra la correa con los extremos de los dedos para mantener un movimiento oscilante suave. El centro de la marca límite del golpe está ubicado estratégicamente para proporcionar la longitud de golpe adecuada y el ancho que representa el límite máximo permisible de variación. La agitación adecuada puede mantenerse utilizando solo el antebrazo y la acción de la muñeca para impulsar el movimiento. Proseguir con la acción de agitación realizando 100 golpes.
- Método manual: Sujete el cilindro en una posición horizontal, y agítelo enérgicamente mediante un movimiento horizontal de extremo a extremo. Realice 90 ciclos de agitación en aproximadamente 30 segundos, utilizando un recorrido de 23 ± 3 cm (9 ± 1 pulgadas). Un ciclo se define como un movimiento completo de ida y vuelta. Para lograr una agitación adecuada a esta velocidad, será necesario que el operador agite únicamente con el antebrazo, manteniendo el cuerpo y los hombros relajados.
- Durante el proceso de irrigación, asegúrese de que el cilindro esté en posición vertical y que la base esté en contacto con la superficie de trabajo. Introduzca el tubo irrigador en la parte superior del cilindro,

retire los sujetadores de la manguera y enjuague el material de las paredes del cilindro mientras el irrigador se baja. Dirija el irrigador a través del material en el fondo del cilindro, aplicando una combinación de movimientos de punzonamiento y giro, al mismo tiempo que la solución de trabajo fluye desde el irrigador. Este proceso provoca que las partículas finas se suspendan sobre las partículas de arena más gruesas.

- Siga realizando la acción de punzonamiento y giro mientras las partículas finas continúan ascendiendo hasta que el cilindro se llene hasta la marca de 38,0 cm (15 pulgadas). Después, enjuague el tubo irrigador lentamente, evitando derramar el líquido, de modo que el nivel del líquido se mantenga alrededor de la marca de 38,0 cm (15 pulgadas) mientras se retira el tubo irrigador. Ajuste el flujo justo antes de que el tubo irrigador sea retirado por completo y ajuste el nivel final a la marca de 38,0 cm (15 pulgadas).
- Deje el cilindro y su contenido sin perturbaciones durante un periodo de 20 minutos con un margen de variación de ± 15 segundos. Comience a medir el tiempo de inmediato después de retirar el tubo irrigador.
- Al concluir los 20 minutos del periodo de sedimentación, observe y anote el nivel en la parte superior de la suspensión de arcilla, conocido como la "lectura de arcilla". En caso de que no se forme una línea de demarcación clara al finalizar este periodo, permita que la muestra permanezca sin perturbaciones hasta que pueda obtenerse una lectura de arcilla. Luego, realice la lectura inmediatamente y registre el nivel en la parte superior de la suspensión de arcilla como el tiempo total de sedimentación. Si el tiempo total de sedimentación supera los 30 minutos, repita la prueba utilizando tres especímenes individuales del mismo material. Registre la altura de la columna de arcilla para la muestra que requiera el periodo de sedimentación más corto como la lectura de arcilla.
- Una vez que se ha obtenido la lectura de arcilla, coloque el dispositivo de pesado en posición vertical sobre el cilindro y baje gradualmente el dispositivo hasta que repose sobre la capa de arena. Evite que el

indicador entre en contacto con el interior del cilindro. Reste 25,4 cm (10 pulgadas) del nivel indicado por el borde superior extremo del indicador y anote este valor como la "lectura de arena".

Cálculos

$$\text{Equivalente de arena} = \frac{\text{Lectura inferior}}{\text{Lectura superior}} * 100$$

Tabla 32

Equivalente de arena del agregado fino.

Muestra	Identificación		
	1	2	3
Hora de entrada a saturación	10:00	10:02	10:04
Hora de salida de saturación (más 10')	10:10	10:12	10:14
Hora de entrada a decantación	10:12	10:14	10:16
Hora de salida de decantación (más 20')	10:32	10:34	10:36
Altura máxima de material fino (cm)	4.30	4.40	4.20
Altura máxima de la arena (cm)	3.60	3.70	3.60
Equivalente de arena (%)	84	85	86
Equivalente de arena promedio (%)		85.0	
Resultado equivalente de arena (%)		85	

Nota. Este ensayo se utiliza para determinar la cantidad de partículas de arcilla y materiales orgánicos que puedan existir en el agregado fino y puedan afectar la calidad del concreto. En la tabla 32 se muestra el resultado del ensayo de equivalente de arena que es 85% lo cual cumple con el requisito mínimo establecido por la norma.

Cantera Armando Zapata

Ubicación. Está ubicada en el kilómetro 09+500 de la Vía Sullana - Paita, de ahí ingresar al lado izquierdo por un camino a trocha de 0.770 km aproximado.

Accesibilidad. Cuenta con un acceso de una trocha en buen estado y tiene una distancia de 0.770 Km., para llegar a la vía Sullana – Paita que está a nivel asfalto en buen estado y recorre por 09+500 km para llegar a Sullana.

Descripción de los Agregados. En esta cantera se puede obtener material para base, sub base y relleno, además de agregados para concreto, los cuales es de interés para dicha investigación. Se extrajo el agregado grueso triturado (piedra chancada).

Figura 9

Cantera Armando Zapata



Elaboración propia.

Ensayos De Laboratorio Del Agregado

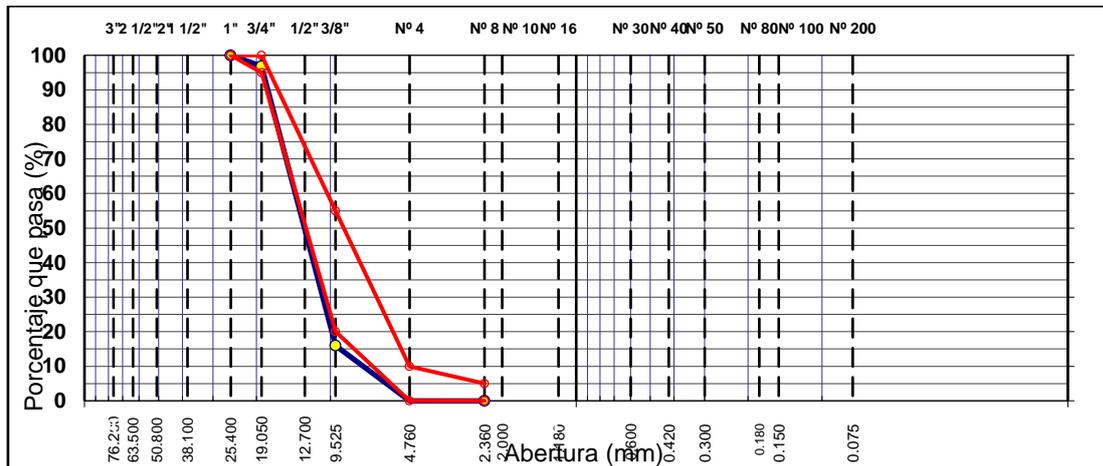
Tabla 33

Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso triturado.

Tamiz	Abert. Mm.	Peso ret.	%ret. Parc.	%ret. Ac.	% que pasa	Especificación
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100
3/4"	19.050	234.0	3.2	3.2	96.9	95 - 100
1/2"	12.700	4,208.0	56.6	59.7	40.3	
3/8"	9.525	1,807.0	24.3	84.0	16.0	20 - 55
# 4	4.760	1,190.0	16.0	100.0	0.0	0 - 10
# 8	2.360	1.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5
< # 200	FONDO	0.0	0.0	100.0	0.0	
Fino		1.0				
Total		7,439.0				

Figura 10

Curva granulométrica del agregado grueso triturado



Nota. En la tabla 33 muestra el análisis granulométrico del agregado grueso triturado extraído de la cantera Armando Zapata, a la vez se muestra su curva granulométrica en la figura 10. Se puede apreciar que el agregado grueso triturado se encuentra fuera de la gradación, por lo tanto, no alcanza el requisito mínimo establecido por la norma en lo que se refiere en la gradación HUSO AG-

2, con lo cual podemos indicar que no cumple para un uso para el diseño de mezcla de concreto.

Tabla 34

Peso específico y absorción del agregado grueso triturado.

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1656.8	1503.9	Gr	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1029.7	931.1	Gr	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	627.1	572.8	Cm ³	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	1636.0	1485.3	Gr	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	606.3	554.2	Cm ³	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.609	2.593	Gr/cm ³	2.601
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.642	2.626	Gr/cm ³	2.634
	Pe aparente (base seca) = d/e	2.698	2.680	Gr/cm ³	2.689
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.271	1.252	%	1.26%

Nota. El peso específico se refiere a la masa por unidad de volumen de los materiales utilizado en la mezcla de concreto, y la absorción se refiere a la capacidad del agregado para absorber agua, dichos ensayos son esenciales ya que los resultados influyen en la calidad y resistencia del concreto. En la tabla 34 se muestra los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso triturado, lo cual se obtiene un peso específico de 2.634 gr/cm³ y una absorción de 1.26%.

Tabla 35*Peso unitario suelto del agregado grueso triturado.*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21215	21169	21486
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002
Peso de la muestra	(gr)	14213	14167	14484
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1503	1498	1532
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)		1511	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36*Peso unitario compactado del agregado grueso triturado.*

Descripción	Und.	Identificación		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22794
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15792
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1649	1669	1670
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)		1663	

Nota. El peso unitario en los agregados para concreto es de suma importancia porque establece la cantidad necesaria del agregado para alcanzar una densidad específica en la mezcla del concreto, asimismo garantiza un rendimiento óptimo del concreto. En la tabla 35 se muestra el ensayo peso unitario suelto y en la tabla 36 el ensayo peso unitario compactado del agregado

grueso triturado, como resultado se obtiene un peso unitario suelto de 1511 kg/m³ y un peso unitario varillado o compactado de 1663 kg/m³.

Tabla 37

Abrasión los ángeles del agregado grueso triturado

Tamiz	Gradaciones
Pasa - Retiene	A
3/4" - 1/2"	2500.0
1/2" - 3/8"	2500.0
Peso Total	5000.0
(%) Retenido en la malla N.º 12	3945.2
(%) Que pasa en la malla N.º 12	1054.8
Nº de esferas	12
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25
% Desgaste	21.1%

Nota. El ensayo abrasión los ángeles es de vital importancia porque evalúa la resistencia del agregado grueso a la abrasión y al desgaste. Dicho ensayo consiste en someter al agregado grueso a un determinado número de revoluciones en un tambor cilíndrico, esto será una simulación de desgaste que experimentaría el agregado en condiciones reales. En la tabla 37, se puede apreciar el ensayo abrasión los ángeles al agregado grueso triturado, lo cual nos da un 21.1% de desgaste, dicho resultado está en el rango establecido por la norma MTC E 210.

Tabla 38

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso triturado

Con una o más caras fracturadas							
Tamaño del agregado		Peso por mallas (a) (gr)	1 cara fracturada (b) (gr)	% por mallas (c) = (b/a) *100 (%)	Porcentaje por mallas (d) (%)	(e) = (c)*(d) (%)	(e)/(d)
Pasa tamiz	Retenido en tamiz						
1"	3/4"	114.0	88.0	77.2	25.4	1959.2	
3/4"	1/2"	5,840.0	5097.0	87.3	37.2	3246.7	
1/2"	3/8"	2,646.0	2511.0	94.9	15.4	1461.4	
Total		8600.0	7696.0		78.0	6667.3	85.5

Con dos o más caras fracturadas							
Tamaño del agregado		Peso por mallas (a) (gr)	2 caras fracturadas (b) (gr)	% por mallas (c) = (b/a) *100 (%)	Porcentaje por mallas (d) (%)	(e) = (c)*(d) (%)	(e)/(d)
Pasa tamiz	Retenido en tamiz						
1"	3/4"	114.0	92.0	80.7	25.4	2048.2	
3/4"	1/2"	5840.0	4398.0	75.3	37.2	2801.5	
1/2"	3/8"	2646.0	2098.0	79.3	15.4	1221.1	
Total		8600.0	6588.0		78.0	6070.7	77.8

Nota. En la tabla 38, podemos observar el ensayo para la determinación de porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso triturado, la finalidad de este ensayo es garantizar la durabilidad y la calidad del concreto, ya que un agregado con muchas caras fracturadas puede afectar la resistencia negativamente, asimismo proporciona información sobre la calidad en su proceso de trituración. En el caso del agregado grueso triturado obtuvo 85.5% con una cara fracturada y 77.8% con dos caras o más caras fracturadas.

Tabla 39

Determinación de porcentaje de partículas chatas y alargadas para el agregado grueso triturado

Tamiz	Peso por mallas (a) (gr)	Peso chatas y alargadas (b) (gr)	Porcentaje (c)=(b)/(a)*100 (%)	Gradación original (d) (%)	Corrección (e)=(c)*(d) (%)	(e)/(d) (%)
1" - 3/4"	114	14.0	12.3	25.4	311.7	
3/4" - 1/2"	5840	32.0	0.5	37.2	20.4	
1/2" - 3/8"	2646	45.0	1.7	15.4	26.2	
Peso Total (gr.)	8600	91.0		78.0	358.3	4.6

Nota. En la tabla 39 se expone el ensayo de partículas chatas y alargadas del agregado grueso triturado, la cual se obtiene 4.6%, dicho porcentaje es menor al límite máximo permitido por la norma MTC E 221. Este ensayo es crucial realizar para que asegurar que el agregado cumpla con los requisitos mínimos asegurando un estándar de calidad necesario para su uso en la elaboración de mezcla de concreto.

Tabla 40

Contenido de sales solubles del agregado grueso triturado

Muestra: 01	Identificación			Promedio
Ensayo N°	1	2	3	
(1) Peso muestra (gr)	152.20	154.20	160.30	
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00	
(3) Volumen alícuota (ml)	50.00	50.00	50.00	
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.015	0.018	0.016	
(5) Porcentaje de sales (%) (100/ ((3)x(1) / (4)x(2)))	0.10	0.12	0.10	0.11%

Nota. El ensayo de contenido de sales solubles del agregado grueso triturado es importante para la cantidad de sales que contiene el agregado, ya que estas pueden causar eflorescencia en el concreto, afectando su apariencia y durabilidad, en la tabla 40 se muestra el ensayo de contenido de sales solubles del agregado grueso triturado el cual tiene 0.11% de contenido de sales solubles.

Resumen De Canteras. Para dicha investigación se establecieron dos canteras (Santa Cruz y Armando Zapata) ubicadas en la provincia de Sullana para el aprovisionamiento de agregados para la realización de diseños de mezclas de concreto según las características que poseen cada una de las canteras, las cuales se enumeran y muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 41

Resumen de canteras.

Cantera	Ubicación	Accesos	Usos propuestos	Coordenadas UTM - WGS84	
Santa Cruz	Ruta PE 1N, KM 15+020	Cuenta con un acceso de una trocha en buen estado y tiene una distancia de 1 Km., para llegar a la vía Panamericana	Agregado grueso (Piedra zarandeada) y agregado fino	521203 E	9457004 N
	DE la Vía Sullana - El Alamor	Sector Sullana - Alamor			
Armando Zapata	Ruta PE 102, KM 09+500	Cuenta con un acceso de una trocha en buen estado y tiene una distancia de 0.770 Km., para llegar a la vía Sullana – Paita.	Agregado grueso (Piedra triturada)	524533 E	9456191 N
	De la Vía Sullana - Paita				

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo Especifico 02: Realizar El Diseño De Mezcla Utilizando El Material Zarandeado.

Diseño De Mezcla De Concreto. Se realizó 2 diseños de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con diferente agregado grueso.

Tabla 42

Diseños de mezcla de concreto

Diseño De Concreto F'c 210 kg/cm2	Agregado grueso	Agregado fino
Diseño 01	Grava zarandeada (Santa Cruz)	Arena zarandeada (Santa Cruz)
Diseño 02	Grava triturada (Armando Zapata)	Arena zarandeada (Santa Cruz)

Procedimiento De Diseño 01. Al ensayar los agregados destinados para la elaboración de este concreto, nos damos cuenta que los agregados no cumplen con la norma ASTM C33, por lo tanto, el diseño de mezcla se logrará con el método FULLER. Este método es general, consiste en el máximo acomodamiento de los agregados para alcanzar una curva granulométrica ideal. Se usan las mismas tablas del comité ACI.

Curva ideal de Füller.

De la ley de Füller tenemos:

$$P_d = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

P_d =% que pasa la malla "d"

d= Abertura de la malla de referencia

D= T.M del agregado grueso

En nuestro caso el T.M es 1", entonces:

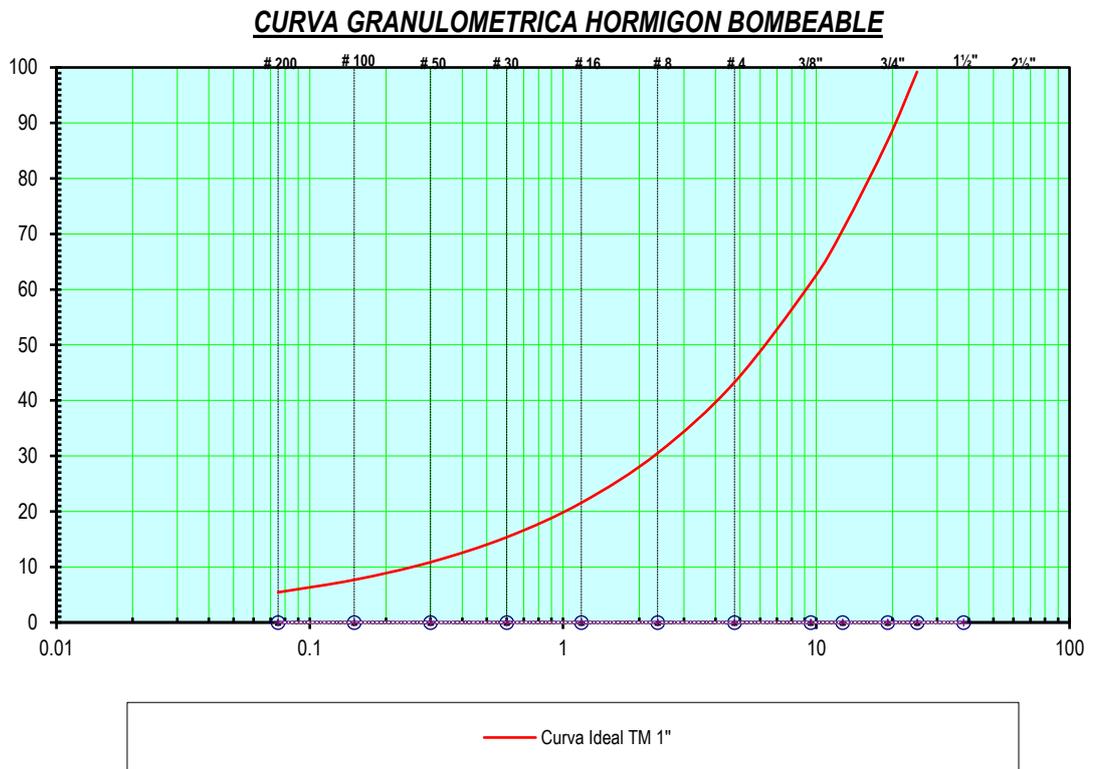
Tabla 43*Curva idea según Fuller para tamaño máximo 1''*

Curva Fuller Para T.M= 1''		
Tamaño de partículas (mm)	% que pasa	% que pasa según el t.m
25.4	$P = 100 * \sqrt{\frac{25.4}{25.4}}$	100%
19.05	$P = 100 * \sqrt{\frac{19.05}{25.4}}$	86.60%
12.7	$P = 100 * \sqrt{\frac{12.7}{25.4}}$	70.71%
9.525	$P = 100 * \sqrt{\frac{9.525}{25.4}}$	61.24%
4.76	$P = 100 * \sqrt{\frac{4.76}{25.4}}$	43.29%
2.36	$P = 100 * \sqrt{\frac{2.36}{25.4}}$	30.48%
1.18	$P = 100 * \sqrt{\frac{1.18}{25.4}}$	21.55%
0.6	$P = 100 * \sqrt{\frac{0.6}{25.4}}$	15.37%
0.3	$P = 100 * \sqrt{\frac{0.3}{25.4}}$	10.87%
0.15	$P = 100 * \sqrt{\frac{0.15}{25.4}}$	7.68%
0.075	$P = 100 * \sqrt{\frac{0.075}{25.4}}$	5.43%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11

Curva ideal Fuller TM 1"



Fuente: ConsultGeopav SAC.

Combinación De Agregado Grueso Zarandeado Y Arena Para Alcanzar La Curva Ideal Füller T.M 1". Aplicación de la primera pauta de Füller

Pasante de la malla #4 de la mezcla sea igual al pasante de la malla #4 de la Parábola de Füller (Según el TM)

Ecuación:

$$\alpha = \frac{C - B}{A - B} * 100$$

$$\alpha = \frac{43.3 - 7}{87 - 7} * 100$$

$$\alpha = 45\%$$

$$\beta = 100 - 45\%$$

$$\beta = 55\%$$

Por lo tanto, la combinación será: 0.45 A + 0.55 G

Tabla 44*Ensayos de granulometrías parciales de los materiales*

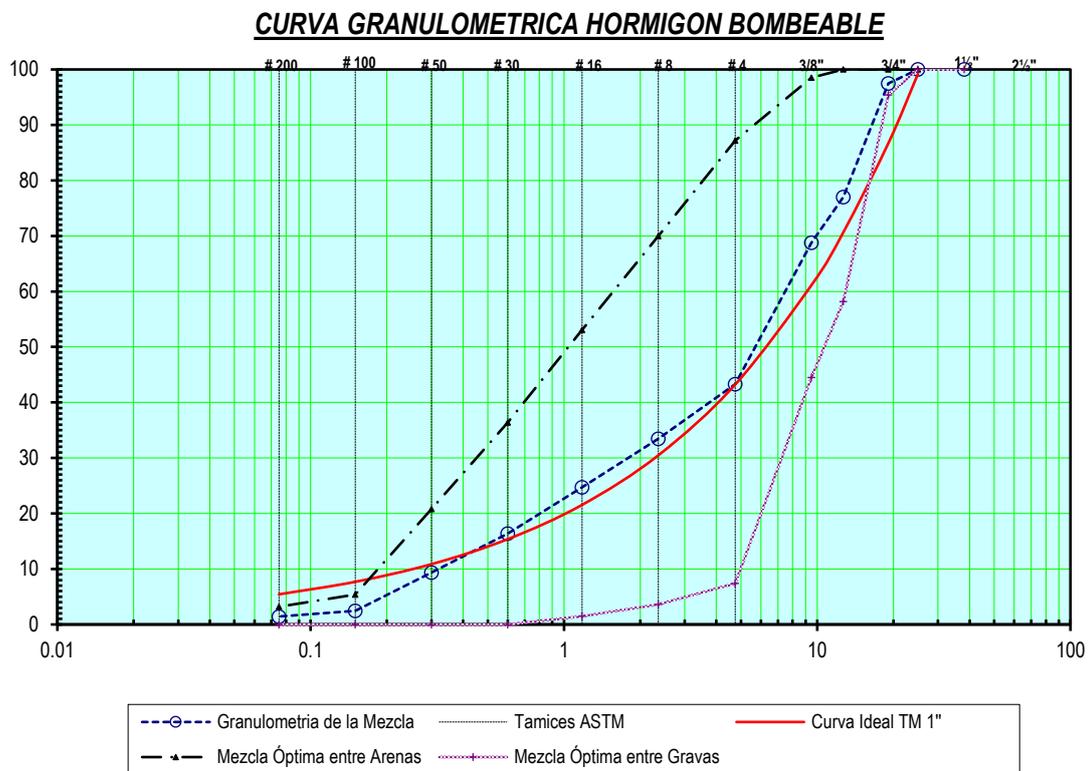
Material	Porcentaje Que Pasa Por Los Tamices												MF
	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	#	#	#	#	#	#	#	
	4	8	16	30	50	100	200						
Arena Santa Cruz	100	100	100	100	99	87	70	53	36	21	5	3	3.29
Grava Zarandeada	100	100	95	58	45	7	4	2	0	0	0	0	6.48
Ø 4,75mm - 25.4 Mm.													

Tabla 45*Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales*

Material	%	1"	¾"	½"	⅜"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	Mfh
Arena santa cruz	45	45	45	45	44	39	32	24	16	9	2	1	
Grava Zarandeada	55	55	52	32	24	4	2	1	0	0	0	0	
Ø 4,75mm - 25.4 Mm.													
Tm 1"	100	100	87	71	61	43	31	22	15	11	8	5	5.23
Totales (0.45a + 0.55g)	100	100	97	77	69	43	33	25	16	9	2	1	5.04

Figura 12

Curva granulométrica ideal - diseño 01



Determinación De La Resistencia Promedio. De la tabla 1 “Determinación de la resistencia sin registro de probetas”, la resistencia media requerida será:

$$F'c+84=$$

$$210+84= 294 \text{ kg/cm}^2.$$

Elección Del Asentamiento. Se refiere a la trabajabilidad del concreto fresco, el cual se determina por un ensayo “Slump” utilizando el cono de Abrams. De acuerdo con la tabla 3, la consistencia seleccionada será plástica con un asentamiento de 3 pulgadas a 4 pulgadas.

Determinar La Cantidad De Agua. Se presenta la recomendación del contenido de agua a utilizar, este contenido depende del asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado. Según la tabla 11 “cantidad de agua”, para el diseño de concreto con agregado zarandeado se utilizará 190 litros por metro cubico de concreto y para el diseño de concreto con agregado triturado según la tabla se utilizará 210 litros por metro cubico de concreto, sin embargo

como dicha tesis es una evaluación comparativa se **optó** por usar 203 litros de agua por metro cubico de concreto para los dos diseños de mezcla de concreto F'c 210 kg/cm2.

Elección Del Contenido Del Aire. De la tabla 6, el contenido de aire atrapado correspondiente al tamaño nominal máximo del agregado grueso es 2%.

Selección De La Relación Agua/Cemento. Para la selección de la relación agua-cemento, en Fuller varia ya que será una relación cemento agua, es decir

$$\frac{A}{C} = \frac{1}{Z}$$
$$Z = K1 * Rm + 0.5$$

Donde:

K1: Factor que depende de la forma del agregado

0.0030 @ 0.0045 para piedra chancada

0.0045 @ 0.0070 para piedra redondeada

Si es que se usara agregados mixtos se toma K1= 0.0045

Rm= Resistencia media requerida (F'cr)

Como realizaremos dos diseños, con diferentes tipos de agregado grueso deberíamos calcular por separado y obtendríamos cantidades de agua y cemento diferente, pero como es una evaluación comparativa se optó por usar 203 litros de agua y el valor de K1 usar 0.0045 para usar la misma cantidad de agua y cemento para los dos diseños.

Calculamos:

$$Z = 0.0045 * 294 + 0.5$$

$$Z = 1.823$$

El contenido de cemento será:

$$C = Z * A$$

$$C = 1.823 * 203$$

$$C = 370.069 \text{ kg}$$

Por lo tanto, nuestra relación Agua/Cemento será:

$$A/C = 370/203$$

$$A/C = 0.5485$$

Dosificación

Tabla 46

Datos de los agregados – diseño 01

Cemento	Pacasmayo Tipo I
Agregado fino	Zarandeado - Cantera Santa Cruz
Agregado grueso	Zarandeado – Cantera Santa Cruz
Agua	Agua potable de Sullana

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47

Características de los agregados – diseño 01

Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m ³	2613	2628	3150
Peso Unitario Suelto	1630	1350	1501
Peso Unitario Varillado	1721	1469	
Módulo de Fineza	3.29	6.47	
% Humedad Natural	2.0	1.50	
% Absorción	1.32	1.31	
Tamaño Máximo Nominal	4/16"	3/4"	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48*Valores de diseño – diseño 01*

Valores De Diseño	
Asentamiento	3" - 4"
Aire Incorporado	2.0 %
Agua	203
R a/c	0.548
Cemento	370

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49*Volumen absolutos m3/m3 de mezcla – diseño 01*

Volumen Absolutos m3/m3	
Agua	0.203
Cemento	0.118
Aire	0.020
Pasta	0.341
Agregados	0.659

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50*Volumen absolutos de agregados – diseño 01*

Descripción	Cantidad (m3)	Porcentaje (%)	Total (m3)
Volumen absoluto de agregados	0.659	100%	0.659
Volumen de agregado fino	0.659	45%	0.297
Volumen de agregado grueso	0.659	55%	0.363

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51*Peso absolutos de agregados – diseño 01*

Descripción	Volumen (m3)	Peso Específico (kg/m3)	Peso (kg)
Volumen de agregado fino	0.297	2613	775
Volumen de agregado grueso	0.363	2628	953

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52*Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla - diseño 01*

	Secos	Corregidos
Cemento	370.4	370.4
Agr. fino	775.4	790.9
Agr. grueso	953.1	967.4
Agua	203.0	195.9
Colada kg/m3	2301.9	2324.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53*Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio – diseño 01.*

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m3	0.247	0.485	0.717	195.9
En pie3	8.715	17.13	25.31	195.9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54*Dosificación con humedad de acopio - diseño 01.*

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	2.135	2.611	0.529
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	ARENA	PIEDRA	Agua (lt)
	1	2.0	2.9	22.5

Fuente: Elaboración Propia

Objetivo Especifico 03: Realizar El Diseño De Mezcla Utilizando El Material Triturado.

Procedimiento De Diseño 02. El diseño 02 conformado por el agregado grueso triturado extraído de la cantera Armando Zapata, se optó usar la misma arena zarandeada extraída de la cantera Santa Cruz. Por temas de comparación específica del agregado grueso se utilizará las mismas proporciones de aglomerantes, y el mismo porcentaje de agregados.

Esta decisión con el fin de determinar la comparación en resistencia a la compresión del diseño 1 y diseño 2, que lo único variable será el tipo de agregado grueso.

Dosificación**Tabla 55***Datos de los agregados – diseño 02*

Datos de los agregados	
Cemento	Pacasmayo Tipo I
Agregado Fino	Zarandeado - Cantera Santa Cruz
Agregado Grueso	Triturado – Armando Zapata
Agua	Agua Potable de Sullana

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56*Características de los agregados – diseño 02*

Definición	Agregado fino	Agregado grueso	Cemento
Peso específico kg/m ³	2613	2634	3150
Peso unitario suelto	1630	1511	1501
Peso unitario varillado	1721	1663	
Módulo de fineza	3.29	6.87	
% Humedad natural	2.0	1.10	
% Absorción	1.32	1.26	
Tamaño máximo nominal	4/16"	3/4"	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57*Valores de diseño – diseño 02*

Valores de diseño	
Asentamiento	3" - 4"
Aire Incorporado	2.0 %
Agua	203
R a/c	0.548
Cemento	370

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58*Volumen absolutos m³/m³ de mezcla – diseño 02*

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla	
Agua	0.203
Cemento	0.118
Aire	0.020
Pasta	0.341
Agregados	0.659

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59*Volumen absolutos de agregados – diseño 02*

Descripción	Cantidad (m3)	Porcentaje (%)	Total (m3)
Volumen absoluto de agregados	0.659	100%	0.659
Volumen de agregado fino	0.659	45%	0.297
Volumen de agregado grueso	0.659	55%	0.363

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60*Peso absolutos de agregados – diseño 02*

Descripción	Volumen (m3)	Peso específico (kg/m3)	Peso (kg)
Volumen de agregado fino	0.297	2613	775
Volumen de agregado grueso	0.363	2628	955

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61*Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla - diseño 02*

	Secos	Corregidos
Cemento	370.4	370.4
Agr. fino	775.4	790.9
Agr. grueso	955.3	965.8
Agua	203.0	199.3
Colada kg/m3	2304.1	2326.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62*Volúmenes aparentes con humedad natural de acopio – diseño 02.*

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m3	0.247	0.485	0.639	199.3
En pie3	8.715	17.13	22.57	199.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63*Dosificación con humedad de acopio - diseño 02.*

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	2.135	2.607	0.538
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Arena	Piedra	Agua (lt)
	1	2.0	2.6	22.9

Fuente: Elaboración Propia

Objetivo Específico 04: Determinar la resistencia a la compresión usando refrentado (Capping) y cabezales con almohadillas de neopreno a las probetas ensayados de los diferentes diseños.

Elaboración Y Curado De Testigos O Probetas De Concreto. Dicho ensayo se rige por la norma técnica peruana NTP 339.033 “Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo” tiene como objetivo establecer procedimientos estandarizados y específicos para la preparación y el curado de muestras de concreto en el lugar donde se realiza la construcción. La finalidad principal de esta práctica es garantizar la calidad del concreto utilizado en proyectos de construcción a través de procesos normalizados que permitan una evaluación precisa de sus propiedades.

Aparatos

- Generalidades de los moldes: Los moldes utilizados para los especímenes o las piezas que entran en contacto con el concreto deben estar fabricados de acero, hierro fundido u otro material no

absorbente que no genere reacciones con el concreto de cemento Pórtland u otros tipos de cementos hidráulicos. Estos moldes deberán conservar sus dimensiones y forma en todas las condiciones de uso. Además, es necesario que los moldes sean impermeables, lo cual se evidencia por su capacidad para retener el agua contenida en ellos.

- Moldes cilíndricos
- Varilla compactadora; Es una varilla circular de acero liso, las dimensiones variaran de acuerdo al diámetro de la probeta.

Tabla 64

Requisitos de la varilla compactadora

Diámetro De La Probeta	Dimensiones De La Varilla Compactadora	
	Diámetro (Mm)	Longitud (Mm)
<150	10	300
150	16	500
225	16	650

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.033

- Vibradores; Es necesario emplear vibradores internos para el proceso. La frecuencia de vibración del vibrador debe ser de 7,000 vibraciones por minuto (150 Hz) mientras está en funcionamiento en el concreto. El diámetro de la barra vibradora debe ser igual o superior a 1/4 del diámetro del molde cilíndrico.
- Martillo con cabeza de goma
- Cucharon
- Plancha o paleta de albañil

Moldeo De Probetas

Lugar De Moldeo. Elaborar los especímenes de manera rápida sobre una superficie plana y resistente, sin vibraciones ni otras interferencias, en una ubicación lo más cercana posible a donde se almacenarán.

Vaciado De Probetas. Elegir la barra compactadora adecuada, según lo indicado en la Tabla 64 “Requisitos de la varilla compactadora”, o seleccionar el vibrador apropiado. Determinar el método de consolidación de acuerdo con la

Tabla 65 “Método de consolidación”, a menos que se especifique otra metodología. En caso de utilizar el método de consolidación por apisonado, establecer los requisitos de moldeo según la Tabla 66 “Moldeo de probetas por apisonado”. Si se opta por la consolidación mediante vibración, determinar los requisitos de moldeo según la Tabla 67. Seleccionar una cuchara del tamaño especificado. Durante la colocación del concreto en el molde, mover la cuchara alrededor del perímetro para garantizar una distribución del concreto con el mínimo riesgo de segregación. Es necesario consolidar cada capa de concreto de acuerdo con las indicaciones de las Tablas 65 y 66. Al añadir la última capa, agregar concreto de manera que se nivele con el borde superior del molde después de la consolidación.

Tabla 65

Método de consolidación

Asentamiento (mm)	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.033

Tabla 66

Moldeo de probetas por apisonado

Diámetro de probetas (mm)	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.033

Tabla 67*Moldeo de especímenes por vibración.*

Diámetro de probetas (mm)	Número de capas	Número de inserción de vibrador por capa	Altura aproximada de capa (mm)
100	2	1	Mitad De Altura De Probeta
150	2	2	Mitad De Altura De Probeta
225	2	4	Mitad De Altura De Probeta

Probetas De Concreto – Diseño 01 y Diseño 02. Para la elaboración de probetas del diseño 01 como el diseño 02 se optó por utilizar moldes de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto.

La Norma Técnica Peruana NTP 339.033 nos indica que, para la confección de este tipo de probetas, el concreto se compactará en dos capas, cada capa de 25 golpes con ayuda de la varilla compactadora. Dicha varilla por normativa según el tamaño de las probetas será una varilla de 3/8” de diámetro con una longitud de aproximadamente 30 centímetros).

Finalmente, se procede a enrasar la superficie de la probeta logrando una cara lisa y plana de contacto.

Pasado 24 horas, se desmoldan los testigos de concreto, para ser sumergidos en una poza de curado. Se retirarán cuando toque la fecha de rotura.

Según el diámetro de las probetas utilizadas, la norma E-060 en el apartado 5.1.6 del capítulo 5 nos indica que un ensayo de resistencia consiste en el promedio de la resistencia de tres probetas. Sin embargo, se elaboró seis probetas por edad según el tipo de refrentado, lo que quiere decir treinta y seis (36) probetas por diseño.

Tabla 68*Probetas de concreto - diseño 01*

Diseño 01 (Agregado Grueso Zarandeado)	Tipo De Refrentado	
Edad de curado y ensayo a la compresión	Almohadillas de neopreno	Mortero de azufre
Rotura de probetas a los 7 días	6	6
Rotura de probetas a los 14 días	6	6
Rotura de probetas a los 28 días	6	6
Total	36 probetas	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69*Probetas de concreto - diseño 02*

Diseño 02 (Agregado Grueso Triturado)	Tipo De Refrentado	
Edad de Curado Y Ensayo A La Compresión	Almohadillas De Neopreno	Mortero De Azufre
Rotura De Probetas A Los 7 Días	6	6
Rotura De Probetas A Los 14 Días	6	6
Rotura De Probetas A Los 28 Días	6	6
Total	36 probetas	

Fuente: Elaboración Propia.

Resistencia A Compresión Del Concreto (MTC E 704, NTP 339.034).

El ensayo de resistencia a la compresión en testigos cilíndricos constituye una prueba convencional empleada para analizar la capacidad de un material, en particular el concreto, frente a las fuerzas de compresión. Su importancia radica en asegurar la seguridad, calidad y eficacia de las estructuras construidas con materiales como el concreto, destacando su papel esencial en la evaluación y garantía de la resistencia de dichos materiales en el ámbito de la construcción.

Equipos

- Máquina de ensayos (Prensa)

- Bloques de carga
- Indicador de carga

Procedimiento

- Después del período de curado, se extraen los cilindros del molde y se preparan para el ensayo. Se miden las dimensiones de los cilindros y se registran.
- Es necesario mantener las muestras húmedas mediante cualquier método apropiado desde su extracción del lugar de curado hasta el momento del ensayo. Deben ser sometidas a ensayo en condiciones húmedas.
- El bloque de carga inferior se sitúa en la plataforma de la máquina de ensayo, posicionándolo directamente debajo del bloque superior. Las superficies de ambos bloques se limpian con un paño y, luego, se coloca el espécimen sobre el bloque inferior. Se realiza una alineación precisa del eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. Es esencial girar el bloque con rótula justo antes de iniciar el ensayo para garantizar la libertad de movimiento.
- La carga debe aplicarse a una velocidad que esté dentro del intervalo de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s (35 ± 7 psi/s). La velocidad seleccionada debe mantenerse, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, específicamente en la fase de carga prevista. No obstante, no se recomienda ajustar la velocidad de movimiento a medida que se acerca la carga última, ya que la tasa de aplicación de carga disminuye debido al agrietamiento del cilindro.
- La carga se administra hasta que el indicador muestre una disminución continua y el cilindro exhiba claramente un patrón de fallo bien definido.

Cálculo De La Resistencia A Compresión. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada sobre la sección transversal del cilindro por el área de esa sección. La resistencia a la compresión se expresa en unidades de presión, generalmente en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi).

Refrentado Con Mortero De Azufre. El proceso de refrentado se emplea con el propósito de obtener una superficie nivelada en las caras de concreto destinadas a soportar carga, creando así una superficie de base que facilita la distribución homogénea de las fuerzas. Un desnivel de 0.25 mm en una superficie puede resultar en una disminución del 66% de la resistencia máxima. Por esta razón, el refrentado se emplea para corregir y nivelar tales imperfecciones.

Aparatos.

- Platos de refrentado; Es un plato de metal, su área de llenado no será más profunda que 12 mm, su diámetro será 25 mm mayor al diámetro de la probeta.
- Dispositivo de alineación; Para asegurar que las capas de refrentado pierdan o se desalineen perpendicularmente al eje de la probeta.
- Olla de fundición para el mortero de azufre

Procedimiento.

- Preparar el mortero, calentando el azufre a una temperatura no menos que 130 °C y no más que 145 °C.
- Calentar plato de refrentado ligeramente para así reducir la velocidad de endurecimiento.
- Aplicar aceite en los platos de refrentado.
- Llenar el plato de refrentado con el mortero, y se coloca la probeta en el dispositivo de alineación de tal forma que sus generatrices contacten con estas guías.
- Se desciende cuidadosamente la probeta hacia el material de refrentado con ayuda de las guías de alineación.
- Retirar la probeta, verificando el espesor del mortero de azufre en las probetas, utilizando una regla recta o un medidor de espesores, llevando a cabo al menos tres mediciones en direcciones diametralmente opuestas, con el objetivo de garantizar que la superficie de la capa de cabeceo no presente desviaciones mayores a 0.05 milímetros (0.002 pulgadas) con respecto al plano.

Tabla 70*Registro de probetas de concreto con almohadillas de neopreno - diseño 01*

N° Probeta	Edad de rotura	Diámetro (Cm)	Peso (Gr)
Z - 001		10.09	3977
Z - 002		10.10	3957
Z - 003	7 días	10.10	3960
Z - 004		10.09	3962
Z - 005		10.11	3986
Z - 006		10.10	4001
Z - 007		10.12	3986
Z - 008		10.10	3971
Z - 009	14 días	10.10	3978
Z - 010		10.11	3964
Z - 011		10.11	3955
Z - 012		10.10	4004
Z - 013		10.12	3968
Z - 014		10.10	3941
Z - 015	28 días	10.10	3981
Z - 016		10.10	3970
Z - 017		10.11	3966
Z - 018		10.10	3892

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71*Registro de probetas de concreto con mortero de azufre - diseño 01*

N° Probeta	Edad de rotura	Diámetro (Cm)	Peso (Gr)
Zc - 001		10.10	3941
Zc - 002		10.10	3929
Zc - 003	7 días	10.10	3980
Zc - 004		10.10	3995
Zc - 005		10.10	4000
Zc - 006		10.10	3899
Zc - 007		10.10	3996
Zc - 008		10.10	3979
Zc - 009	14 días	10.10	3987
Zc - 010		10.11	3988
Zc - 011		10.09	3990
Zc - 012		10.10	4002
Zc - 013		10.12	3896
Zc - 014		10.10	4001
Zc - 015	28 días	10.10	3998
Zc - 016		10.10	3928
Zc - 017		10.10	3977
Zc - 018		10.10	3937

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72*Registro de probetas de concreto con almohadillas de neopreno - diseño 02*

N° Probeta	Edad de rotura	Diámetro (Cm)	Peso (Gr)
T - 001		10.10	4083
T - 002		10.10	4100
T - 003	7 días	10.10	4065
T - 004		10.10	4022
T - 005		10.10	4015
T - 006		10.10	4006
T - 007		10.10	4018
T - 008		10.10	4123
T - 009	14 días	10.10	4066
T - 010		10.09	4124
T - 011		10.10	4105
T - 012		10.11	4051
T - 013		10.10	4120
T - 014		10.10	4087
T - 015	28 días	10.10	4099
T - 016		10.09	4134
T - 017		10.10	4098
T - 018		10.10	4073

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73*Registro de probetas de concreto con mortero de azufre - diseño 02*

N° Probeta	Edad de rotura	Diámetro (Cm)	Peso (Gr)
Tc - 001		10.09	4102
Tc - 002		10.09	4096
Tc - 003	7 días	10.10	4150
Tc - 004		10.10	4077
Tc - 005		10.12	4126
Tc - 006		10.10	4144
Tc - 007		10.10	4087
Tc - 008		10.10	4120
Tc - 009	14 días	10.10	4102
Tc - 010		10.10	4069
Tc - 011		10.10	4151
Tc - 012		10.10	4140
Tc - 013		10.12	4138
Tc - 014		10.09	4130
Tc - 015	28 días	10.10	4110
Tc - 016		10.11	4117
Tc - 017		10.10	4100
Tc - 018		10.10	4095

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayos Del Concreto En Estado Endurecido

Resistencia A La Compresión Del Concreto. Se elaboraron 36 probetas de concreto por diseño, seleccionando 18 probetas para ensayarlo con almohadillas de neopreno, y 18 probetas con refrentado (capping) a edades de 7, 14 y 28 días. En total son 72 probetas entre los dos diseños.

Tabla 74

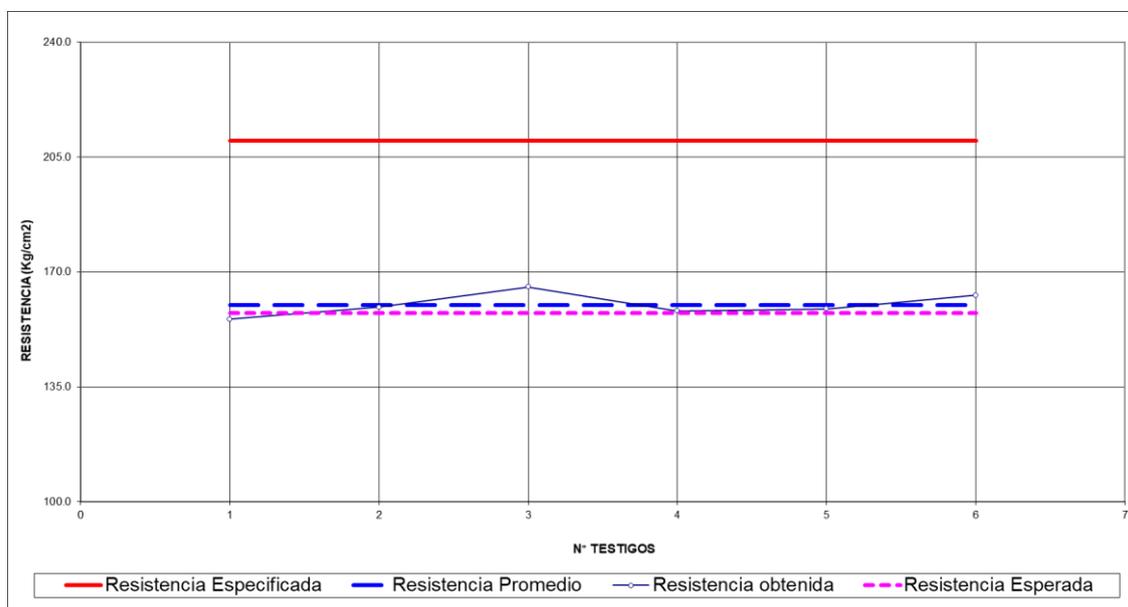
Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
Z-001	13-May	20-May	122	12440	156	74	76.2
Z-002	13-May	20-May	125	12746	159	76	
Z-003	13-May	20-May	130	13256	165	79	
Z-004	13-May	20-May	124	12644	158	75	
Z-005	13-May	20-May	125	12746	159	76	
Z-006	13-May	20-May	128	13052	163	78	

Nota. Se ensayaron las probetas con código Z-001 hasta Z-006 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 76.2%.

Figura 13

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75

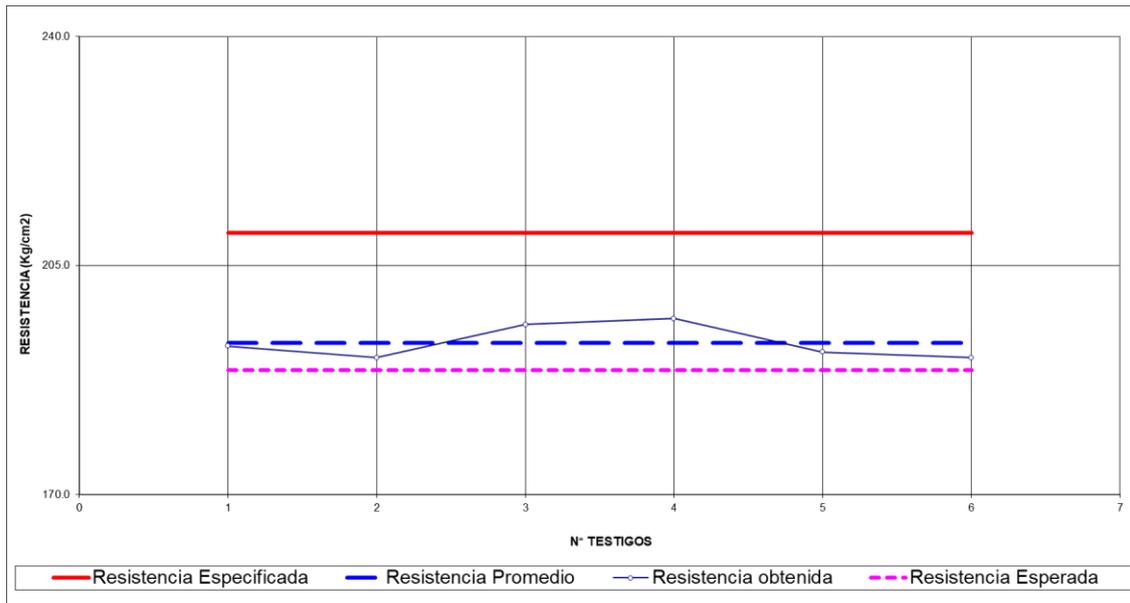
Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
Z-007	13-May	27-May	152	15499	193	92	92
Z-008	13-May	27-May	150	15296	191	91	
Z-009	13-May	27-May	148	15092	196	90	
Z-010	13-May	27-May	155	15805	197	94	
Z-011	13-May	27-May	151	15397	192	91	
Z-012	13-May	27-May	150	15296	191	91	

Nota. Se ensayaron las probetas con código Z-007 hasta Z-012 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 92%.

Figura 14

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 76

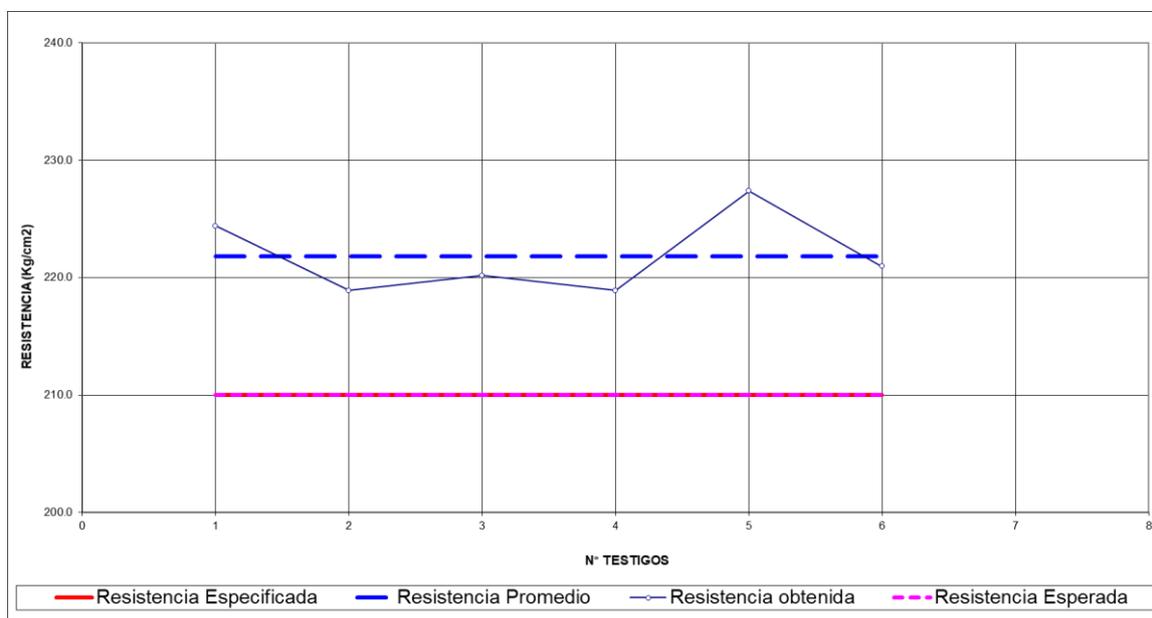
Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
Z-013	13-May	10-Jun	177	18049	224	107	
Z-014	13-May	10-Jun	172	17539	219	104	
Z-015	13-May	10-Jun	173	17641	220	105	
Z-016	13-May	10-Jun	172	17539	219	104	105.6
Z-017	13-May	10-Jun	179	18253	227	108	
Z-018	13-May	10-Jun	174	17702	221	105	

Nota. Se ensayaron las probetas con código Z-013 hasta Z-018 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 105.6%.

Figura 15

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con almohadillas de neopreno.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77

Resistencia a la compresión a los 07 días – diseño 01 con refrentado (capping).

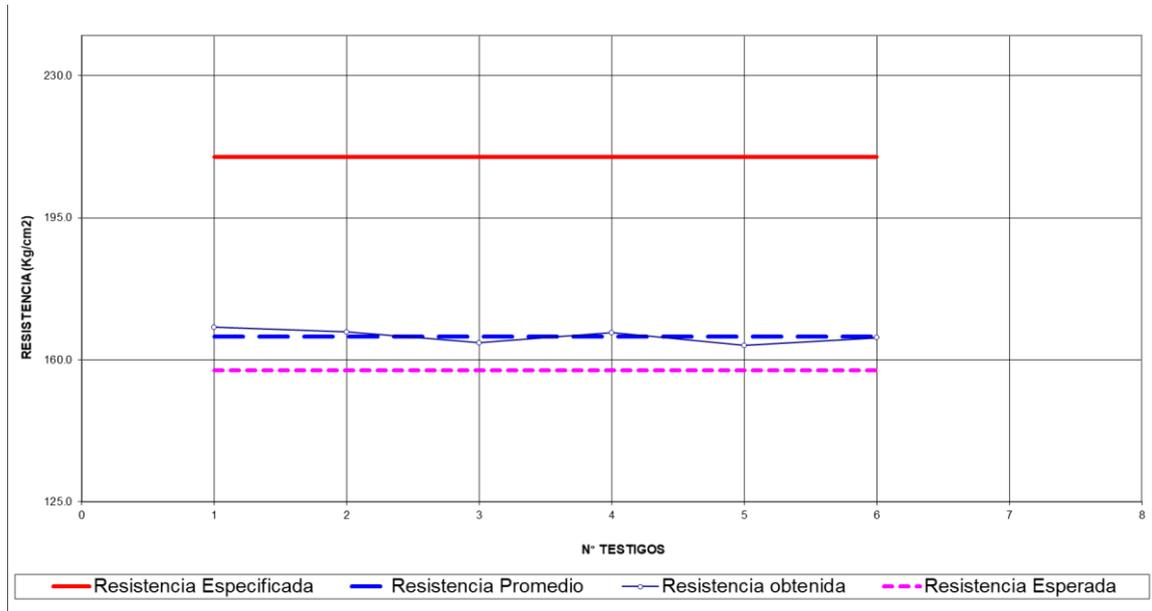
Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
ZC-001	13-May	20-May	132	13460	168	80	79
ZC-002	13-May	20-May	131	13358	167	79	
ZC-003	13-May	20-May	129	13154	164	78	
ZC-004	13-May	20-May	131	13358	167	79	
ZC-005	13-May	20-May	129	13103	164	78	
ZC-006	13-May	20-May	130	13256	165	79	

Nota. Se ensayaron las probetas con código ZC-001 hasta ZC-002 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se

ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 79%.

Figura 16

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 07 días – diseño 01 con refrentado (capping)



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 78

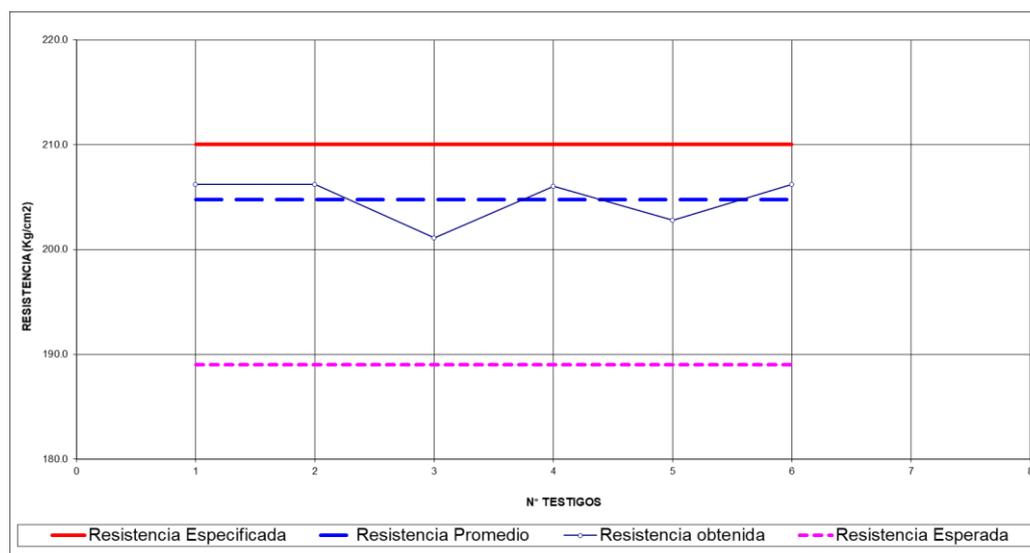
Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con refrentado (capping)

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
ZC-007	13-May	27-May	152	15499	206	98	97.5
ZC-008	13-May	27-May	150	15296	206	98	
ZC-009	13-May	27-May	148	15092	201	96	
ZC-010	13-May	27-May	155	15805	206	98	
ZC-011	13-May	27-May	151	15397	203	97	
ZC-012	13-May	27-May	150	15296	206	98	

Nota. Se ensayaron las probetas con código ZC-007 hasta ZC-012 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 97.5%.

Figura 17

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 01 con refrentado (capping)



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 79

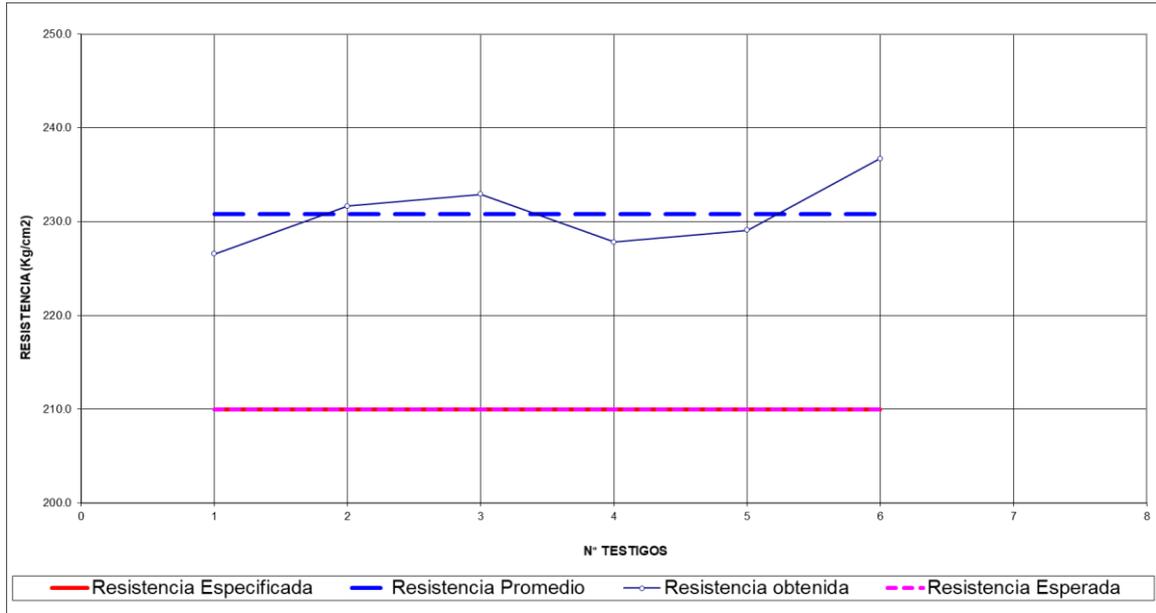
Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con refrentado (capping)

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
ZC-013	13-May	10-Jun	178	18049	227	108	109.9
ZC-014	13-May	10-Jun	182	17539	232	110	
ZC-015	13-May	10-Jun	183	17641	233	111	
ZC-016	13-May	10-Jun	179	17539	228	108	
ZC-017	13-May	10-Jun	180	18253	229	109	
ZC-018	13-May	10-Jun	186	17702	237	113	

Nota. Se ensayaron las probetas con código ZC-013 hasta ZC-018 correspondientes al diseño 01 (con agregado zarandeado). Dichas probetas se ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 109.9%.

Figura 18

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 01 con refrentado (capping)



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 80

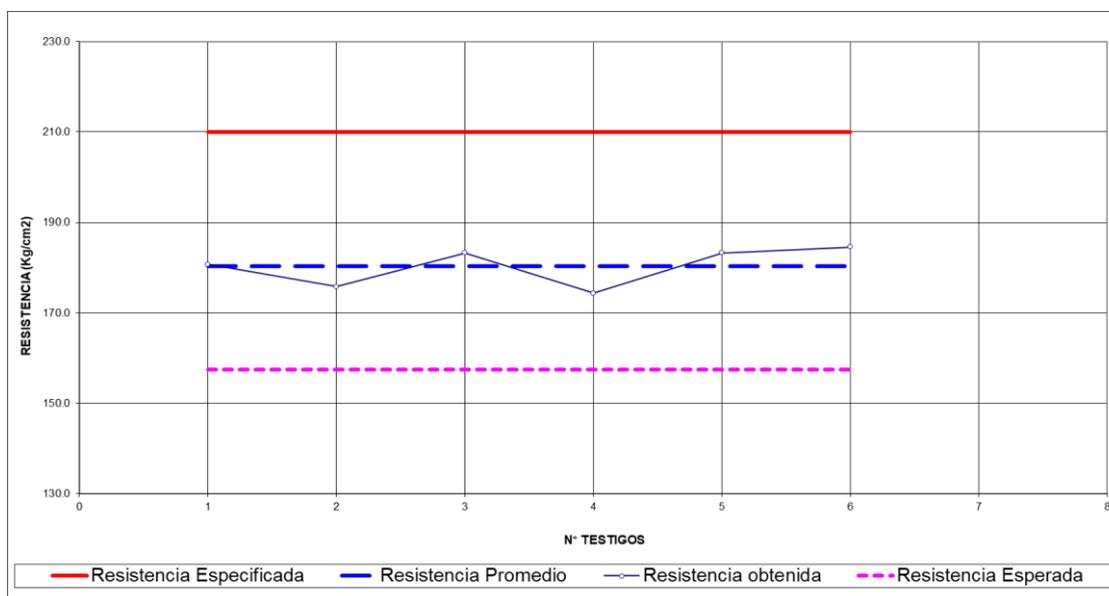
Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
T-001	15-May	22-May	142	14480	181	86	
T-002	15-May	22-May	138	14072	176	84	
T-003	15-May	22-May	144	14684	183	87	
T-004	15-May	22-May	137	13970	174	83	85.9
T-005	15-May	22-May	144	14684	183	87	
T-006	15-May	22-May	145	14786	185	88	

Nota. Se ensayaron las probetas con código T-001 hasta T-006 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 85.9%.

Figura 19

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 81

Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
T-007	15-May	29-May	166	16927	211	86	97.9
T-008	15-May	29-May	162	16540	207	84	
T-009	15-May	29-May	161	16417	205	87	
T-010	15-May	29-May	159	16213	203	83	
T-011	15-May	29-May	163	16621	207	87	
T-012	15-May	29-May	158	16111	201	88	

Nota. Se ensayaron las probetas con código T-007 hasta T-012 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 97.9%.

Figura 20

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.

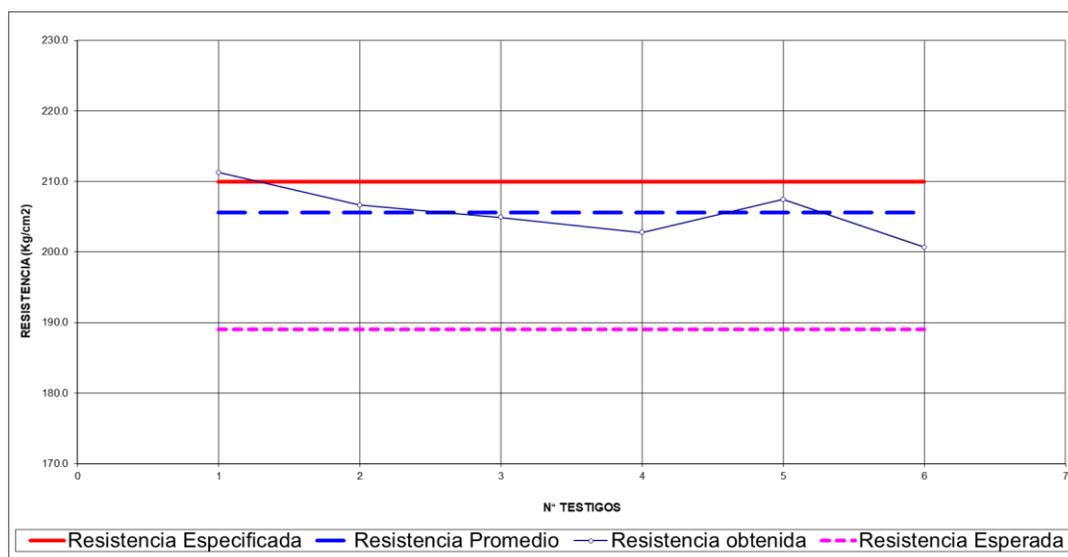


Tabla 82

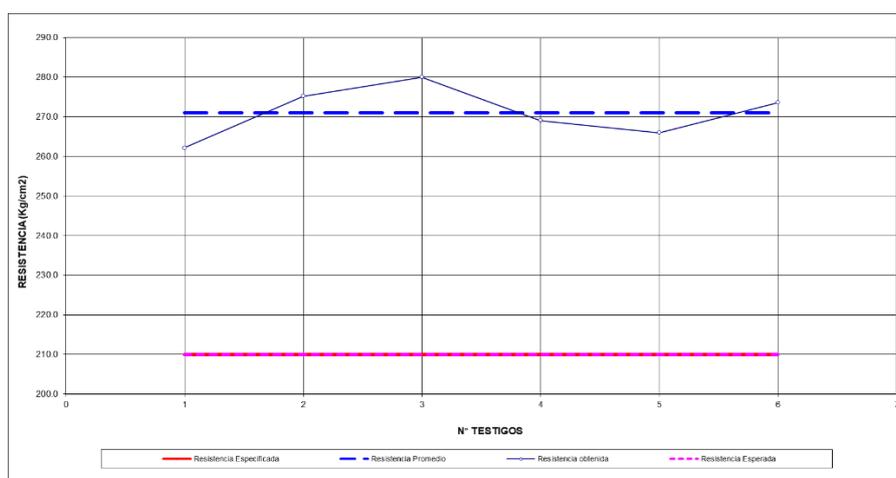
Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
T-013	15-May	12-Jun	206	21006	262	125	129.1
T-014	15-May	12-Jun	216	22026	275	131	
T-015	15-May	12-Jun	220	22433	280	133	
T-016	15-May	12-Jun	211	21516	269	128	
T-017	15-May	12-Jun	209	21312	266	127	
T-018	15-May	12-Jun	215	21924	274	130	

Nota. Se ensayaron las probetas con código T-013 hasta T-018 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno, el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 131.4%.

Figura 21

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con almohadillas de neopreno.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 83

Resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con refrentado (capping).

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
TC-001	15-May	22-May	144	14684	184	87	88.5
TC-002	15-May	22-May	136	13868	173	83	
TC-003	15-May	22-May	150	15296	191	91	
TC-004	15-May	22-May	151	15397	192	92	
TC-005	15-May	22-May	148	15092	188	89	
TC-006	15-May	22-May	147	14990	187	89	

Nota. Se ensayaron las probetas con código TC-001 hasta TC-006 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 88.5%.

Figura 22

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 7 días – diseño 02 con refrentado (capping)

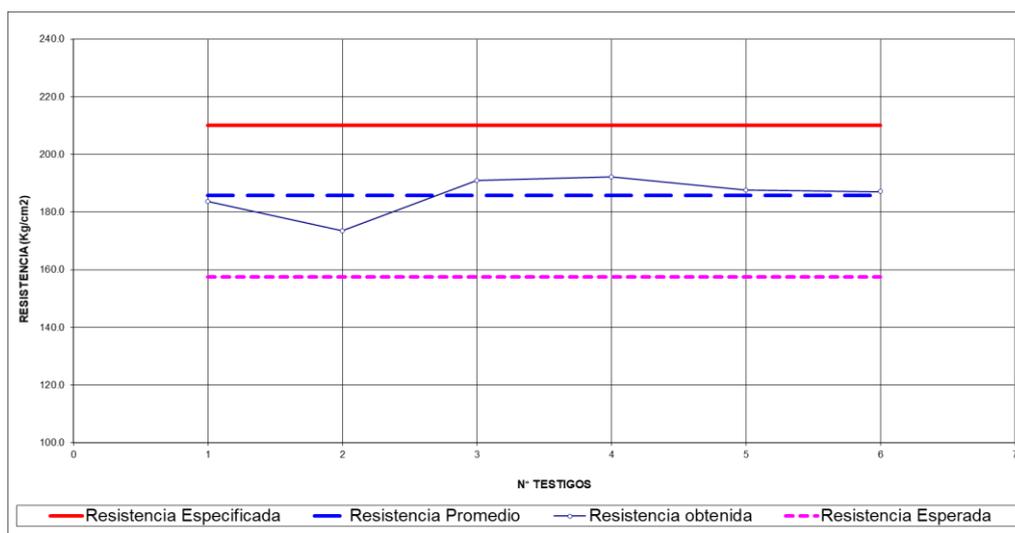


Tabla 84

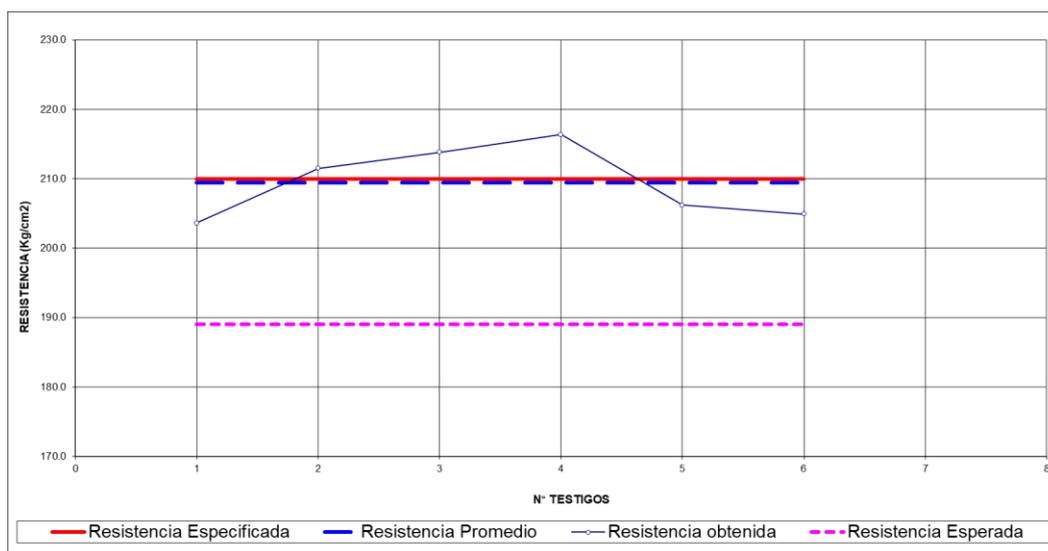
Resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con refrentado (capping)

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
TC-007	15-May	29-May	160	16927	204	97	99.7
TC-008	15-May	29-May	166	16540	211	101	
TC-009	15-May	29-May	168	16417	214	102	
TC-010	15-May	29-May	170	16213	216	103	
TC-011	15-May	29-May	162	16621	206	98	
TC-012	15-May	29-May	161	16111	205	98	

Nota. Se ensayaron las probetas con código TC-007 hasta TC-012 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 99.7%.

Figura 23

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 14 días – diseño 02 con refrentado (capping).



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 85

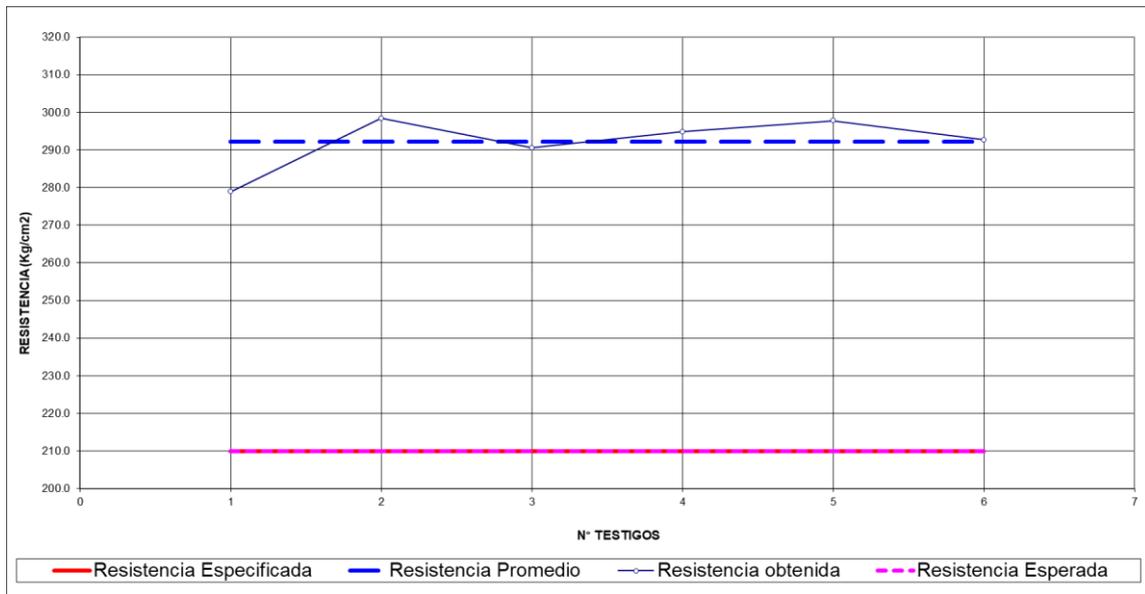
Resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con refrentado (capping).

Registro N.º	Fecha		Lectura		Resistencia Probeta (Kg/Cm2)	Resistencia Obtenida (%)	Promedio De Las 6 Probetas (%)
	Moldeo	Rotura	Kn	Kg			
TC-013	15-May	12-Jun	220	22433	279	279	139.1
TC-014	15-May	12-Jun	234	23861	298	298	
TC-015	15-May	12-Jun	228	23280	291	291	
TC-016	15-May	12-Jun	232	23667	295	295	
TC-017	15-May	12-Jun	234	23861	298	298	
TC-018	15-May	12-Jun	230	23453	293	293	

Nota. Se ensayaron las probetas con código TC-013 hasta TC-018 correspondientes al diseño 02 (con agregado triturado). Dichas probetas se ensayaron con refrentado (capping), el resultado promedio en porcentaje de los 6 testigos es 99.7%.

Figura 24

Gráfico estadístico de resistencia a la compresión a los 28 días – diseño 02 con refrentado (capping)



Fuente: Elaboración Propia.

Objetivo Especifico 05: Comparar las características físicas, mecánicas del material zarandeado y triturado.

Tabla 86

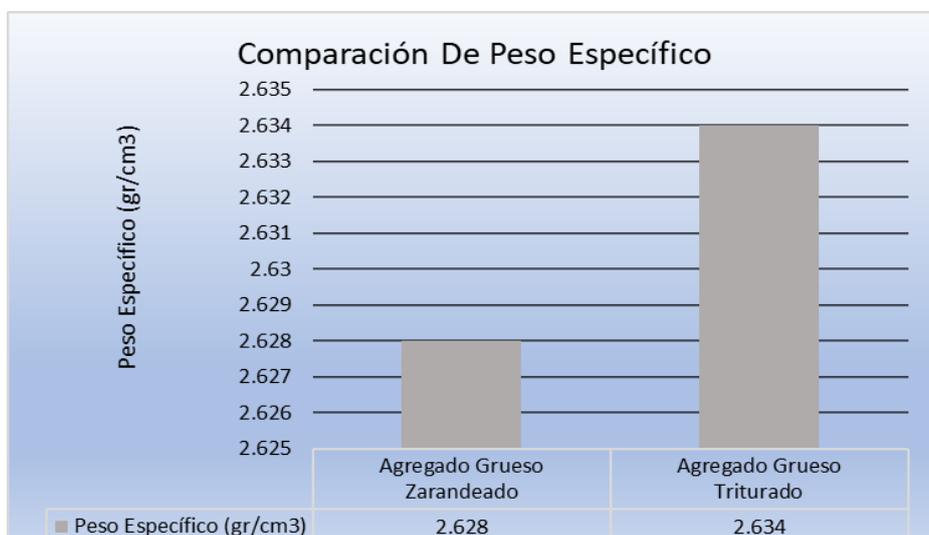
Comparación de los ensayos de los materiales zarandeado y triturado

Ensayo	Agregado grueso zarandeado	Agregado grueso triturado
Análisis granulométrico	Cumple (entra en la gradación)	No cumple (no entra en la gradación)
Peso específico (Gr/cm ³)	2.628	2.634
Absorción (%)	1.31	1.26
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1350	1511
Peso unitario varillado (kg/m ³)	1469	1663
Desgate (%)	22.1	21.1
% Partículas Chatas y Alargadas	6.1	4.6
% De sales	0.13	0.11

Nota. En la tabla 86, se muestra la relación de ensayos realizados a los agregados gruesos con sus respectivos resultados, los cuales serán comparados.

Figura 25

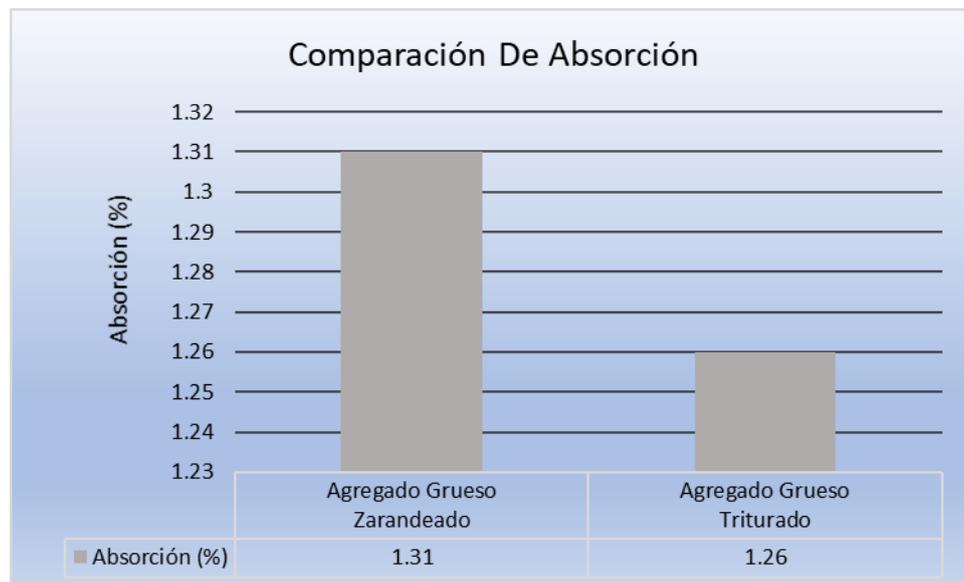
Gráfico comparativo de peso específico de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 25, se muestra la comparación de resultados obtenido en el ensayo de peso específico del agregado grueso, para el agregado grueso zarandeado se obtuvo un valor de 2.628 gr/cm³ y para el agregado grueso triturado un valor de 2.634 gr/cm³, este último presenta un mayor resultado, lo que indica una mayor densidad del material, y garantiza una mayor calidad y durabilidad.

Figura 26

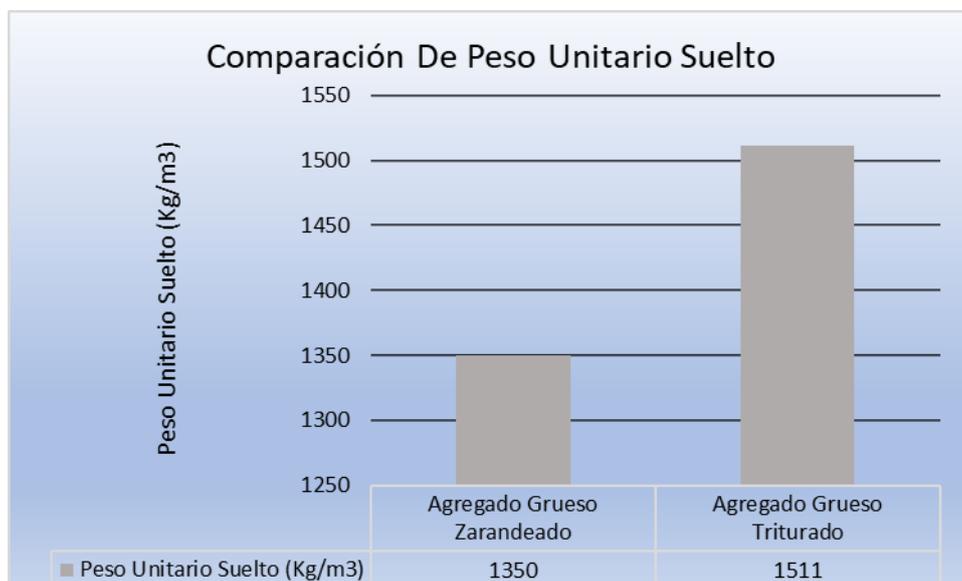
Gráfico comparativo de porcentaje de absorción de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 26, se muestra la comparación de resultados obtenido en el ensayo de absorción del agregado grueso, se puede decir que el agregado grueso tiene mejores resultados si muestra un menor porcentaje de absorción, ya que indica que el agregado grueso absorbe menos agua y esto es deseable para la mezcla. En este caso, en el agregado grueso zarandeado se obtuvo un porcentaje de 1.31 de absorción, mientras que en el agregado grueso triturado un porcentaje de 1.26 de absorción.

Figura 27

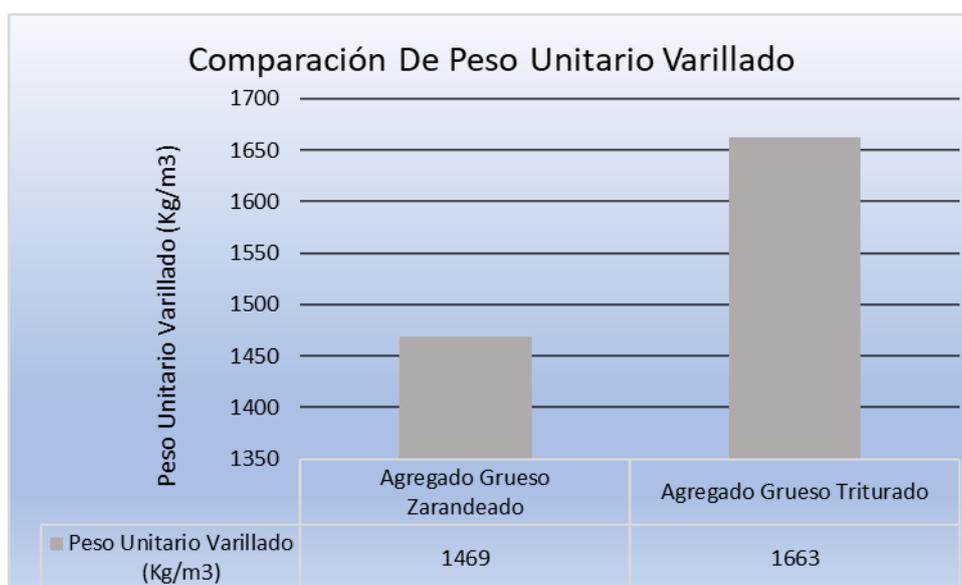
Gráfico comparativo de peso unitario suelto de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 27, se logra apreciar los resultados obtenidos en el ensayo de peso unitario suelto de ambos agregados gruesos, el agregado grueso zarandeado tiene un peso unitario de 1350 kg/m³ y el agregado grueso triturado un peso unitario de 1511 kg/cm³, al compararlo se demuestra que el agregado grueso triturado se acomoda mejor eficientemente en un volumen establecido, y refleja una menor presencia de vacíos y porosidades.

Figura 28

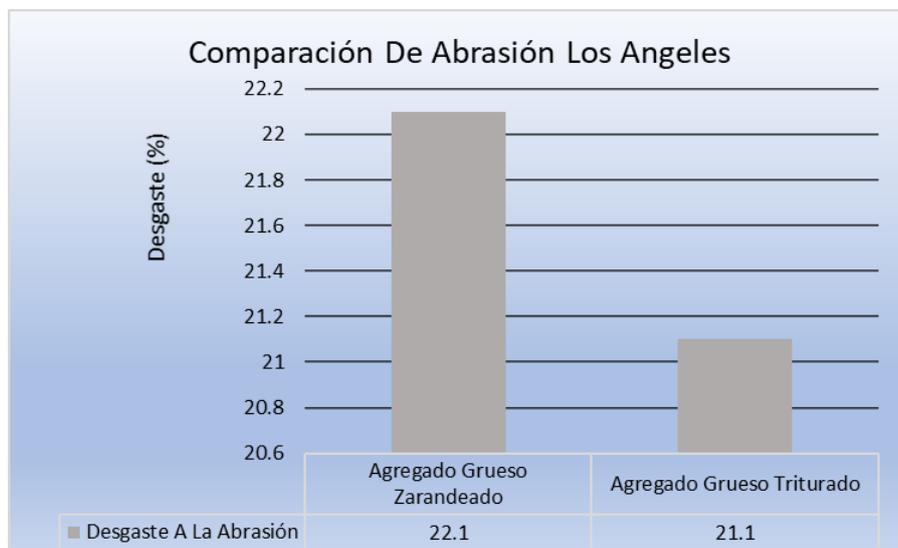
Gráfico comparativo de peso unitario varillado de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 28, se logra apreciar los resultados obtenidos en el ensayo de peso unitario compactado de dichos agregados gruesos, el agregado grueso zarandeado tiene un peso unitario compactado de 1469 kg/m³ y el agregado grueso triturado un peso unitario compactado de 1663 kg/cm³, al compararlo se demuestra que el agregado grueso triturado alcanza una mayor densidad cuando se compacta, y esto ayuda a ocupar menos espacio por una unidad de peso y proporciona una mezcla más sólida.

Figura 29

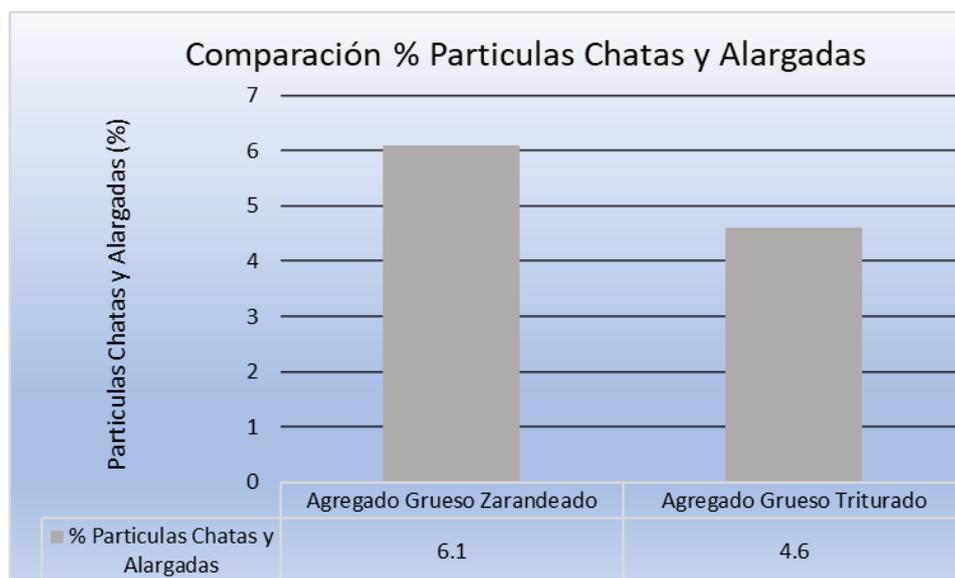
Gráfico comparativo de porcentaje de desgaste de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 29 se muestra la comparación de resultados obtenidos en el ensayo de abrasión Los Ángeles, se entiende que una grava con un menor porcentaje de desgaste es preferible debido a su mayor durabilidad, ya que presenta una mayor resistencia a la fricción y al impacto asegurando su forma y estructura a lo largo del tiempo. En este caso el agregado grueso triturado presenta un mejor porcentaje de desgaste con un 21.1% y el agregado grueso presenta un 22.1% de desgaste a la abrasión.

Figura 30

Gráfico comparativo de porcentaje de partículas chatas y alargadas de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 30 se muestra la comparación de resultados obtenidos en el ensayo de porcentaje de partículas chatas y alargadas de agregados gruesos, una grava con un menor porcentaje de estas partículas es preferible debido a su capacidad para garantizar una mejor compactación y estabilidad, un menor porcentaje de estas partículas reduce vacíos entre partículas, y así mejorando la densidad de la mezcla.

El agregado grueso zarandeado presenta un 6.1% de estas partículas mientras que el agregado grueso triturado presenta un 4.6% de estas partículas.

Figura 31

Gráfico comparativo de porcentaje de sales solubles de agregados gruesos.



Nota. En el gráfico 31 se muestra la comparación de resultados obtenidos en el ensayo de sales solubles. La presencia de sales influye mucho en el agregado grueso, ya que pueden causar problemas de durabilidad, como es la presencia de eflorescencia, asimismo puede acelerar la corrosión del acero, alterar la reactividad química y una posible expansión del concreto generando fallas estructurales.

El agregado grueso presenta un 0.13% de sales solubles y el agregado grueso triturado un 0.11% de sales solubles.

Objetivo Especifico 06: Determinar y comparar las características físicas de los diseños elaborados.

Ensayos Del Concreto En Estado Fresco

Determinación De Temperatura Del Concreto (NTP 339.184). La evaluación de la temperatura del concreto recién mezclado es esencial para supervisar y mejorar el procedimiento de mezcla, asegurar la seguridad en el lugar de construcción, ajustar las características del concreto y cumplir con las especificaciones del proyecto. Ofrece datos significativos que respaldan la toma de decisiones informadas y garantizan la excelencia y resistencia del concreto en la edificación de estructuras.

Aparatos

- Recipiente.
- Dispositivo para medición de temperatura.

Procedimiento

- La temperatura de la mezcla de concreto recién preparado puede ser evaluada tanto en el equipo de transporte como después de su descarga, siempre que el sensor del dispositivo de medición de temperatura esté rodeado por un recubrimiento de concreto de al menos 75 mm (3 pulgadas) en todas las direcciones.
- Posicionar el dispositivo de medición de temperatura dentro de la mezcla de concreto recién preparado, asegurando que el sensor esté sumergido al menos 75 mm (3 pulgadas). Rellenar los espacios vacíos generados por la colocación del dispositivo, ejerciendo una leve presión sobre el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para evitar que la temperatura del aire ambiente afecte la lectura.
- Permitir que el dispositivo medidor de temperatura permanezca inmerso en el concreto fresco por un lapso no inferior a 2 minutos, pero no exceder los 5 minutos. Posteriormente, registrar la temperatura con una precisión de 0,5 °C (1 °F) más cercano. Es importante no retirar el dispositivo del concreto durante la lectura de la temperatura.

Tabla 87*Resultados de temperatura del concreto*

Diseño	Temperatura (°C)
Diseño 01 (Material Zarandeado)	29.5°
Diseño 02 (Material Triturado)	28°

Nota. La tabla 87 muestra el ensayo de determinación de temperatura del concreto en estado fresco. El diseño 1 dio como resultado 29.5 °C, y el diseño 2 tiene como temperatura 28 °C.

Asentamiento Del Concreto (Slump) (MTC E 705, NTP339.035). La relevancia y propósito del ensayo de asentamiento del concreto radican en su capacidad para proporcionar información crítica sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto fresco, lo cual es esencial para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto en la construcción de estructuras.

Equipo Y Materiales

- Cono de abrams
- Varilla compactadora: Material acero liso, de 5/8" de diámetro.
- Cucharon
- Wincha
- Plancha metálica

Procedimiento

- Se humedece el molde y la plancha metálica horizontal, rígida y no absorbente. Se sostiene de manera firme con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una representando aproximadamente un tercio del volumen total del molde.
- Cada estrato debe compactarse mediante 25 golpes de la varilla, distribuidos de manera uniforme en toda su sección transversal. Para la capa inferior, se requiere inclinar suavemente la varilla, aplicando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del borde y avanzando con golpes verticales en una disposición espiral hacia el centro. La capa inferior se compacta en su totalidad, mientras que las capas intermedia y superior se compactan en sus respectivos espesores,

permitiendo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

- Al llenar la capa superior, se recomienda apilar concreto sobre el molde antes de compactar. En caso de que el nivel se asiente por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para mantener siempre una presencia continua de concreto sobre el molde. Después de compactar la última capa, es esencial nivelar la superficie del concreto. La retirada del molde debe realizarse con precaución, elevándolo en posición vertical.

Es necesario retirar el concreto alrededor de la base del cono para evitar interferencias con el proceso de asentamiento. El levantamiento del molde debe llevarse a cabo en aproximadamente 5 ± 2 segundos, realizando un movimiento uniforme hacia arriba y evitando movimientos laterales o torsiones en el concreto.

La operación completa, desde el inicio del llenado del molde hasta su retirada, debe ejecutarse de manera continua en un tiempo máximo de 2 minutos y 30 segundos. El ensayo de asentamiento debe comenzar a más tardar 5 minutos después de haber tomado la muestra.

- Inmediatamente después, se realiza la medición del asentamiento al determinar la disparidad entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Tabla 88

Resultados del ensayo de asentamiento del concreto.

Diseño	Slump (Pulg)
Diseño 01 (Agregado Grueso Zarandeado)	4
Diseño 02 (Agregado Grueso Triturado)	3 1/4

Nota. La tabla 88 muestra el ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco, al comparar dichos resultados, el diseño 2 dio como resultado menor al diseño 1, lo que significa que el agregado grueso zarandeado necesita menos agua que el agregado grueso triturado.

Comparación De Resistencia A Compresión – Diseño 01

Tabla 89

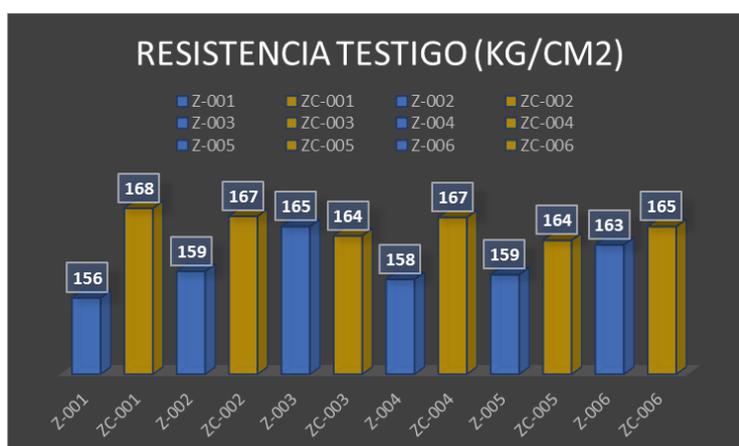
Comparación de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 01.

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro N.º	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro nº	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 01 (7 días)	Z-001	156	74	ZC-001	168	80
	Z-002	159	76	ZC-002	167	79
	Z-003	165	79	ZC-003	164	78
	Z-004	158	75	ZC-004	167	79
	Z-005	159	76	ZC-005	164	78
	Z-006	163	78	ZC-006	165	79
Promedio		160	76		166	79

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 32

Gráfico comparativo de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 01.



Nota. En la tabla 89 se muestran los resultados de la resistencia obtenida en el diseño 01 a una edad de 7 días, los resultados mostrados son los que se

obtuvieron al ensayar con almohadillas de neopreno y con refrentado (capping). Dichos resultados se plasman en el grafico 32. Al compararlos existe una pequeña variación obteniendo un mejor resultado al ensayar las probetas haciendo un refrentado (capping).

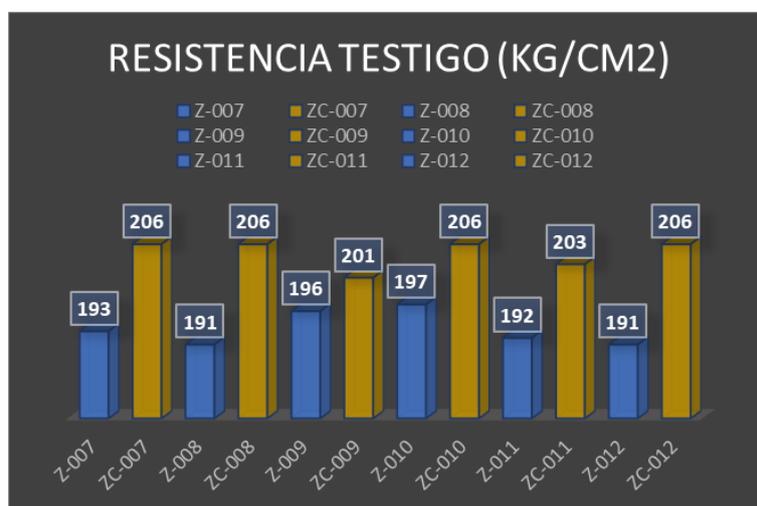
Tabla 90

Comparación de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 01.

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro nº	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro nº	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 01 (14 días)	Z-007	193	92	ZC-007	206	98
	Z-008	191	91	ZC-008	206	98
	Z-009	196	90	ZC-009	201	96
	Z-010	197	94	ZC-010	206	98
	Z-011	192	91	ZC-011	203	97
	Z-012	191	91	ZC-012	206	98
Promedio		193	91.4		205	97.5

Figura 33

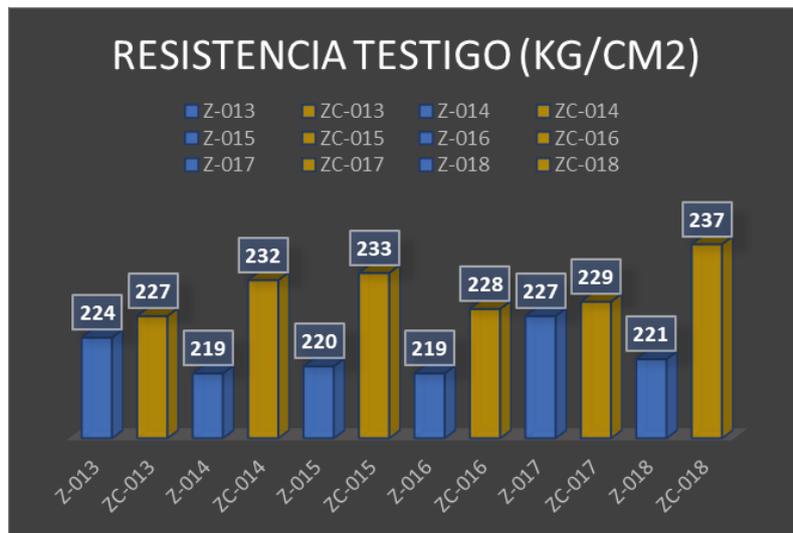
Gráfico comparativo de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 01.



Nota. En la tabla 90 se muestran los resultados de la resistencia obtenida en el diseño 01 a una edad de 14 días, los resultados mostrados son los que se obtuvieron al ensayar con almohadillas de neopreno y con refrentado (capping). Dichos resultados se plasman en el gráfico 33. A los 14 días, al ensayar las probetas con almohadillas de neopreno se obtiene un porcentaje de resistencia promedio de 91.4%, mientras que con refrentado (capping) se obtiene un resultado de 97.5%. Existe una variación de 12 kg/cm³ de promedio.

Tabla 91*Comparación de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 01.*

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 01 (28 días)	Z-013	224	107	ZC-013	227	108
	Z-014	219	104	ZC-014	232	110
	Z-015	220	105	ZC-015	233	111
	Z-016	219	104	ZC-016	228	108
	Z-017	227	108	ZC-017	229	109
	Z-018	221	105	ZC-018	237	113
Promedio		222	105.6		231	109.9

Figura 34*Gráfico comparativo de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 01.*

Nota. En el gráfico 34, se muestra los resultados obtenidos al ensayar las probetas del diseño 01 a los 28 días con diferente tipo de refrentado.

Con almohadilla de neopreno a los 28 días se obtuvo un 105.6% de resistencia mientras que con refrentado (capping) se obtuvo un 109.9% de resistencia.

Comparación De Resistencia A Compresión – Diseño 02

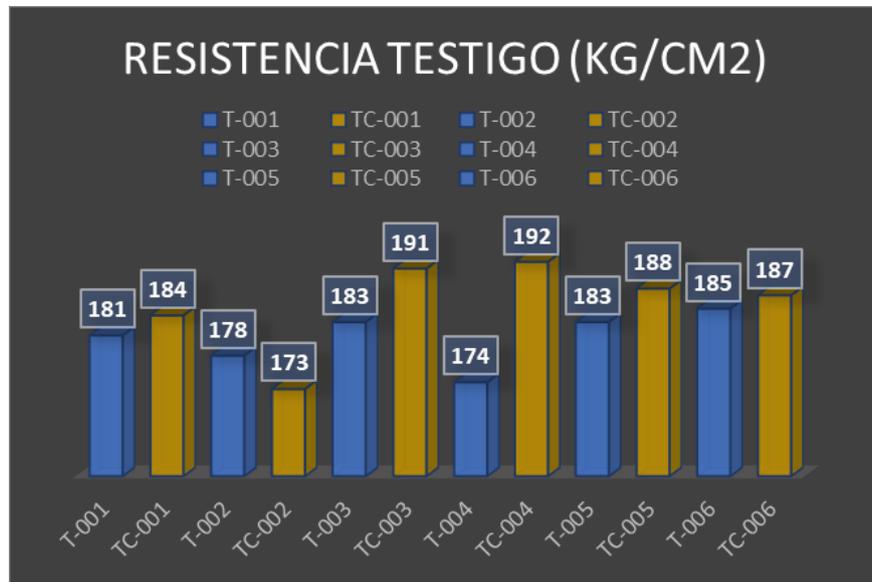
Tabla 92

Comparación de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 02.

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro nº	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro nº	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 02 (7 días)	T-001	181	86	TC-001	184	87
	T-002	178	84	TC-002	173	83
	T-003	183	87	TC-003	191	91
	T-004	174	83	TC-004	192	92
	T-005	183	87	TC-005	188	89
	T-006	185	88	TC-006	187	89
Promedio		180	85.9		186	88.5

Figura 35

Gráfico comparativo de resistencia a 7 días según el tipo de refrentado - diseño 02.



Nota. En la tabla 92 se muestran los resultados de la resistencia obtenida en el diseño 02 a una edad de 7 días, los resultados mostrados son los que se obtuvieron al ensayar con almohadillas de neopreno y con refrentado (capping). Dichos resultados se plasman en el gráfico 35. Al compararlos existe una pequeña variación obteniendo un mejor resultado al ensayar las probetas haciendo un refrentado (capping).

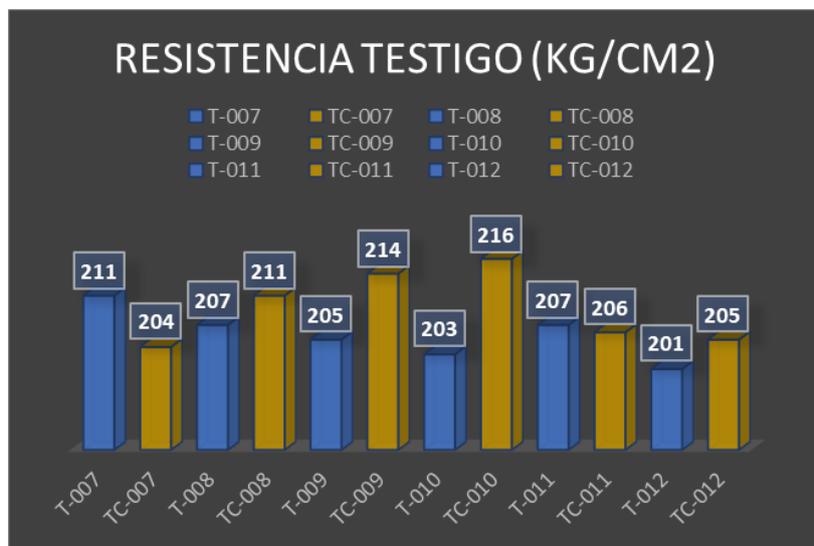
Tabla 93

Comparación de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 02.

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 02 (14 días)	T-007	211	101	TC-007	204	97
	T-008	207	98	TC-008	211	101
	T-009	205	98	TC-009	214	102
	T-010	203	97	TC-010	216	103
	T-011	207	99	TC-011	206	98
	T-012	201	96	TC-012	205	98
Promedio		206	97.9		209	99.7

Figura 36

Gráfico comparativo de resistencia a 14 días según el tipo de refrentado - diseño 02.



Nota. En la tabla 93 como en la figura 36 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto con diferente tipo de refrentado, al analizar estos resultados se puede distinguir un mejor resultado cuando se ensaya con refrentado (capping), sin embargo, la diferencia entre resultados no es abrumador, ya que con almohadilla de neopreno se obtiene una resistencia promedio de 206 kg/cm³ y con refrentado capping una resistencia promedio de 209 kg/cm³.

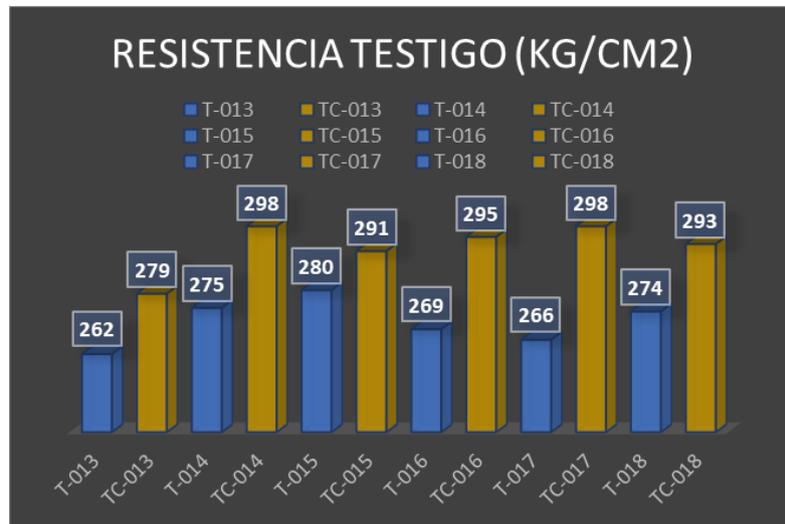
Tabla 94

Comparación de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 02.

Tipo De Refrentado	Almohadillas De Neopreno			Mortero De Azufre (Capping)		
	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido	Registro n°	Resist. (kg/cm ²)	% Resist. Obtenido
Diseño 02 (28 días)	T-013	262	125	TC-013	279	133
	T-014	275	131	TC-014	298	142
	T-015	280	133	TC-015	291	138
	T-016	269	128	TC-016	295	140
	T-017	266	127	TC-017	298	142
	T-018	274	130	TC-018	293	139
Promedio		271	129.1		292	139.1

Figura 37

Gráfico comparativo de resistencia a 28 días según el tipo de refrentado - diseño 02.



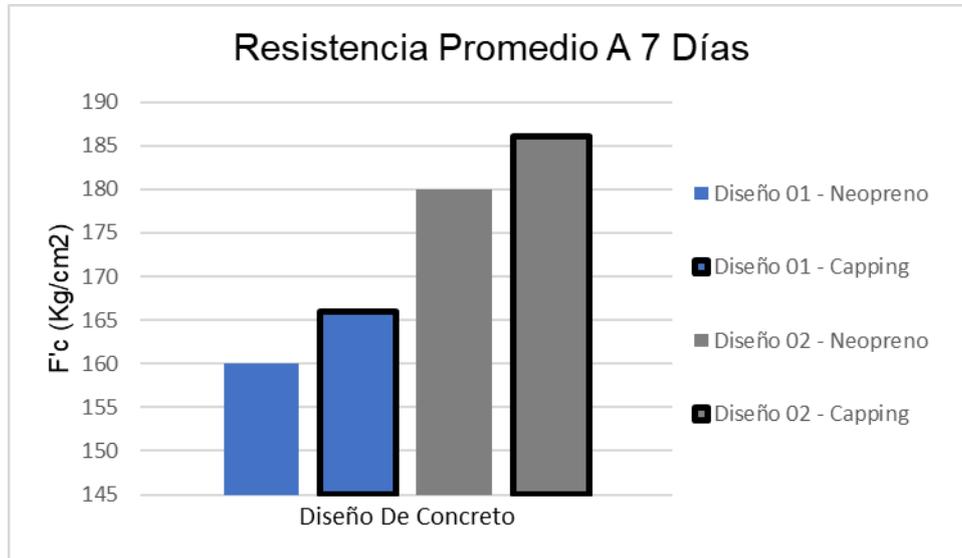
Nota. Al ensayar las probetas del diseño 02 a una edad de 28 días se obtienen los resultados descritos en la tabla 94 y plasmados en el gráfico 37.

Con almohadillas de neopreno se obtuvo una resistencia promedio de 271 kg/cm³ y refrentado capping se obtuvo una resistencia promedio de 292 kg/cm³. Dichos resultados logran alcanzar el 100% de resistencia, sin embargo, existen una variación ya que se obtuvo mejores resultados con refrentado (capping).

Comparación De Resistencia A Compresión De Diseño 01 - 02.

Figura 38

Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 7 días.

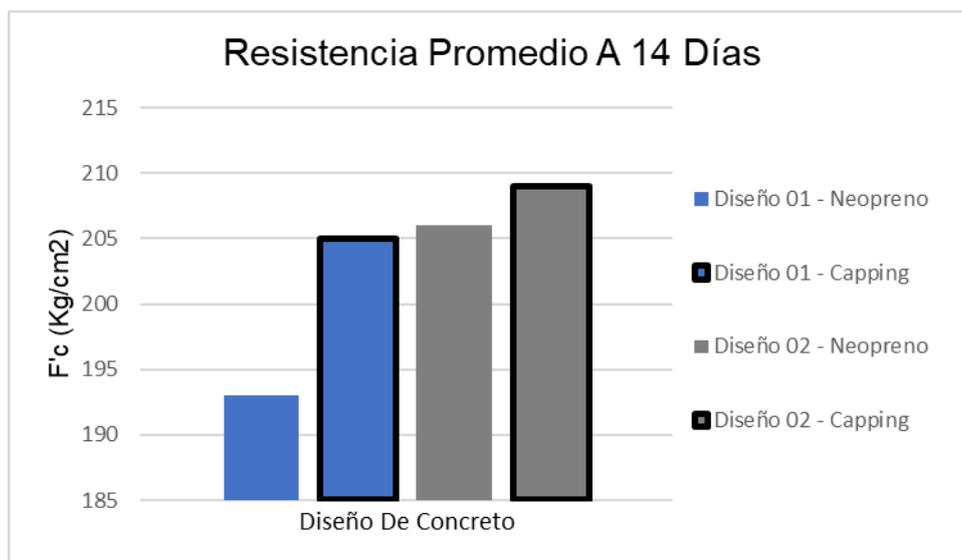


Nota. En el gráfico 38, se muestra una comparación de resistencia entre el diseño 01 y diseño 02 con diferente tipo de refrentado.

A los 7 días, se obtiene una mayor resistencia en el diseño 02, asimismo los valores con refrentado de capping son mayores que los valores obtenidos con almohadillas de neopreno.

Figura 39

Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 14 días.



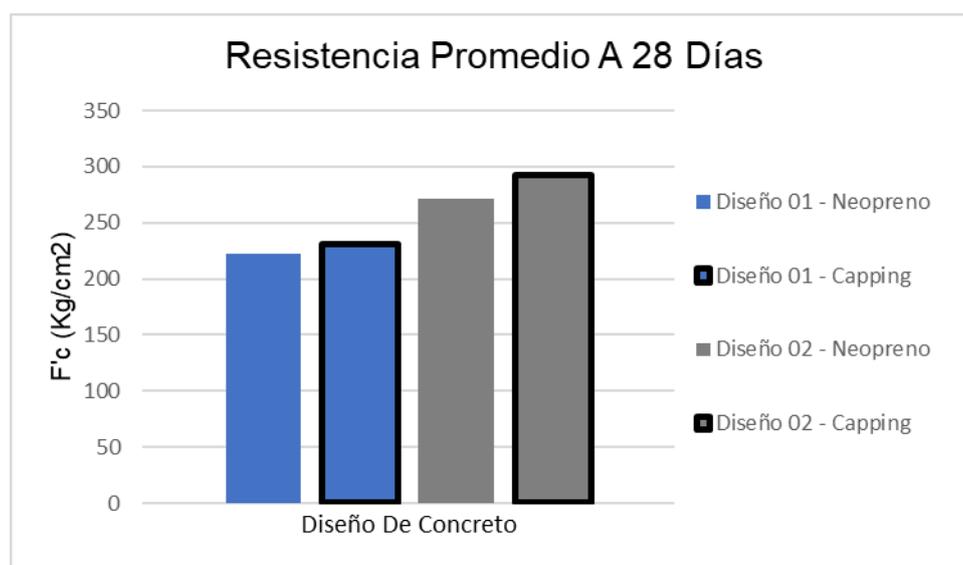
Fuente: Elaboración Propia.

Nota. En el gráfico 39, se muestra la resistencia obtenida a los 14 días de los diferentes diseños (diseño 01 y diseño 02) con sus respectivos tipos de refrentado.

A los 14 días, en ambos diseños se obtiene un resultado positivo, sin embargo, la resistencia es la más alta en el diseño 02. Asimismo, con el refrentado (capping) se obtuvieron mayores resultados que al usar almohadillas de neopreno.

Figura 40

Gráfico comparativo de resistencia de diseño 01 - 02 a 28 días.



Nota. En el gráfico 40 se muestra una comparación de resistencia a la compresión del concreto de dichos diseños, a los 28 días los dos diseños llegan a alcanzar más del 100% de resistencia esperada.

El diseño 02 es más favorable, ya que se obtiene mejores resultados, y al momento de ensayar las probetas con refrentado (capping) se obtiene mayores resultados que al ensayar con almohadillas de neopreno.

4.2. Docimasia De Hipótesis

Según los resultados obtenidos de los dos diseños de mezcla de concreto $F'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado.

Hay suficiente evidencia para concluir que el diseño de mezcla de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado cumple con la resistencia mínima requerida al ensayarlo con refrentado (Capping).

V. Discusión De Los Resultados.

La presente investigación tuvo como objetivo o finalidad principal comparar las resistencia de un diseño de concreto $f'c$ 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado, se realizaron dos diseños de concreto con resistencia mínima requerida de 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado, de estos diseños se elaboraron probetas o testigos de concreto como muestra a utilizar para el ensayo de resistencia a compresión del concreto, haberse completado y logrado dicho objetivo, se obtuvieron resultados positivos.

Dichos resultados sirven como partida para ser comparados y debatidos con los antecedentes de referencia que se tiene.

Con respecto al objetivo específico N° 01: Determinar las características físicas – mecánicas de los materiales provenientes de la cantera Santa Cruz y cantera Armando Zapata.

Tabla 95

Resumen de ensayos de laboratorio del agregado fino - cantera Santa Cruz.

Agregado fino (arena zarandeada)					
ensayo	Norma	U.M	Resultado	Requisitos	Observación
análisis granulométrico	NTP. 400.037	-	Gradación	Gradación	No cumple
módulo de finura	NTP. 400.012	-	3.29	2.3 - 3.1	No cumple
peso unitario suelto	NTP. 400.017	Kg/m ³	1630 kg/m ³	-	-
peso unitario compactado	NTP. 400.017	Kg/m ³	1721 kg/m ³	-	-
gravedad específica	NTP. 400.022 / 400.021	gr/m ³	2.613	-	-
Absorción	NTP. 400.022 / 400.021	%	1.32%	4% máx.	Cumple

contenido de humedad	NTP. 339.185	%	2.00%	< 5%	Cumple
equivalente de arena	NTP. 339.146	%	85.00%	> 65%	Cumple
contenido de sales solubles	NTP. 339.152	%	0.12%	< 0.15%	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 96

Resumen de ensayos de laboratorio del agregado grueso - cantera Santa Cruz.

Agregado grueso (material zarandeado)					
ensayo	Norma	U.M	Resultado	Requisitos	Observación
análisis granulométrico	NTP. 400.037	-	Gradación	Gradación Huso AG-2	Cumple
módulo de finura	NTP. 400.012	-	6.475	-	-
peso unitario suelto	NTP. 400.017	Kg/m3	1350 kg/m3	-	-
peso unitario compactado	NTP. 400.017	Kg/m3	1469 kg/m3	-	-
gravedad específica	NTP. 400.022 / NTP. 400.021	gr/m3	2.628 gr/cm3	-	-
absorción	NTP. 400.022 / NTP. 400.021	%	1.31%	-	-
contenido de humedad	NTP. 339.185	%	1.50%	< 5%	Cumple
abrasión los ángeles	NTP. 400.019	%	22.10%	< 40%	Cumple
porcentaje de partículas fracturadas (una cara)	MTC E 210	%	30.20%	>60%	No cumple

porcentaje de partículas fracturadas (dos cara)	MTC E 210	%	22.80%	-	
porcentaje de partículas chatas y alargadas	NTP 400.040	%	6.10%	< 10%	Cumple
contenido de sales solubles	NTP. 339.152	%	0.13%	< 0.15%	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 97

Resumen de ensayos de laboratorio del agregado grueso - cantera Armando Zapata

Agregado grueso (material triturado)					
Ensayo	Norma	U.M	Resultado	Requisitos	Observación
Análisis granulométrico	NTP. 400.037	-	Gradación	Gradación huso ag-2	No cumple
Módulo de Finura	NTP. 400.012	-		-	-
Peso Unitario suelto	NTP. 400.017	Kg/m3	1511 kg/m3	-	-
Peso Unitario compactado	NTP. 400.017	Kg/m3	1663 kg/m3	-	-
Gravedad específica	NTP. 400.022 / NTP. 400.021	gr/m3	2.634 gr/cm3	-	-
Absorción	NTP. 400.022 / NTP. 400.021	%	1.26%	-	-

Contenido de Humedad	NTP. 339.185	%	1.50%	< 5%	Cumple
Abrasión los Ángeles	NTP. 400.019	%	21.10%	< 40%	Cumple
Porcentaje de partículas fracturadas (una cara)	MTC E 210	%	85.50%	>60%	Cumple
Porcentaje de partículas fracturadas (dos cara)	MTC E 210	%	77.80%	-	-
Porcentaje de partículas chatas y alargadas	NTP 400.040	%	4.60%	< 10%	Cumple
Contenido de sales solubles	NTP. 339.152	%	0.11%	< 0.15%	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

El primer objetivo específico fue determinar las características físicas – mecánicas de los materiales provenientes de la cantera Santa Cruz y cantera Armando Zapata, lo cual se logró exitosamente mediante ensayos de laboratorio de suelos. Las tablas 95, 96 y 97 resumen los resultados de estos ensayos, mostrando que los materiales extraídos de las canteras de Santa Cruz y Armando Zapata presentan características físicas y mecánicas óptimas para su uso en la elaboración de un diseño de mezcla de concreto. Sin embargo, el agregado fino y el material triturado no cumplen con la degradación especificada en la norma NTP 400.037. A pesar de esto, las demás especificaciones y requisitos de calidad sí se cumplieron. Ante esta observación, se optó por utilizar el método de Fuller para la elaboración del diseño de mezcla, ya que este método es válido cuando los agregados no cumplen con la degradación especificada.

La investigación de More y Navarro (2022), titulada "Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborados con agregado grueso zarandeado y chancado", tiene como primer objetivo específico

determinar las características de los agregados. En este sentido, se sometieron a análisis en un laboratorio de suelos los agregados de arena, piedra chancada y piedra zarandeada, con el fin de evaluar su calidad, en lo que se refiere al ensayo análisis granulométrico por tamizado según la norma técnica peruana NTP 400.037, los tres agregados cumplen con su degradación ya que se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos permitidos. Asimismo, los resultados obtenidos fueron positivos en la totalidad de los ensayos, lo que permite catalogarlos como óptimos para la elaboración de un diseño de mezcla.

Por lo tanto, se puede decir que ambas tesis presentan objetivos similares, y se destaca la importancia de evaluar las características de los agregados para garantizar la calidad de un buen diseño de concreto. Sin embargo, en el tema del ensayos análisis granulométrico por tamizado existe una discrepancia entre ambas tesis, esto se debe a que las canteras evaluadas son muy diferentes en términos de localidad y geología, lo que afecta en los resultados de los ensayos, no obstante se concluye que los agregados son de buena calidad con algunas limitaciones.

Con respecto al objetivo específico N° 02: Realizar el diseño de mezcla utilizando el material zarandeado.

Tabla 98

Pesos de los elementos en el diseño 01

Pesos De Los Elementos kg/m ³ De Mezcla		
Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	370.4	370.4
Agr. Fino	775.4	790.9
Agr. Grueso	953.1	967.4
Agua	203	195.9
Colada (kg/m ³)	2301.9	2324.6

Fuente: Elaboración Propia.

El segundo objetivo específico consiste en realizar el diseño de mezcla utilizando el material zarandeado. Después de analizar los agregados de la cantera Santa Cruz se procedió a realizar el diseño de mezcla de concreto.

Este diseño denominado “diseño 01”, debido a que el agregado fino no cumple con la degradación establecida, se utilizó el método de Fuller para este

diseño. En la tabla número 98 se presentan los pesos secos y corregidos de los componentes de la mezcla en unidades de kg/cm³, incluyendo cemento, agregado fino y agregado grueso (material zarandeado).

Lozano y Palacios (2023) en su trabajo de investigación titulado: “Correlación de la resistencia a la compresión del concreto producido con agregado zarandeado y chancado evaluado en testigos cilíndricos y cúbicos, Trujillo” uno de sus objetivos específicos es realizar el diseño de mezcla para un concreto de $f'c=21$ Mpa por cada tipo de agregado grueso. En su diseño de mezcla donde tiene participación el agregado grueso zarandeado el peso de cemento es 367 kg/m³, agua 208 kg/m³, agregado grueso 1131 kg/m³ y agregado fino 490 kg/cm³.

Al discutir entre los diseños de mezcla de concreto realizados en la presente investigación y el trabajo de Lozano y Palacios (2023) revela diferencias significativas en los pesos y participación de los componentes, a pesar de que ambos diseños buscan alcanzar una resistencia característica ($f'c$) similar. Estas diferencias se deben a las distintas características físicas y mecánicas de los agregados utilizados, así como a los métodos de diseño y los materiales empleados.

En particular, el diseño 1 de la presente investigación utiliza el método de Fuller, mientras que el diseño de Lozano y Palacios emplea el método ACI. Además, el tipo de cemento utilizado es diferente (Tipo I en el diseño 01 y Tipo MS en el trabajo de Lozano y Palacios). La relación agua-cemento también varía ligeramente (0.55 en la presente investigación y 0.57 en el trabajo de Lozano y Palacios).

Aunque el aire incorporado es el único valor común entre los dos diseños (2%), los pesos y participación del agregado fino y grueso difieren significativamente. Estas variaciones pueden afectar la resistencia y el comportamiento del concreto, por lo que es fundamental realizar ensayos de resistencia a la compresión y slump para evaluar la validez de los diseños.

Con respecto al objetivo específico N° 03: Realizar el diseño de mezcla utilizando el material triturado.

Tabla 99

Pesos de los elementos en el diseño 02

Pesos De Los Elementos kg/m ³ De Mezcla		
Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	370.4	370.4
Agr. Fino	775.4	790.9
Agr. Grueso	955.3	965.8
Agua	203	199.3
Colada (kg/m ³)	2304.1	2326.3

Fuente: Elaboración Propia.

El segundo objetivo específico consiste en realizar el diseño de mezcla utilizando el material triturado, en este diseño de utilizo la misma cantidad de agua, cemento, y el mismo porcentaje de agregado fino y grueso que se utilizó en el diseño 01, de esta manera, se puede evaluar el efecto del cambio de material (de zarandeado a triturado) en la mezcla de concreto. En la tabla 99 se presentan los pesos de cada componente del diseño de mezcla número 02, expresados en unidades de kg/m³.

Lozano y Palacios (2023) en su trabajo de investigación titulado: “Correlación de la resistencia a la compresión del concreto producido con agregado zarandeado y chancado evaluado en testigos cilíndricos y cúbicos, Trujillo” uno de sus objetivos específicos es realizar el diseño de mezcla para un concreto de $f'c=21$ Mpa por cada tipo de agregado grueso. En su diseño de mezcla donde tiene participación el agregado grueso zarandeado el peso de cemento es 367 kg/m³, agua 215 kg/m³, agregado grueso 1068 kg/m³ y agregado fino 578 kg/cm³.

La investigación de Lozano y Palacios utiliza el método ACI para diseñar la mezcla, mientras que la presente investigación emplea el método Fuller. Esto puede explicar algunas de las variaciones en los pesos de los componentes.

Además, la presente investigación optó por mantener constantes la cantidad de agua, cemento y el porcentaje de agregado fino y grueso del diseño 01 para facilitar la comparación con el diseño 02, que utiliza material triturado en

lugar de zarandeado. Sin embargo, los datos de Lozano y Palacios muestran diferencias significativas en los pesos de los componentes, lo que sugiere que la elección del método y los materiales puede tener un impacto significativo en el diseño de la mezcla.

Con respecto al objetivo específico N° 04: Determinar la resistencia a la compresión usando refrentado (Capping) y cabezales con almohadillas de neopreno a las probetas ensayados de los diferentes diseños.

Tabla 100

Resumen de resistencias a la compresión - diseño 01 y diseño 02

Diseño de mezcla de concreto	Edad	Resistencia promedio a la compresión (Kg/Cm ²)	
		Almohadillas De Neopreno	Refrentado (Capping)
		Diseño 01	7 días
Diseño 02	7 días	180	186
Diseño 01	14 días	193	205
Diseño 02	14 días	206	209
Diseño 01	28 días	222	231
Diseño 02	28 días	271	292

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 100 se muestra las resistencias a la compresión del concreto de los diseños 01 y diseño 02 obtenidas a diferentes edades y con los diferentes tipos de refrentado. Dichos resultados son sustento para la discusión del objetivo específico N° 04 enfocado en la resistencia a la compresión del concreto.

Contreras y Erazo (2019) en su trabajo de investigación denominado “Influencia de almohadillas de neopreno en prueba de resistencia a la compresión del hormigón”. Comprende en ensayar los cilindros del concreto sometiendo a una rotura para determinar la resistencia a la compresión con almohadillas de neopreno y un refrentado de mortero de azufre para así comparar los resultados y obtener la posible variación para determinar una influencia.

Se ensayaron 30 muestras de concreto, las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión. Los resultados oscilan en una diferencia

de 6 a 10 MPa, siendo mayores los resultados obtenidos al ensayar con almohadillas de neopreno.

Hay una variación entre resultados, las resistencias donde se usaron las almohadillas de neopreno tienen una variación de 1.4 en comparación de las resistencias sometidas donde se utilizó el refrentado de mortero con azufre.

La presente investigación obtiene una variación similar, no tan alta entre estos dos tipos de refrentado, pero las resistencias con almohadillas de neopreno fueron menores a las resistencias obtenidas con mortero de azufre. Esta disconformidad se puede fundamentar por diferentes factores, como la mala práctica del refrentado con mortero de azufre al no lograr la uniformidad para las cargas sometidas.

Por otro lado, el estado de las almohadillas es importante ya que se debe hacer una verificación, ya que un daño o irregularidad afectan en la distribución de la carga. La flexibilidad del neopreno puede afectar en la distribución de carga de manera diferente en comparación con el mortero de azufre.

Con respecto al objetivo específico N° 05: Comparar las características físicas, mecánicas del material zarandeado y triturado.

En la tabla número 86 “Comparación De Los Ensayos De Los Materiales Zarandeado y Triturado”, se muestra la relación de ensayos realizados a los materiales zarandeados y triturados con sus respectivos resultados, los cuales son comparados.

En la investigación de Aguirre y Vargas (2021) denominada “Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo 2021”,

Su trabajo consiste en elaborar mezclas de hormigón con diferentes agregados gruesos (triturado y zarandeado), utilizando la misma arena para sus diseños y variando su relación agua – cemento de 0.50, 0.55 y 0.60 para obtener hormigones con una resistencia igual a 21MPa.

Con respecto a los agregados gruesos (zarandeado y chancado) en la tesis de Aguirre y Vargas al comparar sus características físicas – mecánicas, coinciden con esta investigación, ya que el agregado chancado o triturado presenta mejores características que el agregado zarandeado.

Con respecto al objetivo específico N° 06: Determinar y comparar las características físicas de los diseños elaborados.

Tabla 101

Resumen de las características físicas del diseño 01 y diseño 02.

Diseño	Temperatura (°C)	Slump (Pulg)
Diseño 01 (Material Zarandeado)	29.5°	4
Diseño 02 (Material Triturado)	28°	3 1/4

Fuente: Elaboración Propia.

El sexto objetivo específico consiste en determinar y comparar las características físicas de los diseños elaborados (diseño 01 y diseño 02). Para lograr esto, se realizaron ensayos de concreto fresco, específicamente la medición de temperatura y la prueba de consistencia. Estos ensayos son cruciales, ya que la temperatura juega un papel fundamental durante el vaciado, y debe mantenerse por debajo de 32 °C. La prueba de consistencia, por otro lado, permite evaluar la trabajabilidad del concreto y determinar si es necesario ajustar la cantidad de agua.

Lozano y Palacios (2023) en su trabajo de investigación titulado: “Correlación de la resistencia a la compresión del concreto producido con agregado zarandeado y chancado evaluado en testigos cilíndricos y cúbicos, Trujillo”, realizaron los mismos ensayos para los diseños elaborados tanto con material zarandeado y triturado.

En lo que respecta al diseño con material zarandeado tiene un temperatura de 26.5 °C y un asentamiento (slump) de 4 ½ pulg, y el diseño con material triturado tiene una temperatura de 26 °C y un asentamiento (slump) 4 ½ pulg.

La investigación de Lozano y Palacios (2023) y la presente investigación comparten objetivos similares en cuanto a la evaluación de las características físicas de los diseños de concreto. Ambas investigaciones realizaron ensayos de concreto fresco, incluyendo la medición de temperatura y la prueba de consistencia (slump).

Sin embargo, los resultados obtenidos presentan algunas diferencias. La temperatura y el slump varían, en el tema de temperatura se debe a factores como la hora y localidad del vaciado, sin embargo los diseños de la presente investigación y los diseños elaborados por Lozano y Palacios se encuentran por debajo del límite permitido.

El slump, por otro lado, presenta valores similares en ambos estudios, esta diferencia de resultados se debe a los valores de dosificación, además de la variación de absorción y contenido de humedad de los agregados.

Conclusiones

Después de llevar a cabo los procedimientos correspondientes de las metodologías empleadas y analizar de manera adecuada los datos recopilados en la presente investigación, se puede llegar a la conclusión de que.

- Para la obtención y muestreo de los agregados utilizados en dicha investigación se utilizaron las canteras Santa Cruz y Armando Zapata, luego de determinar las características físicas – mecánicas de sus materiales, con respecto al ensayo granulométrico por tamizado de los agregados gruesos, el agregado grueso zarandeado si entra en la gradación, por otro lado, el agregado grueso triturado presenta una mala gradación y no cumple con los requisitos mínimos establecidos en la norma correspondiente.

Sin embargo, en los otros ensayos indispensables para la aceptación para su uso en el concreto, estos agregados gruesos si cumplen, como su buena calidad y resistencia al desgaste.

Por otro lado, el agregado fino no cumple con la gradación requerida, además el módulo de fineza es muy alto y excede en el rango permitido.

- Ante la situación problemática de los agregados, se optó por utilizar el método de Fuller para la realización del diseño de mezcla, asimismo se determinó el volumen de la pasta y agregados para el diseño 01 (con material zarandeado)
- Por temas de comparación se usaron los mismos valores de componentes para el diseño 02 (con material triturado), es decir misma cantidad de agua, cemento y el porcentaje de participación de agregados.
- Con respecto al tema de resistencia a la compresión, se ensayaron las probetas con dos tipos de refrentado, con mortero de azufre y almohadillas de neopreno.

Con mortero de azufre las resistencias promedio para el diseño 01 fueron 166 kg/cm², 205 kg/cm² y 231 kg/cm² a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. Para el diseño 02 las resistencias promedio fueron 186 kg/cm², 209 kg/cm² y 292 kg/cm² a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Por otro lado, con almohadillas de neopreno las resistencias promedio para el diseño 01 fueron 160 kg/cm², 192 kg/cm² y 222 kg/cm² a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. Para el diseño 02 las resistencias promedio fueron 180 kg/cm², 206 kg/cm² y 271 kg/cm² a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Se puede concluir que existe una variabilidad en los resultados con mortero de azufre y almohadillas de neopreno, se obtiene un valor mayor con mortero de azufre, ya que el mortero de azufre proporciona una capa de soporte uniforme y estable en la parte superior e inferior en la probeta de concreto, permitiendo una carga uniforme y libre de irregularidades.

- Con respecto, a las características físicas – mecánicas del material zarandeado y triturado, al comparar los dos tipos de materiales, los ensayos de laboratorio indicaron que el material triturado ofrece mejores resultados en termino de calidad y rendimiento. Sin embargo, no debe ser descartado el uso del material zarandeado, ya que sus resultados también cumplen con los límites establecidos por las normativas vigentes. Por lo tanto, ambos agregados son viables para su uso de producción de concreto, permitiendo flexibilidad del material según las necesidades específicas.
- Al comparar las características físicas de los diseños, la temperatura de ambos diseños se encuentra por debajo del límite. En lo que respecta al asentamiento, ambos diseños se encuentran dentro del rango de asentamiento propuesto al momento de diseñar, con la cantidad de agua propuesta el diseño 01 mostro mayor trabajabilidad. Asimismo, el diseño 01 logra alcanzar la resistencia mínima requerida, pero al comparar los resultados de resistencia a compresión el diseño 02 presenta resultados mayores al diseño 01 con cualquier tipo de refrentado, lo que significa que el agregado grueso triturado garantiza mejor calidad y resistencia que el agregado grueso zarandeado, no obstante, en caso de que sea imposible su obtención se puede optar el uso del agregado zarandeado.

Recomendaciones

- Cuando se utilicen estos agregados para diseño de mezcla de concreto, se recomienda un control estricto desde el muestreo, transporte, colocación y dosificación. Es muy importante realizar los ensayos respectivos para garantizar un concreto de buena calidad.
- Se recomienda verificar el estado de los equipos, aparatos, material a utilizar para la realización de los ensayos de agregados y concreto, para el mezclado y elaboración de probetas, asimismo es indispensable la calibración de estos equipos, principalmente la prensa de concreto.
- Como la variación de resultados entre almohadillas de neopreno y refrentado (capping) no es significativa, se recomienda por ahorro económico, tiempo y cuidado del medio ambiente se puede utilizar las almohadillas de neopreno mientras la probeta no presente ninguna irregularidad, asimismo, se recomienda el equipo de protección y seguridad al usar el azufre para el refrentado.
- Para obras ingenieriles, si la adquisición de agregado grueso triturado es difícil de obtener o su producción es escasa, se recomienda usar el agregado grueso zarandeado con la condición de tener un control exhaustivo.
- Se recomienda mantener la temperatura del concreto fresco por debajo de 32 °C y realizar medidas constantemente, mientras que para el asentamiento (slump), es importante mantenerlo dentro del rango propuesto en el diseño, realizando ajustes en la dosificación si fuese necesario.
- Se recomienda a los estudiantes en general que continúen con la investigación, ya que solo a través de este proceso podrán ampliar su conocimiento sobre la unidad de estudio, explorando aspectos como su comportamiento, patologías y cualquier tema relacionado. Al hacerlo, se proporcionarán antecedentes valiosos para investigaciones futuras y se abrirán nuevas oportunidades en el campo de la investigación.

Referencias bibliográficas

- Abanto Castillo, F. (1961). *Tecnología del Concreto*.
- Achahuanco Allende, E. (2019). *Diseño de la mezcla del hormigón con piedra canto rodado para mejorar las propiedades del hormigón en la construcción de las viviendas del distrito de Carabayllo, año 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2806>
- Aguirre Aguilar, A. T., & Vargas Acuña, R. J. (2022). *Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/29981>
- Anaya Sánchez, G. J., & Chaoca Reynaga, R. P. (2009). *Apoyo didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de "materiales de construcción"* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón]. Repositorio institucional.
- Arraez Sánchez, L. (2013). *Correlación entre los parámetros físicoquímicos y la resistencia a la compresión de concreto elaborado con agua del río Magdalena* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11227/276>
- Arrieta Zapata, R. K., & Medina Córdova, D. E. (2019). *Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional* [Tesis de Pregado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14552>
- Camacho Urtecho, M. A. (2017). *Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río bado Huamachuco-La Libertad y aditivo Chema 3* [Tesis de Pregado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Digital, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3603>
- Campos Ventura, H. A. (2019). *Análisis de la variación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto en un $f'c=280$ kg/cm² variando la relación de Esbeltez* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de

- Cajamarca]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3041>
- Chacón Espín, J. A., & Torres Obando, F. R. (Junio de 2024). Estudio comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un hormigón elaborado con agregados gruesos de origen triturado y zarandeado. (I. y. "Coni", Ed.) Polo del Conocimiento, 9(6), 2387 - 2404. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
- Chavez Cachay, S. (2003). *Concreto Armado*. Universidad Nacional de San Martín .
- Coasaca Condori, G. R. (2018). *Análisis Comparativo de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Utilizando Distintos Métodos de Diseños de Mezclas con los Materiales Típicos de la Provincia de Arequipa* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/7730>
- Contreras Mayorga, W. E., & Erazo Castro, I. E. (2019). *Influencia de almohadillas de neopreno en prueba de resistencia a la compresión del hormigón* [Tesis de Pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio Digital. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3465>
- Cornejo Urviola, W. R. (2017). *Evaluación de Características en Canteras de Roca por Prospección Geofísica y Laboratorio para el Empleo en Obras Viales de la Ciudad de Puno al 2036* [Tesis de Pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Repositorio Digital. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/869>
- Cruz Medina, J., & Sam Ortíz, L. J. (2020). *Comparación de la resistencia de un concreto de $f'c=280$ kg/cm² utilizando los agregados grueso piedra zarandeada y piedra chancada de dos canteras de Trujillo 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48806>
- Florez Gelves, A. (2023). *Guía metodológica para la correcta implementación del pulimento de especímenes cilíndricos de concreto como método de refrentado no adherido* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84538>

- Harmsen, T. E. (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- INACAL, I. N. (2018). NTE E.060: Concreto Armado. Lima, Peru: INACAL.
- INEI. (2018). *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 22 de octubre del 2017, Perú: Resultados Definitivos*.
- INEI. (01 de Marzo de 2024). *Avance Coyuntural de la Actividad Económica – enero 2024*. Obtenido de <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-avance-coyuntural-enero-2024.pdf>
- Instituto Nacional de Calidad - INACAL. (2018). NTP 400.021: Cementos - Determinación de la resistencia a la compresión de probetas. Lima, Perú: INACAL .
- Konitufe, C., Abubakar, A., & Sabo Baba, A. (2023). Influence of Aggregate Size and Shape on the Compressive Strength of Concrete. *Construction*, 15-22. <https://doi.org/https://doi.org/10.15282/construction.v3i1.9075>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2003). *Design and Control of Concrete Mixtures* (14 ed.). Skokie, IL: Portland Cement Association.
- Lozano Torres, E. S., & Palacios Diestra, S. M. (2023). *Correlación de la resistencia a la compresión del concreto producido con agregado zarandeado y chancado evaluado en testigos cilíndricos y cúbicos, Trujillo* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130240>
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete* (2 ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, .. (2017). *Manual de Ensayos de Materiales*.
- Montalvo Peña, H. (2017). *CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos*.
- Montero, I., & León, O. G. (2002). *Guía para la presentación de informes de investigación*. Pirámide.
- More Popuche, M. D., & Navarro Gomez, D. E. (2022). *Correlación del índice de rebote y la resistencia a la compresión de concretos elaborada con agregado grueso zarandeado y chancado* [Tesis de Pregrado,

- Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/115434>
- Ochoa Tapia, L. M. (2018). *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4571>
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (Segunda ed.). Lima.
- Quiroz Crespo, M. V., & Salamanca Osuna, L. E. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Simón].
- Raico Huatay, I. E. (2019). *Influencia de la combinación de agregados en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 210$ kg/cm²* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3161>
- Régil Monroy, W. N. (2013). *Determinar ventajas y desventajas, en el uso de azufre y almohadillas de neopreno para ensayos de cilindros de concreto a compresión* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Reyes Escalante , A. Y., & Sandoval Chávez, D. A. (2021). *Metodologías, enfoques y estructuras de trabajos de investigación en las ciencias administrativas* .
- Rios Carlos, L. C., Chupa Quinde, A. A., Campos Vasquez, N., Manturano Chipana, R. K., Zaga Terbullino, Z. E., & Vereau Miranda, E. (2021). Effect of round and angular shape of coarse aggregate on concrete strength . *Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions*.
- Rivera Devia, I. C. (2015). *Autocuración del concreto a partir de la encapsulación DEL Bacillus Subtilis en un biopolímero de almidón* [Tesis de Pregrado, Corporación Tecnológica de Bogotá]. Repositorio Digital . Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/5140>
- Rivva Lopez, E. (1992). *Diseño de Mezclas* .

- Roldán López, L. M., & Vargas Chávez, J. D. (2018). *Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika ViscoCrete SC-50 y GAIA* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Digital . Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4182>
- Romero Quintero, A. F., & Hernández Rico, J. C. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método a.c.i. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión* [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11634/915>
- Romero Vargas, Y. (2021). *Análisis comparativo entre el agregado grueso angular y canto rodado para la elaboración de un concreto autocompactante de $f_c = 280$, Huaraz – Ancash 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77796>
- Sakai, K. (18 de Febrero de 2010). *EU, Japón y Europa reciclan los desperdicios del concreto*. Obtenido de <https://expansion.mx/mundo/2010/02/18/eu-japon-y-europa-reciclan-los-desperdicios-del-concreto>
- Sánchez Muñoz, F. L., & Tapia Medina, R. D. (2015). *Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/688>
- Tamayo, M., & Tamayo, A. (2017). *El proceso de investigación científica*. Limusa.
- Torre C, A. (2004). *CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*.
- Yahuana Berru, W. R. (2015). *Control de fragmentación, proyección y apilamiento de roca en voladuras de canteras en la cantera Cerro Negro* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/982>



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Zarandeada para concreto

CANTERA : SANTA CRUZ

MUESTRA : M-1

UBICACIÓN SULLANA

SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING° RESP. : R.C.A

TÉCNICO : M.C.G

HECHO POR : R.J.C

FECHA : May-24

CODIGO : ZS-001

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (MTC E 206, NTP 400.021).

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1506.0	1648.0	gr	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	932.8	1020.9	gr	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	573.2	627.1	cm ³	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1487.3	1626.0	gr	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	554.5	605.1	cm ³	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.595	2.593	gr/cm ³	2.594
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.627	2.628	gr/cm ³	2.626
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.682	2.687	gr/cm ³	2.685
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.257	1.353	%	1.31%

OBSERVACIONES


MANUEL CASTRO GALLO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CÓDIGO
PE 15 27 34
CONSULTGEOPAV S.A.C.


MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESIS	: "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".		
MATERIAL	: Grava Zarandeada para concreto	TÉCNICO	: M.C.G
CANTERA	: SANTA CRUZ	ING° RESP.	: R.C.A
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: R.J.C
UBICACIÓN	: SULLANA	FECHA	: May-24
SOLICITA	: RONALD JIMENEZ CASTRO	CODIGO	: ZS-001

AGREGADO GRUESO ZARANDEADO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19760	19780	19765	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	12758	12778	12763	
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1349	1351	1350	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1350			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20875	20910	20900	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	13873	13908	13898	
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1467	1471	1470	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1469			

OBSERVACIONES



MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
01 35 23 34



**MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA**
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

 MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Zarandeada para concreto	ING° RESP. : R.C.A
CANTERA : SANTA CRUZ	TÉCNICO : M.C.G
MUESTRA : M-1	HECHO POR : R.J.C
UBICACIÓN : SULLANA	FECHA : May-24
SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO	CODIGO : ZS-001

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"	2500.0			
1/2" - 3/8"	2500.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5000.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3894.0			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1106.0			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	22.1%			

OBSERVACIONES :



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO CODIGO

 CONSULTGEOPAV S.A.C. # 1 35 33 34



MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Zarandeada para concreto
CANTERA : SANTA CRUZ
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : SULLANA
SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G
HECHO POR : R.J.C
FECHA : May-24
CODIGO : ZS-001

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS

MTC E 210 - ASTM D 5821

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	500.0	137.0	27.4	25.4	695.4	
3/4"	1/2"	4,071.0	1358.0	33.4	37.2	1240.9	
1/2"	3/8"	1,488.0	402.0	27.0	15.4	416.0	
TOTAL		6059.0	1897.0		78.0	2352.4	30.2

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	500.0	98.0	19.6	25.4	497.4	
3/4"	1/2"	4071.0	1026.0	25.2	37.2	937.5	
1/2"	3/8"	1488.0	332.0	22.3	15.4	343.6	
TOTAL		6059.0	1456.0		78.0	1778.6	22.8

OBSERVACIONES:

MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
PI 15 20 34

MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Zarandeada para concreto
CANTERA : SANTA CRUZ
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : SULLANA
SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G
HECHO POR : R.J.C
FECHA : May-24
CODIGO : ZS-001

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"	500	84.0	16.8	25.4	426.4	
3/4" - 1/2"	4071	29.0	0.7	37.2	26.5	
1/2" - 3/8"	1488	25.0	1.7	15.4	25.9	
Peso Total (gr.)	6059	138.0		78.0	478.8	6.1

Observaciones:



MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
P1 35 23 35



MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

MTC 219 - 2000

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
 MATERIAL : Grava Zarandeada para concreto
 CANTERA : SANTA CRUZ
 MUESTRA : M-1
 UBICACIÓN : SULLANA
 SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO
 ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G
 HECHO POR : R.J.C
 FECHA : May-24
 CODIGO : ZS-001

AGREGADO GRUESO ZARANDEADO

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2	3	4	
ENSAYO N°					
(1) Peso muestra (gr)	138.00	139.10	135.60		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.019	0.017	0.018		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.14	0.12	0.13		0.13%

Observaciones :



MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
CONSULTGEOPAV S.A.C. #1 35 29 34



MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

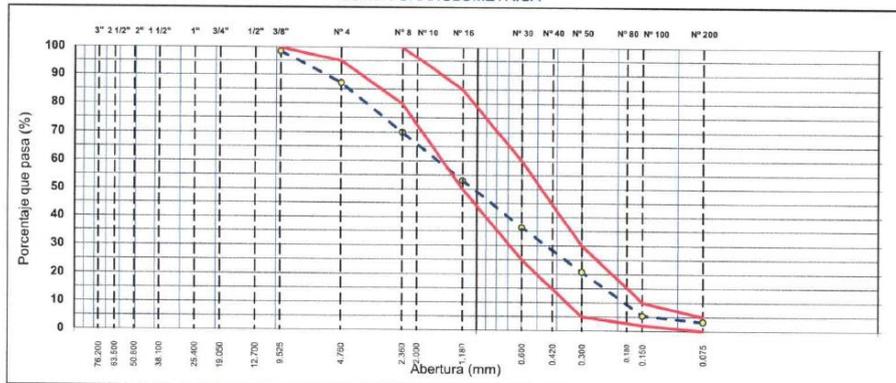
TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Arena zarandeada
 MUESTRA : M-1
 CANTERA : SANTA CRUZ
 SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING. RESP : R.C.A
 TÉCNICO : E.C.G
 FECHA : May-24
 CODIGO : AS-001

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
7"	177.800						PESO TOTAL = 568.4 gr
6"	152.400						PESO LAVADO = 550.2 gr
5"	127.000						PESO FINO = 495.5 gr
4"	101.600						% HUMEDAD
3"	76.200						P.S.H. = 500.0
							P.S.S = 490.3
							% Humedad = 2.0%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200
2"	50.800						P.S.Seco = 568.4
							P.S.Lavado = 550.2
1 1/2"	38.100						% Grava = 12.8 %
1"	25.400						% Arena = 84.0 %
3/4"	19.050						% Fino = 3.2 %
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA = 3.29 %
3/8"	9.525	8.3	1.5	1.5	98.5	100	EQUIV. DE ARENA = 85.0 %
# 4	4.760	64.6	11.4	12.8	87.2	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:
# 8	2.360	97.8	17.2	30.0	70.0	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.579 gr/cm ³
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.613 gr/cm ³
# 16	1.180	95.7	16.8	46.9	53.1	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca) = 2.670 gr/cm ³
# 30	0.600	95.1	16.7	63.6	36.4	25 - 60	Absorción = 1.32 %
# 40	0.420						
# 50	0.300	88.9	15.6	79.3	20.8	5 - 30	OBSERVACIONES:
# 80	0.180						
# 100	0.150	87.3	15.4	94.6	5.4	0 - 10	
# 200	0.075	12.5	2.2	96.8	3.2		
< # 200	FONDO	18.2	3.2	100.0			
FINO		495.5					
TOTAL		568.4					

CURVA GRANULOMÉTRICA




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CONGO
 01 75 27 74


MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
 MATERIAL : Arena zarandeada
 MUESTRA : M-1
 CANTERA : SANTA CRUZ
 SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO
 ING° RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G
 FECHA : May-24
 CÓDIGO : AS-001

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	10:00	10:02	10:04	
Hora de salida de saturación (más 10')	10:10	10:12	10:14	
Hora de entrada a decantación	10:12	10:14	10:16	
Hora de salida de decantación (más 20')	10:32	10:34	10:36	
Altura máxima de material fino (cm)	4.30	4.40	4.20	
Altura máxima de la arena (cm)	3.60	3.70	3.60	
Equivalente de arena (%)	84	85	86	
Equivalente de arena promedio (%)	85.0			
Resultado equivalente de arena (%)	85			

Observaciones	



MANUEL CASTRO GALLO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
01 35 19 34



MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
MATERIAL : Arena zarandeada
MUESTRA : M-1
CANTERA : SANTA CRUZ
UBICACIÓN : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING° RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G
FECHA : May-24
CÓDIGO : AS-001

**AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9745	9720	9715	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3465	3440	3435	
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1639	1627	1625	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1630			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9920	9915	9920	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3640	3635	3640	
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1722	1719	1722	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1721			

DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	4
OBSERVACIONES					



MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
01 75 29 74



**MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA**
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Arena zarandeada

MUESTRA : M-1

CANTERA : SANTA CRUZ

SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING° RESP. : R.C.A

TÉCNICO : M.C.G

FECHA : May-24

CÓDIGO : AS-001

DATOS DE LA MUESTRA

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	150.0	150.0		
B	Peso frasco + agua (gr)	340.1	340.5		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	490.1	490.5		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	432.8	433		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	57.3	57.5		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	148		
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	55.4	55.5		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.585	2.574		2.579
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.618	2.609		2.613
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.673	2.667		2.670
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.28	1.35		1.32

OBSERVACIONES:


MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENECO CODIGO
01 75 77 71


MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740



CONSULTGEOPAV
S.A.C
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
RUC: 20602407021



CERTIFICADO FF 00136406
RESOLUCIÓN N° 033368-2021-JR/SD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
MTC 219 - 2000

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Arena zarandeada

MUESTRA : M-1

CANTERA : SANTA CRUZ

SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G
FECHA : May-24
CÓDIGO : AS-001

AGREGADO FINO

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2	3	4	
ENSAYO N°					
(1) Peso muestra (gr)	138.00	139.10	135.60		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.015	0.016	0.018		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1) \times (4) \times (2)))$	0.11	0.12	0.13		0.12%

Observaciones :



MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 P1 35 29 36



MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

Anexo N° 02. Ensayos de laboratorio de los agregados provenientes de la cantera Armando Zapata.



CONSULTGEOPAV
S.A.C
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
RUC: 20602407021



Indecopi
CERTIFICADO N° 00130496
RESOLUCION N° 013566-2007-JUSO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

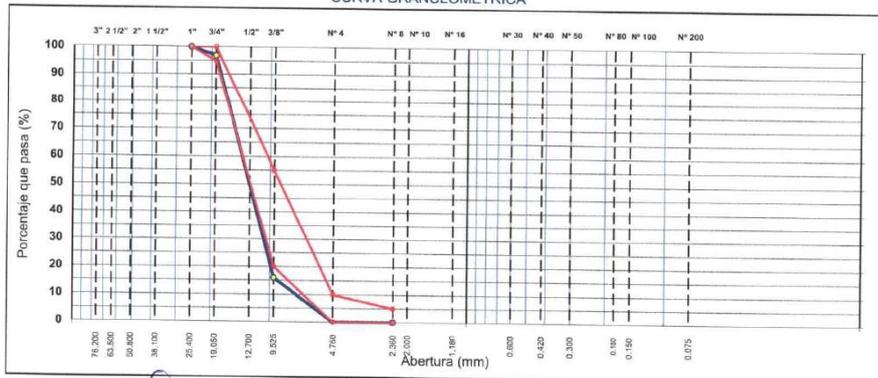
TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Triturada para concreto
CANTERA : ARMANDO ZAPATA
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : SULLANA
SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

TÉCNICO : M.C.G
ING° RESP. : R.C.A
HECHO POR : R.J.C
FECHA : May-24
CODIGO : TA-001

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
7"	177.800						PESO TOTAL = 7,439.0 gr				
6"	152.400						PESO LAVADO = 7439.0 gr				
5"	127.000						PESO FINO = 1.0 gr				
4"	101.600						% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200								1000.0	989.6	1.1%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200		P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800								7439.0	7439.0	0.00
1 1/2"	38.100				100.0		% Grava =		100.0	%	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena =		0.0	%	
3/4"	19.050	234.0	3.2	3.2	96.8	95 - 100	% Fino =		0.0	%	
1/2"	12.700	4,208.0	56.6	59.7	40.3		MÓDULO DE FINURA =		6.87	%	
3/8"	9.525	1,807.0	24.3	84.0	16.0	20 - 55	EQUIV. DE ARENA =			%	
# 4	4.760	1,190.0	16.0	100.0	0.0	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:				
# 8	2.380	1.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca) =		2.601	gr/cm ³	
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) =		2.634	gr/cm ³	
# 16	1.180		0.0	100.0	0.0		P.E. Aparente (Base Seca) =		2.689	gr/cm ³	
# 30	0.600		0.0	100.0	0.0		Absorción =		1.26%	%	
# 40	0.420						OBSERVACIONES:				
# 50	0.300										
# 80	0.180										
# 100	0.150										
# 200	0.075										
< # 200	FONDO										
FINO		1.0									
TOTAL		7,439.0									

CURVA GRANULOMÉTRICA




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 #1 35 79 34


MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Triturada para concreto

CANTERA : ARMANDO ZAPATA

MUESTRA : M-1

UBICACIÓN : SULLANA

SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING° RESP. : R.C.A

TÉCNICO : M.C.G

HECHO POR : R.J.C

FECHA : May-24

CODIGO : TA-001

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (MTC E 206, NTP 400.021).

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1656.8	1503.9	gr	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1029.7	931.1	gr	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	627.1	572.8	cm ³	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1836.0	1485.3	gr	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	606.3	554.2	cm ³	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.609	2.593	gr/cm ³	2.601
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.642	2.626	gr/cm ³	2.634
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.698	2.680	gr/cm ³	2.689
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.271	1.252	%	1.26%

OBSERVACIONES


MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 P1 35 0 3


MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto Fc 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Triturada para concreto

CANTERA : ARMANDO ZAPATA

MUESTRA : M-1

UBICACIÓN : SULLANA

SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

TÉCNICO : M.C.G

ING° RESP. : R.C.A

HECHO POR : R.J.C

FECHA : May-24

CODIGO : TA-001

AGREGADO GRUESO TRITURADO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21215	21169	21486	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	14213	14167	14484	
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1503	1498	1532	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1511			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22794	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15792	
Volumen	(cm ³)	9457	9457	9457	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1649	1669	1670	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1663			

OBSERVACIONES



MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
01 35 10 03



MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
 MATERIAL : Grava Triturada para concreto
 CANTERA : ARMANDO ZAPATA
 MUESTRA : M-1
 UBICACIÓN : SULLANA
 SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING° RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G
 HECHO POR : R.J.C
 FECHA : May-24
 CODIGO : TA-001

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"				
1" - 3/4"				
3/4" - 1/2"	2500.0			
1/2" - 3/8"	2500.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5000.0			
(%) Retenido en la malla N° 12	3945.2			
(%) Que pasa en la malla N° 12	1054.8			
N° de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	21.1%			

OBSERVACIONES :



MANUEL CASTRO GALLO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
CONSULTGEOPAV S.A.C #1 35 29 35



MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
MATERIAL : Grava Triturada para concreto
CANTERA : ARMANDO ZAPATA
MUESTRA : M-1
UBICACIÓN : SULLANA
SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO
ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G
HECHO POR : R.J.C
FECHA : May-24
CODIGO : TA-001

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS

MTC E 210 - ASTM D 5821

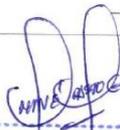
CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	1 CARA	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(A) (gr)	FRACTURADA (B) (gr)	= (B/A)*100 (%)	MALLAS (D) (%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	114.0	88.0	77.2	25.4	1959.2	
3/4"	1/2"	5,840.0	5097.0	87.3	37.2	3246.7	
1/2"	3/8"	2,646.0	2511.0	94.9	15.4	1461.4	
TOTAL		8600.0	7696.0		78.0	6667.3	85.5

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	2 CARAS	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(A) (gr)	FRACTURADAS (B) (gr)	= (B/A)*100 (%)	MALLAS (D) (%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	114.0	92.0	80.7	25.4	2048.2	
3/4"	1/2"	5840.0	4398.0	75.3	37.2	2801.5	
1/2"	3/8"	2646.0	2098.0	79.3	15.4	1221.1	
TOTAL		8600.0	6588.0		78.0	6070.7	77.8

OBSERVACIONES:


MANUEL CASTRO GALLO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCICO CODIGO
01 35 23 12


MANUEL EVERD DIEGO CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".

MATERIAL : Grava Triturada para concreto
 CANTERA : ARMANDO ZAPATA
 MUESTRA : M-1
 UBICACIÓN : SULLANA
 SOLICITA : RONALD JIMENEZ CASTRO

ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G
 HECHO POR : R.J.C
 FECHA : May-24
 CODIGO : TA-001

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"	114	14.0	12.3	25.4	311.7	
3/4" - 1/2"	5840	32.0	0.5	37.2	20.4	
1/2" - 3/8"	2646	45.0	1.7	15.4	26.2	
Peso Total (gr.)	8600	91.0		78.0	358.3	4.6

Observaciones:



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO CODIGO

 CONSULTGEOPAV S.A.C.



MANUEL EVERTO DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740



CONSULTGEOPAV
S.A.C
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
RUC: 20602407021



Indecopi
CERTIFICADO N° 00130485
RESOLUCIÓN N° 011568-2021-7950

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
MTC 219 - 2000

TESIS	: "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".		
MATERIAL	: Grava Triturada para concreto	ING. RESP.	: R.C.A
CANTERA	: ARMANDO ZAPATA	TÉCNICO	: M.C.G
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: R.J.C
UBICACIÓN	: SULLANA	FECHA	: May-24
SOLICITA	: RONALD JIMENEZ CASTRO	CODIGO	: TA-001

AGREGADO GRUESO TRITURADO

MUESTRA :	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3	4	
(1) Peso muestra (gr)	152.20	154.20	160.30		
(2) Volumen aforo (ml)	500.00	500.00	500.00		
(3) Volumen alícuota (ml)	50.00	50.00	50.00		
(4) Peso masa cristalizada (gr)	0.015	0.018	0.016		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.10	0.12	0.10		0.11%

Observaciones :


 MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 P1 35 29 36


 MANUEL ÉVERT DIEGO
 CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

Anexo N° 03. Diseño de mezcla de concreto con material zarandeado (Diseño 01)

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos" RUC: 20602407021		 CERTIFICADO N° 001 34836 RESOLUCIÓN N° 013849-2021/JSSD	
TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FC 210 KG/CM2 CON MATERIAL ZARANDEADO Y TRITURADO		Realizado por: Ronald Jimenez Revisado por: MANUEL CASTRO Fecha: May-24	
DISEÑO: 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)		Tamaño Máximo del Arido: 25 mm.	

GRANULOMETRIAS TOTALES PARA CONCRETO

Relación entre Áridos		Relación entre Arenas		Relación entre Gravas	
Arenas = 45	SANTA CRUZ	100		Grava Ø 9.5 mm = 0	
GRAVA = 55	SANTA CRUZ AA = 0	0		Grava Ø 25 mm = 100	

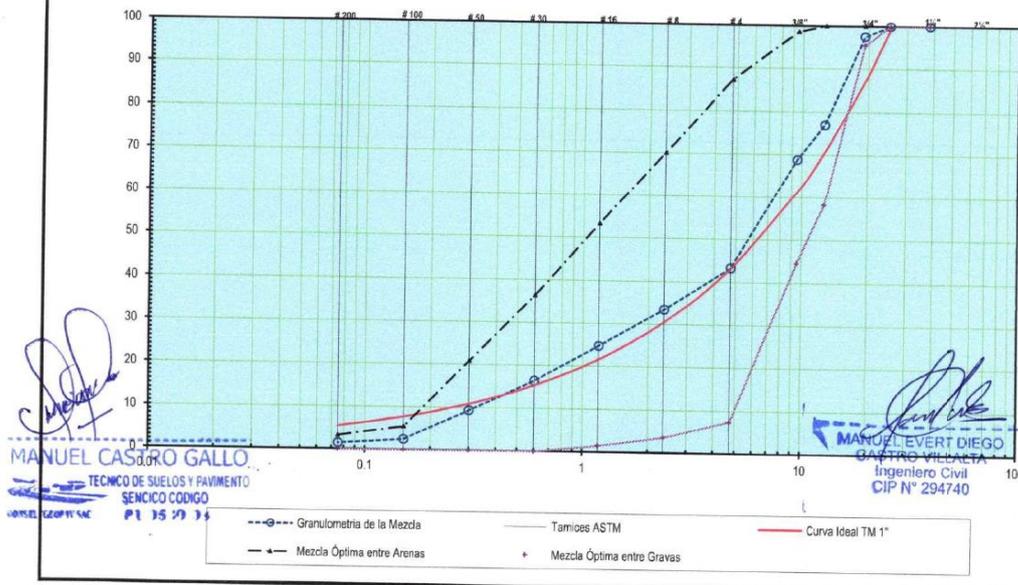
Ensayos de Granulometrias Parciales de los Materiales

Material	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES														MF	
	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100		# 200
Arena Santa Cruz	100	100	100	100	100	100	100	99	87	70	53	36	21	5	3	3.29
Grava Zarandeada Santa Cruz Ø 4.75mm - 25.4 mm.	100	100	100	100	100	95	58	45	7	4	2	0	0	0	0	6.48

Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales

MATERIAL	%	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	MFH
Arena Santa Cruz	45	45	45	45	45	45	45	45	44	39	32	24	16	9	2	1	
Grava Zarandeada Santa Cruz Ø 4.75mm - 25.4 mm.	55	55	55	55	55	55	52	32	24	4	2	1	0	0	0	0	
TM 1"	100	100	100	100	100	100	87	71	61	43	31	22	15	11	8	5	5.23
TOTALES (0.45A + 0.55G)	100	100	100	100	100	100	97	77	69	43	33	25	16	9	2	1	5.04

CURVA GRANULOMETRICA HORMIGON BOMBEABLE



Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico (DISEÑO 01)

f'c = 210 kg/cm² (*) T.MAX. NOMINAL 3/4"

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".

DATOS DE LOS AGREGADOS

Cemento : Pacasmayo Tipo I
 Ag. Fino : CANTERA SANTA CRUZ ZARANDEADO
 Ag. Grueso : CANTERA SANTA CRUZ ZARANDEADO
 Agua : AGUA POTABLE DE SULLANA

VALORES DE DISEÑO

Asentamiento : 3" - 4"
 Concreto : sin aire incorporado

Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
203.0	0.55	370.4	2

Características de los agregados

Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2613	2628	3150
Peso Unitario Suelto	1630	1350	1501
Peso Unitario Vanillado	1721	1469	
Módulo de fineza	3.29	6.47	
% Humedad Natural	2.00	1.50	
% Absorción	1.32	1.31	
Tamaño Máximo Nominal	4/16"	3/4"	

Volumen absolutos m³/m³ de mezcla

Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.203	0.118	0.020	0.341	0.659
Relacion agregados en mezcla ag. /f		45%		55%
ag. gr.				

Volumen absoluto de agregados

0.659	m ³	Fino	45%	0.297	m ³	775	kg/m ³
		Grueso	55%	0.363	m ³	953	kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla

	Secos	Corregidos		
Cemento	370.4	370.4	Ag. fino	5.27
Agr. fino	775.4	790.9	Ag. grueso	1.81
Agr. grueso	953.1	967.4	Agua libre	7.08
Agua	203.0	195.9	Agua efectiva	195.9
Aditivo Plastico	0.00	0.00		
	0.00	0.00		
Colada kg/m ³	2301.9	2324.6		

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m ³	0.247	0.485	0.717	195.9
En pie ³	8.715	17.13	25.31	195.9

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	2.135	2.611	0.529
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	ARENA	PIEDRA	Agua (lt)
	1	2.0	2.9	22.5

Observaciones



MANUEL CASTRO GALLO

 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO CODIGO

 CONSULTOR Y SAC



MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740



"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON

CÁLCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : AGREG. GRUESO ZARANDEADO
TIPO : DISEÑO 01
MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : 13-Mayo-2024

Marca de cilindro : Z-001 - Z-018

ZC-001 - ZC-018

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg

Cantidad de agua en pasta : 202 LIS

Aire Incluido : 2.0 %

Areña : 45.0 %

Grava : 55.0 %

Volumen de pasta : 0.339 m³

Volumen de agregados : 0.661 m³

Relación al(los) (SSS) : 0.546

Relación al(e-vaed) (Corregida) : 0.546

MATERIALES	UNIDAD	MF.	Masa de Dosificación (Kg/m ³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m ³)	% de Humedad Natural (%)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Masa de Dosificación Corregida (Kg/m ³)	Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m ³)	PROCEDENCIA
										Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)				
Cemento Tipo I	Kg.		370	5.550	3150						5.550			378	
Areña ZARANDEADA Ø 4.76 - 0 mm.	Kg.	3.29	777	11.650	2613	2.00	1.32	-0.68	-0.08		11.729			793	CANERA SANTA CRUZ
Grava ZARANDEADA Ø 4.75 - 19.5 mm.	Kg.	6.47	955	14.321	2628	1.50	1.31	-0.19	-0.03		14.348			974	CANERA SANTA CRUZ
Agua	Kg.		202	3.030	1000						2.925			206	Potable Sullana
	Kg.														
	Kg.														
	Kg.														
	Kg.														
	Kg.														
	Kg.														
	Kg.														

Masa Unitaria	Kg/m ³	2303
---------------	-------------------	------

Observaciones : Hora : 15H10

Pérdida de Reventamiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado
	5 min	10.2	
	15min		
	30 min		

Revenimiento :
Temperatura del hormigón :
% de Aire medido en el Hormigón :
Peso volumétrico de la mezcla :
Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 14.70 dm³
Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 14.70 dm³
Factor de corrección de la mezcla : 68.03

1 : m : alc
1 : An : G1 : G2 : G3 : alc
1 : 0 : 2.106 : 2.574 : 0 : 0 : 0.55
m = 4.680
k = 0.547
H = 9.612
a = 2.106 (MF = 3.29)

MANUEL EVERETT DIEGO
CASTRO VILLATA
CIP N° 284740

MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENCCO CODIGO
CONSULTEOPAV S.A.C. P.1 15 29 35

CONSULTGEOPAV S.A.C.

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

Indecopi

 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR

 REG. M. 20110

TESIS : Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".

DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

ING. RESP. : R.C.A

TÉCNICO : M.C.G

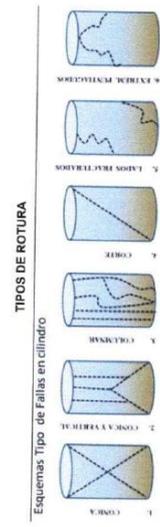
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 7 Días

f'c = 210 kg/cm²

Pruebas Nº	Registro Nº	TIPO DE REFERENCIAL	Fecha		Lectura	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Especificada %	Condición
			Moldeo	Rotura											
1	Z-001		13-May	20-May	122	12440	10.09	80.0	156	4	210	74			
2	Z-002		13-May	20-May	125	12746	10.10	80.0	159	4	210	75			
3	Z-003	Almohadillas de neopreno	13-May	20-May	130	13269	10.10	80.1	185	4	210	79			
4	Z-004		13-May	20-May	124	12644	10.09	80.0	159	4	210	75	76.2	75.0	Cumple
5	Z-005		13-May	20-May	125	12746	10.11	80.3	159	4	210	76			
6	Z-006		13-May	20-May	128	13052	10.10	80.1	163	4	210	78			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	980
Promedio (x)	163
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	154
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	165
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.56
Varianza	12.66
Coefficiente de Variación (%)	2.22
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	160
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 C.O.R.E. TEGOPAV-ME P. 13 19 14

MANUEL EVERI DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 234740



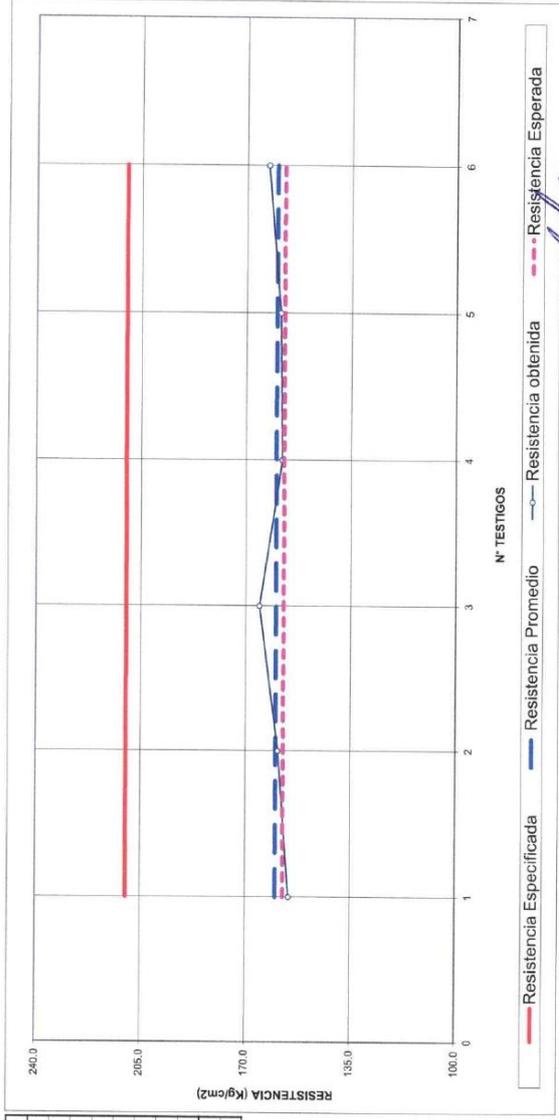
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

**GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO
 ESTRUCTURAS DE f_c 210 kg/cm² a 07 DIAS**

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f_c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".
 DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	960
Promedio (xp)	160
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	156
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	165
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.56
Varianza	12.66
Coefficiente de Variación (%)	2.22
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	160
Resistencia Especificada (Kg/cm ²)	210



Manuel Castro Gallo
MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 CONSULTGEOPAV S.A.C. P1 35 29 34

Manuel Ever Diego Castro Villalita
**MANUEL EVER DIEGO
 CASTRO VILLALITA**
 Ingeniero Civil
 SIP N° 294740



CONSULTGEOPAV S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 20602407021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado."

 DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

 ING. RESP. : R.C.A

 TÉCNICO : M.C.G

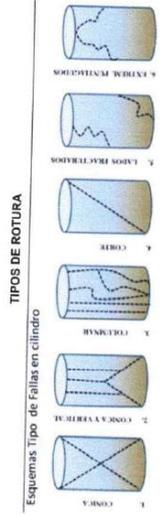
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 14 Dias

 f'c = 210 kg/cm²

Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REFERENCIAL	Fecha		Lectura		Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Módulo	Rotura	KN	KG											
1	Z-007	13-May	27-May	152	15459	10,12	80,4	193	4	210	210	92	1				
2	Z-008	13-May	27-May	150	15296	10,10	80,1	191	4	210	210	91	3				
3	Z-009	13-May	27-May	154	15703	10,10	80,1	196	4	210	210	93	6				
4	Z-010	13-May	27-May	155	15905	10,11	80,3	197	4	210	210	94	1				
5	Z-011	13-May	27-May	151	15397	10,11	80,3	192	4	210	210	91	5				
6	Z-012	13-May	27-May	150	15266	10,10	80,1	191	4	210	210	91	5				

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1159
Promedio (kg)	193
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	191
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	197
Desviación Estándar (kg/cm ²)	2,61
Varianza	6,82
Coefficiente de Variación (%)	1,35
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	193
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210





MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO CODIGO

 PI 35 77 35



MANUEL EVERET DIEGO

 INGENIERO CIVIL

 CIP N° 294740



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

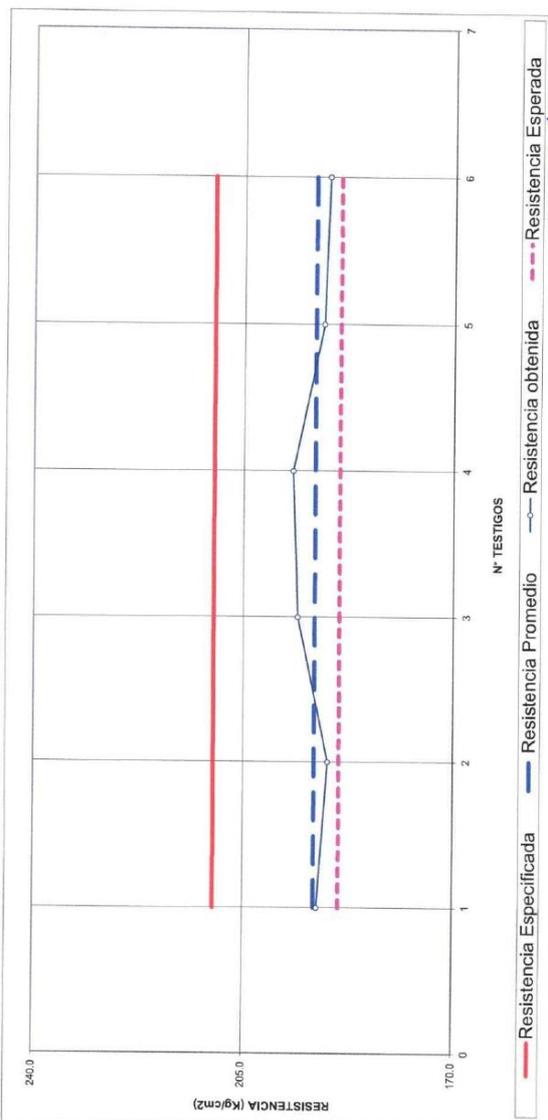
TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f_c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".

DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

**GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO
 ESTRUCTURAS DE f_c 210 kg/cm² a 14 DÍAS**

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1159
Promedio (pp)	193
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	191
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	197
Desviación Estándar (kg/cm ²)	2.61
Varianza	6.82
Coefficiente de Variación (%)	1.35
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	193
Resistencia Especificada (Kg/cm ²)	210



Manuel Castro Gallo
MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SERENCO CODIGO
 01 95 9 35

Manuel Evert Diego
MANUEL EVERT DIEGO
 CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 Exp. N° 284740



CONSULTGEOPAV S.A.C

 "Sistema Integrado de ingeniería, suelos y pavimentos"

 RUC: 20603047021

Indecopi

 INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR



TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".
DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

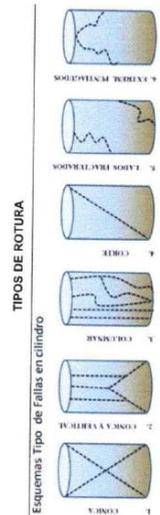
ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 28 Dias
 f'c = 210 kg/cm²

Pruebas Nº	Registro Nº	TIPO DE REPRESENTADO	Fecha		Lectura		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Moldeo	Rotura	KN	KG										
1	Z-013	Almechadillas de neopreno	13-May	10-Jun	177	18940	10.12	80.4	224	4	210	107	5	105.6	100.0	Cumple
2	Z-014		13-May	10-Jun	172	17539	10.10	80.1	219	4	210	104	2			
3	Z-015		13-May	10-Jun	173	17641	10.10	80.1	220	4	210	105	6			
4	Z-016		13-May	10-Jun	172	17539	10.10	80.1	219	4	210	104	3			
5	Z-017		13-May	10-Jun	179	18259	10.11	80.3	227	4	210	108	3			
6	Z-018		13-May	10-Jun	174	17702	10.10	80.1	221	4	210	105	5			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1331
Promedio (x̄)	222
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	219
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	227
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.40
Varianza	11.58
Coefficiente de Variación (%)	1.53
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	222
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO 0135193


MANUEL EVERT DIEGO CASFIRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 294740



CONSULTGEOPAV S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 208024070521

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y filtrado".

DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

ING. RESP. TÉCNICO : R.C.A

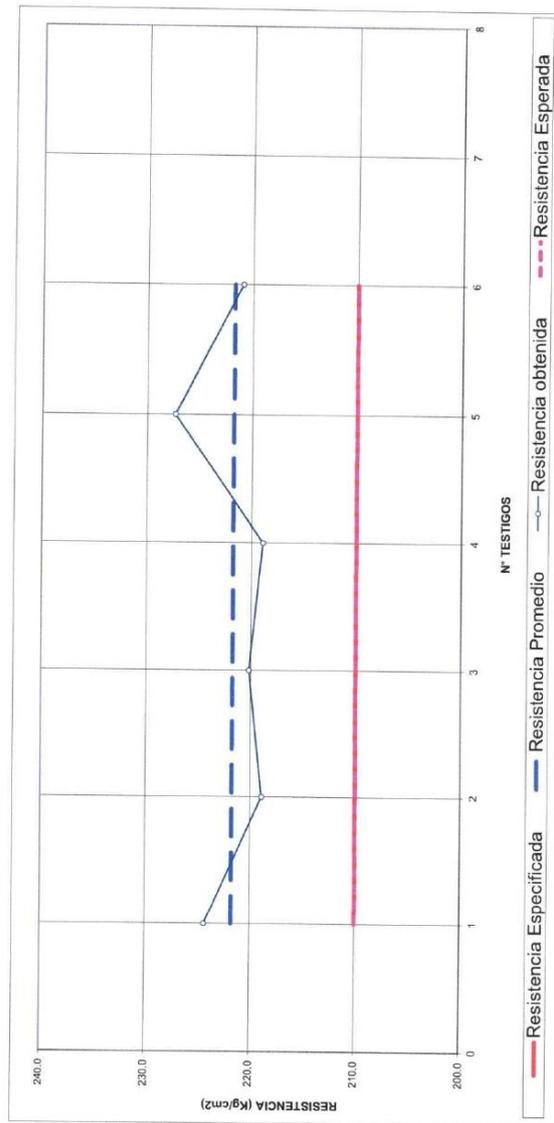
 : M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 28 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1331
Promedio (xp)	222
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	219
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	227
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.40
Varianza	11.55
Coefficiente de Variación (%)	1.53
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	222
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210





MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO CODIGO

 CORRE: TLEPAV-SAC P1 35 30 34



MANUEL EVERT DIEGO

 CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 C.I.P. N° 294740



CONSULTGEOPAV S.A.C.

 "Sistema Integrat de geotecnía, suelos y pavimentos"

 RUC: 20602407021

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material laminado y triturado".

ING. RESP. : R.C.A

DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDADO)

TÉCNICO : M.C.G

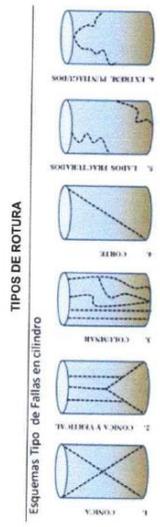
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

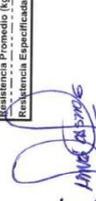
EDAD = 7 Dias

f'c = 210 kg/cm²

Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REFERENCIAL	Fecha	Lectura	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Área testigo (cm ²)	Resistencia (psi)	Resistencia (Diseño) (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
1	ZC-001		Moldeo: 13-May, Rotura: 20-May	132	13480	10.10	4	210	60	3			
2	ZC-002		13-May, 20-May	131	13268	10.10	4	210	79	3			
3	ZC-003	MORTERO DE AZUFRE (CAPPING)	13-May, 20-May	129	13154	10.10	4	210	79	3	79.0	75.0	Cumple
4	ZC-004		13-May, 20-May	131	13258	10.10	4	210	79	3			
5	ZC-005		13-May, 20-May	129	13103	10.10	4	210	78	3			
6	ZC-006		13-May, 20-May	130	13256	10.10	4	210	79	3			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	985
Promedio (pp)	164
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	158
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	169
Desviación Estándar (kg/cm ²)	1.72
Varianza	2.94
Coefficiente de Variación (%)	1.05
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	166
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210





MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCO CODIGO 01 35 99 3.5



MANUEL EVERT DIEGO

 CASTRO GALLO

 SENCO CODIGO 01 35 99 3.5

CONSULTGEOPAV S.A.C
"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
RUC: 20602407021

Indecopi
CERTIFICADO DE REGISTRO
REGISTRADO EN EL COMERCIO
INSTRUMENTADO EN EL REGISTRO DE MARCAS

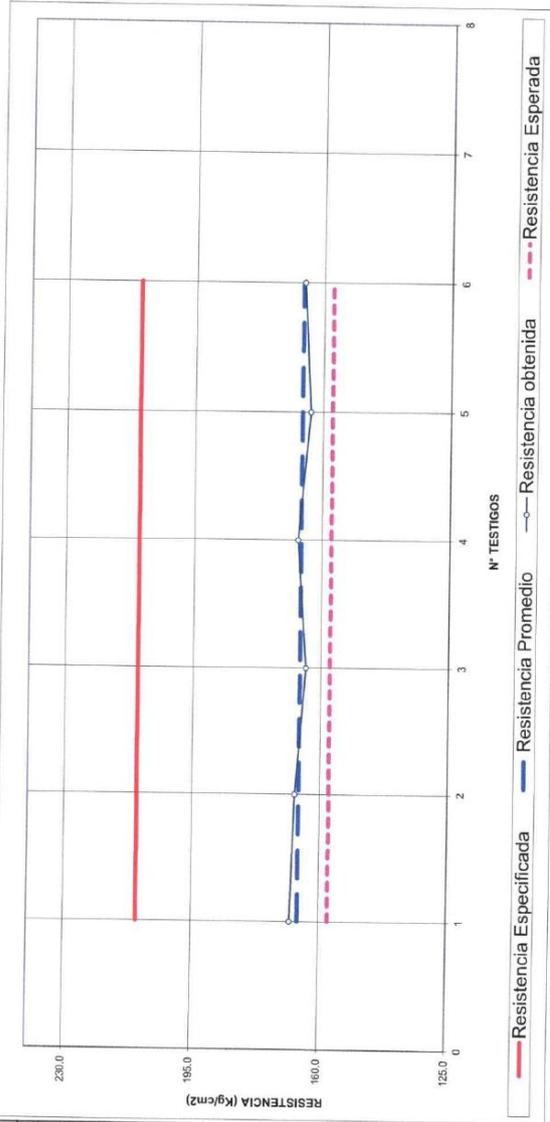


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G

**GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO
ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 07 DÍAS**

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	995
Promedio (xp)	166
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	164
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	168
Desviación Estándar (kg/cm ²)	1,72
Varianza	2,94
Coefficiente de Variación (%)	1,03
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	166
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



Manuel Castro Gallo
MANUEL CASTRO GALLO
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENAICO CODIGO
PI 35 19 35

Manuel Evert Diego
MANUEL EVERT DIEGO
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENAICO CODIGO
PI 35 19 35

CONSULTGEOPAV S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 2002647021

INC. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

: "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c=210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".

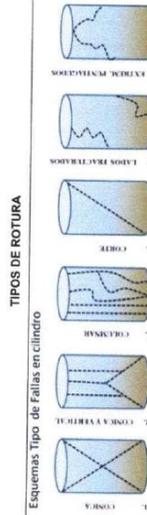
TESIS :
 DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 14 Dias
 f' c = 210 kg/cm²

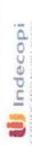
Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REFRENTADO	Fecha		Lectura		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Moldeo	Rotura	KN	KG										
1	ZC-007	MORTERO DE AZUFRE (CAPRING)	13-May	27-May	162	16519	10.10	80.1	206	4	210	98	3	97.5	80.0	Cumple
2	ZC-008		13-May	27-May	162	16519	10.10	80.1	206	4	210	98	3			
3	ZC-009		13-May	27-May	158	16111	10.10	80.1	201	4	210	96	1			
4	ZC-010		13-May	27-May	162	16540	10.11	80.3	206	4	210	98	3			
5	ZC-011		13-May	27-May	159	16213	10.09	80.0	203	4	210	97	3			
6	ZC-012		13-May	27-May	162	16519	10.10	80.1	206	4	210	98	5			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1228
Promedio (kp)	205
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	201
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	206
Desviación Estándar (kg/cm ²)	2.24
Varianza	5.02
Coefficiente de Variación (%)	1.09
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	205
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SERVICIO CODIGO PI 15 10 33

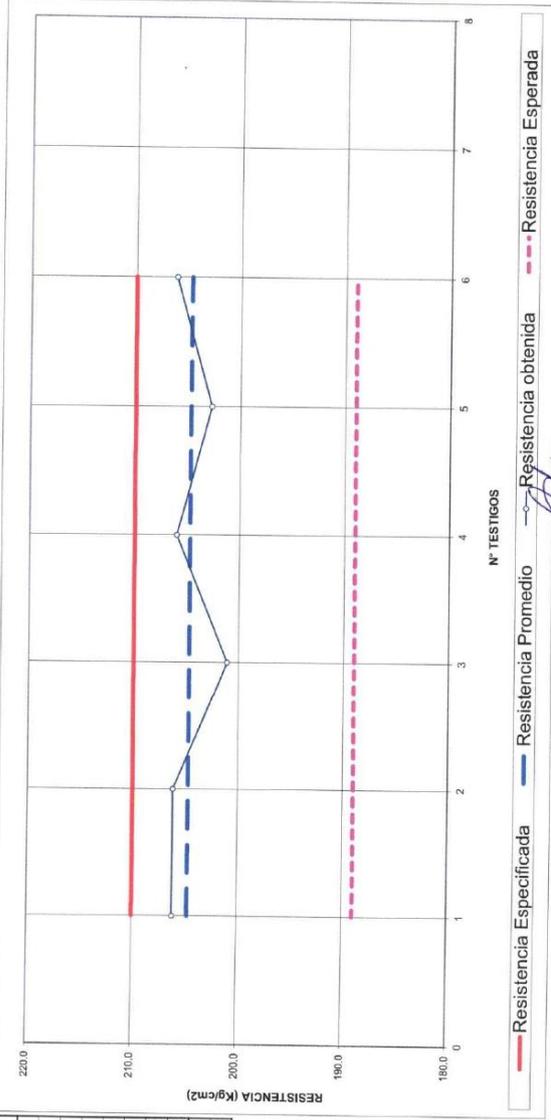
MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740


CONSULTEOPAV S.A.C
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
 RUC: 20602407021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".
 DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)
 ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 14 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1228
Promedio (xp)	205
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	201
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	206
Desviación Estándar (kg/cm ²)	2.24
Varianza	5.02
Coefficiente de Variación (%)	1.09
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	205
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SERVICIO CONIGO
 CIP N° 294740


MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740



CONSULTGEOPAV S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

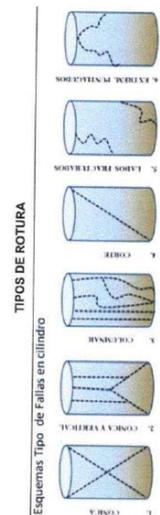
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado".
 DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)
 INC. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 28 Dias
 f'c = 210 kg/cm²

Pruebas Nº	Registro Nº	TIPO DE REFRENTADO	Fecha		Lectura		Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Moldeo	Rotura	KN	KG									
1	ZC-013	MORTERO DE AZUFRE (CAPPING)	13-May	10-Jun	178	18151	10.10	227	4	210	108	3	109.9	100.0	Cumple
2	ZC-014		13-May	10-Jun	182	18559	10.10	233	4	210	110	2			
3	ZC-015		13-May	10-Jun	183	18881	10.10	233	4	210	111	3			
4	ZC-016		13-May	10-Jun	179	18253	10.10	228	4	210	108	3			
5	ZC-017		13-May	10-Jun	180	18355	10.10	228	4	210	108	3			
6	ZC-018		13-May	10-Jun	188	18868	10.10	237	4	210	113	2			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1385
Promedio (fp)	231
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	227
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	237
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.75
Varianza	14.04
Coefficiente de Variación (%)	1.62
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	231
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SERVICIO CODIGO
 CONSULTGEOPAV S.A.C. PI 35 39 34


MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 294740


CONSULTGEOPAV S.A.C
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
 RUC: 20602407021

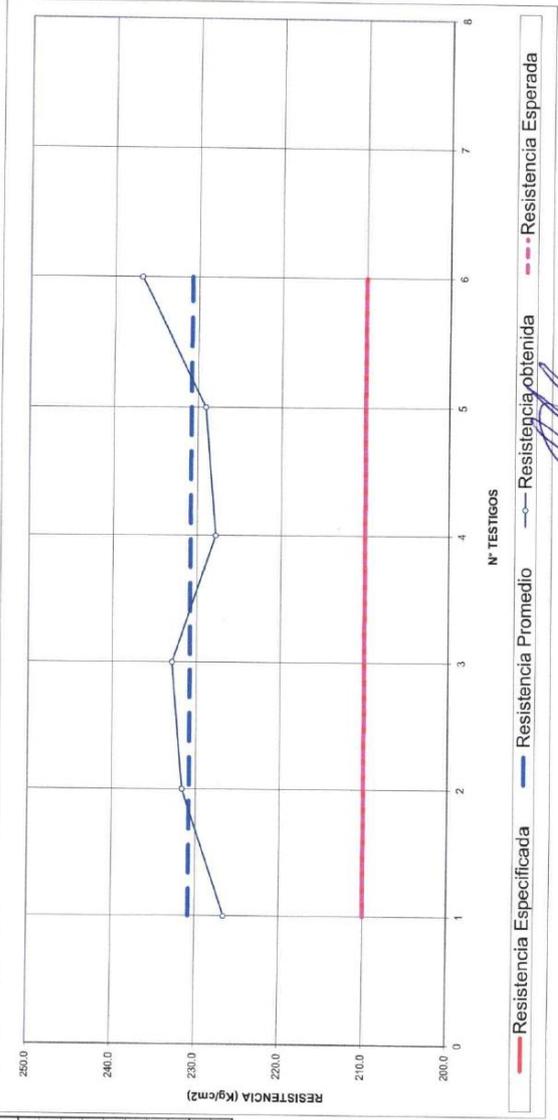
TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".
DISEÑO : 01 (AGREGADO GRUESO ZARANDEADO)

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO
ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 28 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1385
Promedio (kp)	231
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	227
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	237
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3,75
Varianza	14,04
Coefficiente de Variación (%)	1,62
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	231
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SERVICIO CODIGO
 CONSULTGEOPAV S.A.C. P1 75 73 74


MANUEL EVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

Anexo N° 04. Diseño de mezcla de concreto con material triturado (Diseño 02)

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos" RUC: 20602407021		 CERTIFICADO N° 001 84306 RESOLUCIÓN N° 013366-2021-JOSD
TESIS:	EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO FC 210 KG/CM2 CON MATERIAL ZARANDEADO Y TRITURADO	Realizado por: Ronald Jimenez Revisado por: MANUEL CASTRO Fecha: May-24
DISEÑO:	02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)	Tamaño Máximo del Arido: 25 mm.

GRANULOMETRIAS TOTALES PARA CONCRETO

Relación entre Áridos	Relación entre Arenas	Relación entre Gravas
Arenas = 45	SANTA CRUZ 100	Grava Ø 9.5 mm = 0
GRAVA = 55	ARMANDO Z. AA = 0	Grava Ø 25 mm = 100

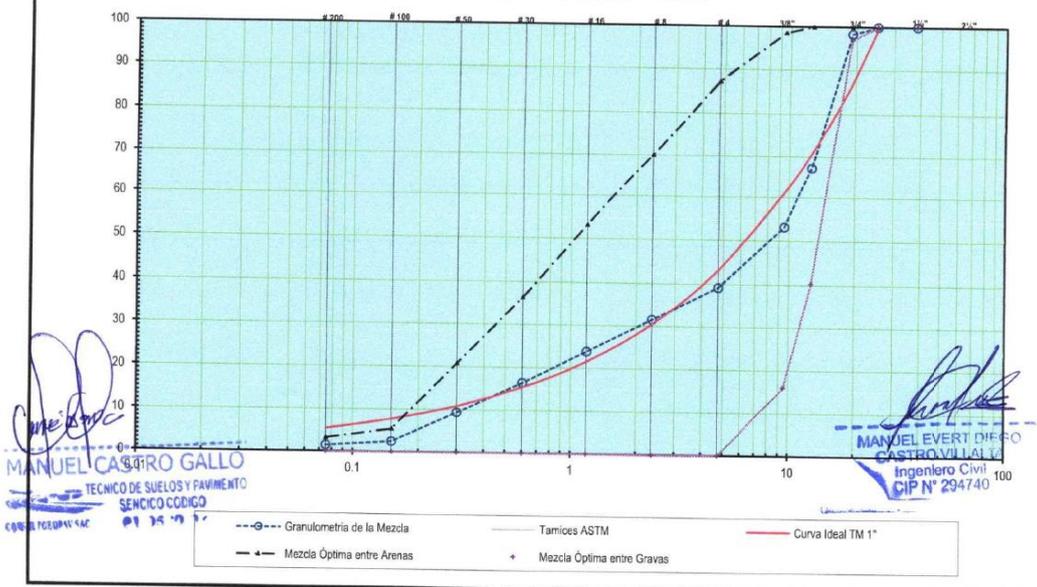
Ensayos de Granulometrias Parciales de los Materiales

Material	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES														MF	
	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100		# 200
Arena Santa Cruz	100	100	100	100	100	100	100	99	87	70	53	36	21	5	3	3.29
Grava Triturada Armando Zapala Ø 4.75mm - 25.4 mm.	100	100	100	100	100	97	40	16	0	0	0	0	0	0	0	6.87

Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales

MATERIAL	%	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	MFH
Arena Santa Cruz	45	45	45	45	45	45	45	45	44	39	32	24	16	9	2	1	
Grava Triturada Armando Zapala Ø 4.75mm - 25.4 mm.	55	55	55	55	55	55	53	22	9	0	0	0	0	0	0	0	
TM 1"	100	100	100	100	100	100	87	71	61	43	31	22	15	11	8	5	5.23
TOTALES (0.45A + 0.55G)	100	100	100	100	100	100	98	67	53	39	32	24	16	9	2	1	5.26

CURVA GRANULOMETRICA HORMIGON BOMBEABLE





"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON
CÁLCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : AGREG. GRUESO TRITURADO

TIPO : DISEÑO 02

MEZCLA : 210 KG/C/M2

Fecha de Ensayo : 15-Mayo-2024

Marca de cilindro : T-001 - T-018

TC-001 - TC-018

Cantidad de cemento en pasta : 370 Kg
 Cantidad de agua en pasta : 203 Lts
 Aire incluido : 2.0 %
 Arena : 45.0 %
 Grava : 55.0 %
 Volumen de pasta : 0.341 m³
 Volumen de agregados : 0.659 m³
 Relación a/c (r-ado) (SSS) : 0.548
 Relación a/c (r-ado) (Corregida) : 0.548



MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo		Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)	Adiciones (Kg)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)	PROCEDENCIA
										Corregida (Kg)	Mortero (Kg)				
Cemento Tipo I		Kg.	370	5.556	3150					5.556		5.556		378	
Arena Zareandeada Ø 4.76 - 0 mm	3.29	Kg.	775	11.631	2613	2.00	1.32	-0.68	-0.08	11.709		11.709		791	CANtera SANTA CRUZ
Grava Triturada Ø 4.75 - 19.5 mm.	6.87	Kg.	955	14.329	2634	1.10	1.26	0.16	0.02	14.307		14.307		975	CANtera ARMANDO ZAPATA
Agua		Kg.	203	3.045	1000					2.990		2.990		207	Potable Sulitana
Massa Unitaria															
Kg/m³ 2304															

Observaciones :		Hora : 15H10		Resultado	
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm	Resultado		
	5 min	10.2			
	15 min				
	30 min				
Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : Factor de corrección de la mezcla :				1 : m : alc 1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc 1 : 0 : 2.103 : 2.57 : 0 : 0 : 0.55 m = 4.672 k = 0.547 H = 9.662 a = 2.103 (MF = 3.29)	
Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : Factor de corrección de la mezcla :				14.70 dm³ 14.70 dm³ 68.03	

MANUEL EVERETT DIEGO
CASTRO VILLALBA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740

MANUEL CASTRO GALLO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
SERVICIO TÉCNICO
PI 15 10 14

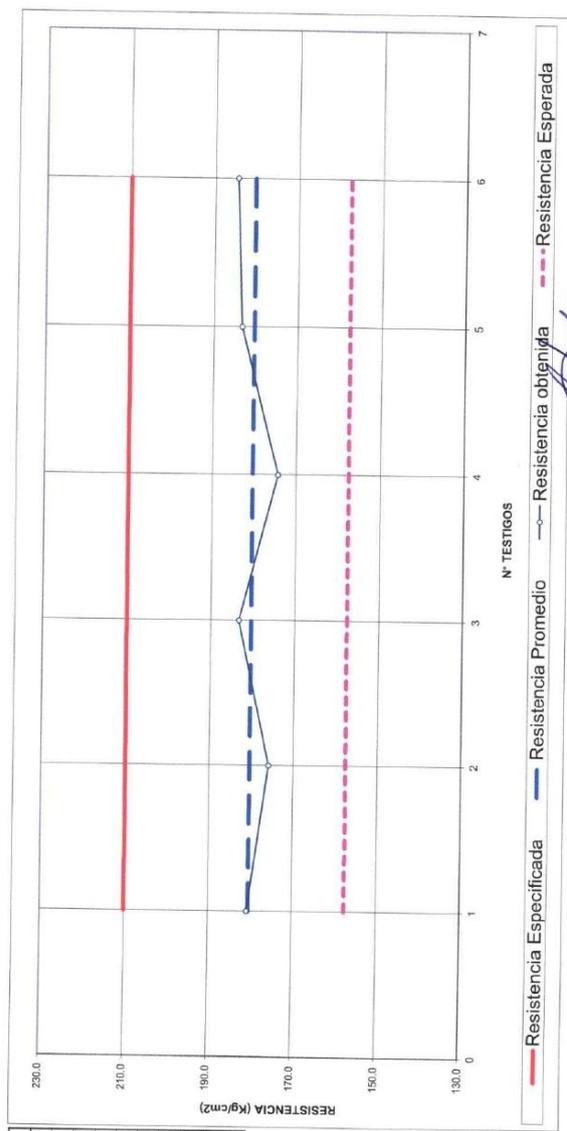

CONSULTGEOPAV S.A.C
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
 RUC: 208024070521

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".
DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

ING. RESP. TÉCNICO : R.C.A
 : M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO
ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 07 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1062
Promedio (xp)	180
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	174
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	185
Desviación Estándar (kg/cm ²)	4.27
Varianza	18.25
Coefficiente de Variación (%)	2.37
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	180
Resistencia Especificada (Kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CÓDIGO 15175171


MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740


CONSULTGEOPAV S.A.C
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"
 RUC: 2062670751

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto de 210 kg/cm² con material zarandado y triturado".
 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

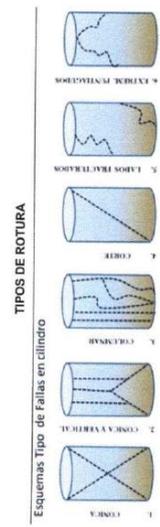
ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 14 Días
 T c = 210 kg/cm²

Puebas N°	Registro N°	TIPO DE REPRESENTADO	Fecha		Lectura		Dimetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Medido	Rotura	KN	KG										
1	T-007	Almohadillas de neopreno	15-May	29-May	168	16927	10.10	80.1	211	3.1/4	210	101	2	97.9	90.0	Cumple
2	T-008		15-May	29-May	162	16540	10.10	80.0	207	3.1/4	210	98	2			
3	T-009		15-May	29-May	161	16417	10.10	80.1	206	3.1/4	210	98	5			
4	T-010		15-May	29-May	159	16213	10.09	80.0	203	3.1/4	210	97	3			
5	T-011		15-May	29-May	163	16621	10.10	80.1	207	3.1/4	210	98	3			
6	T-012		15-May	29-May	158	16111	10.11	80.3	201	3.1/4	210	95	2			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1234
Promedio (sp)	206
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	201
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	211
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3.72
Varianza	13.86
Coefficiente de Variación (%)	1.81
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210
Resistencia Especificada (Kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO COMGO
 P. 15. 19. 3. 2
 07. TEL: 027/PAV. SAC


MANUEL EVERET DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740

CONSULTGEOPAV S.A.C.

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 20602407021

Indecopi

COMERCIO EXTERNO

REGISTRADO

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f_c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".

DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

ING. RESP. TÉCNICO : R.C.A

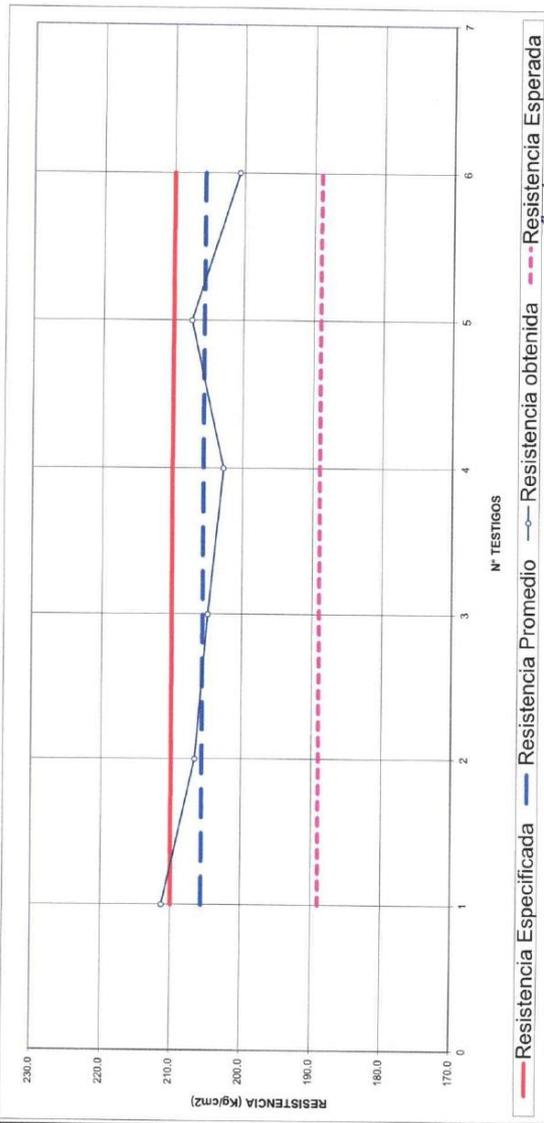
TÉCNICO : M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ESTRUCTURAS DE f_c 210 kg/cm² a 14 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1234
Promedio (xp)	206
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	201
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	211
Desviación Estándar (kg/cm ²)	3,72
Varianza	13,86
Coefficiente de Variación (%)	1,81
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	206
Resistencia Especificada (Kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SERVICIO CODIGO

 01 35 70 34

MANUEL EVERY CASTRO VI

 Ingeniero

 CIP N° 25111

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 TESIS : Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado.

 ING. RESP. : R.C.A

 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

 TÉCNICO : M.C.G

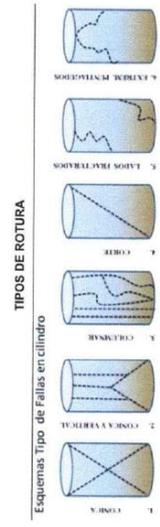
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 28 Dias

 f'c = 210 kg/cm²

Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REFERENCIADO	Fecha		Lectura		Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Moldeo	Rotura	KN	KG									
1	T-013		15-May	12-Jun	206	21006	80.1	262	3 1/4	210	125	5			
2	T-014		15-May	12-Jun	216	22026	10.10	275	3 1/4	210	131	6			
3	T-015	Almohadillas de neopreno	15-May	12-Jun	220	22433	80.1	280	3 1/4	210	133	6			
4	T-016		15-May	12-Jun	211	21515	10.09	269	3 1/4	210	128	6			
5	T-017		15-May	12-Jun	209	21312	10.10	266	3 1/4	210	127	5			
6	T-018		15-May	12-Jun	215	21924	10.10	274	3 1/4	210	130	5			

Numero de pruebas (n)	6
Suma de valores	1626
Promedio (kg)	271
Minimo Estadístico (kg/cm ²)	262
Maximo Estadístico (kg/cm ²)	280
Desviación Estándar (kg/cm ²)	6.51
Varianza	42.38
Coefficiente de Variación (%)	2.40
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	271
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCO CODIGO

 PARTICIPATIVO PI 15 19 71

MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740



CONSULTGEOPAV

 S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 20605407051

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".

 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

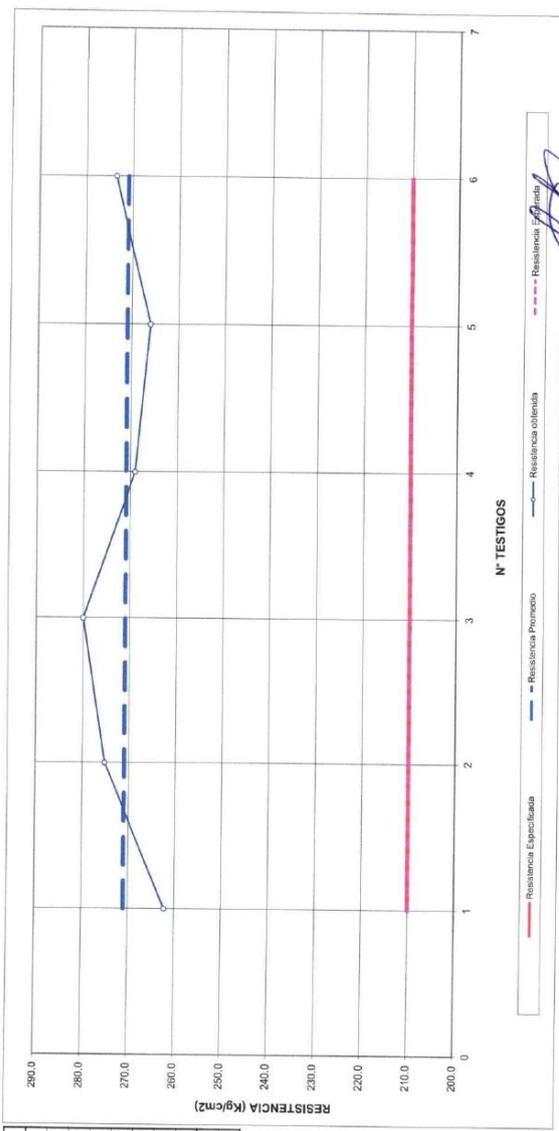
 ING. RESP. : R.C.A

 TÉCNICO : M.C.G

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 28DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1626
Promedio (xp)	271
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	262
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	280
Desviación Estándar (kg/cm ²)	6.51
Varianza	42.38
Coefficiente de Variación (%)	2.40
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	271
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210





MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SEACICO CODIGO

 PROFIT REGULATORY INC. PI 15-17-14



MANUEL EVERT DIEGO

CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740

CONSULTGEOPAV S.A.C.

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 200247021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zaramado y triturado".

 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

 ING. RESP. : R.C.A

 TÉCNICO : M.C.G

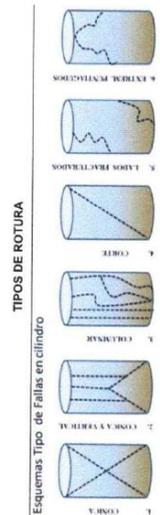
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = **7** Dias

 f c = **210** kg/cm²

Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REPRESENTADO	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Lectura KN	Lectura KG	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
1	TC-001		15-May	22-May	144	14684	10.09	80.0	184	3 1/4	210	87			
2	TC-002		15-May	22-May	136	13869	10.09	80.0	173	3 1/4	210	83			
3	TC-003	MORTERO DE AZUFRE (CAPRING)	15-May	22-May	150	15296	10.10	86.1	191	3 1/4	210	91			
4	TC-004		15-May	22-May	151	15397	10.10	86.1	192	3 1/4	210	92			
5	TC-005		15-May	22-May	146	15092	10.12	86.4	188	3 1/4	210	89	88.5	75.0	Cumple
6	TC-006		15-May	22-May	147	14890	10.10	86.1	187	3 1/4	210	89			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1115
Promedio (pp)	186
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	173
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	192
Desviación Estándar (kg/cm ²)	6.77
Varianza	45.88
Coefficiente de Variación (%)	3.65
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	186
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SENCICO COINGO

 CIP N° 294740

MANUEL EVER DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

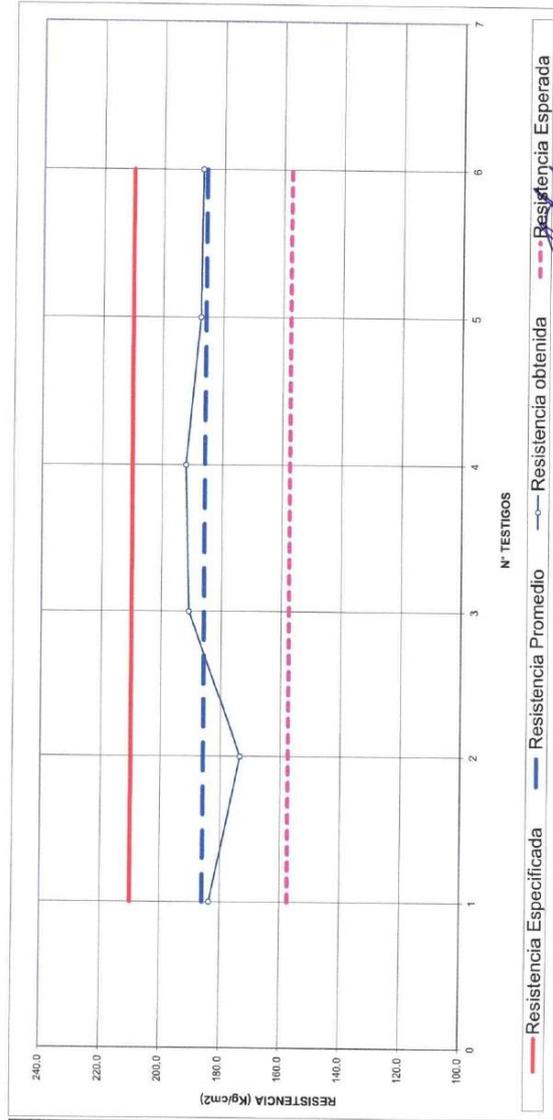
 CIP N° 294740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 TESIS : Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado.
 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO ESTRUCTURADAS DE f'c 210 kg/cm² a 07 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1115
Promedio (xp)	186
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	173
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	192
Desviación Estándar (kg/cm ²)	6.77
Varianza	45.88
Coefficiente de Variación (%)	3.65
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	186
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCCO COGICO
 RUC: 20605407021

MANUEL E. CASTRO V.
 Ingeniero C.
 CIP N° 204741/

CONSULTGEOPAV S.A.C.

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20024247021

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

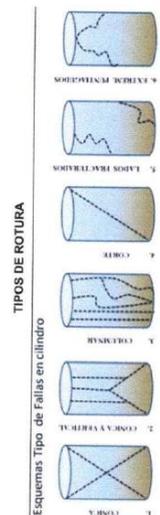
TESIS : Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zaramandado y triturado.
INC. RESP. : R.C.A
DISEÑO : OZ (AGREGADO GRUESO TRITURADO) **TÉCNICO** : M.C.G

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 14 Dias
f'c = 210 kg/cm²

Pruebas N°	Registro N°	TIPO DE REPRESENTACIÓN	Fecha		Lectura		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg.)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición	
			Moldeo	Rotura	KN	KG											
1	TC-007	MORTERO DE AZUFRE (CAPRIN)	15-May	28-May	180	18315	10.10	80.1	204	3.14	210	97	3				
2	TC-008		15-May	28-May	166	16927	10.10	80.0	211	3.14	210	101	3				
3	TC-009		15-May	28-May	168	17131	10.10	80.1	214	3.14	210	102	3				
4	TC-010		15-May	28-May	170	17335	10.10	80.1	215	3.14	210	103	3				
5	TC-011		15-May	28-May	162	16519	10.10	80.1	205	3.14	210	98	3			90.0	Cumple
6	TC-012		15-May	28-May	161	16417	10.10	80.1	205	3.14	210	98	3				

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1256
Promedio (ep)	209
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	204
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	216
Desviación Estándar (kg/cm ²)	5.22
Varianza	27.22
Coefficiente de Variación (%)	2.49
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO P13519135
COPER GEOPAV SAC

MANUEL ZVERT DIEGO
 CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 294740



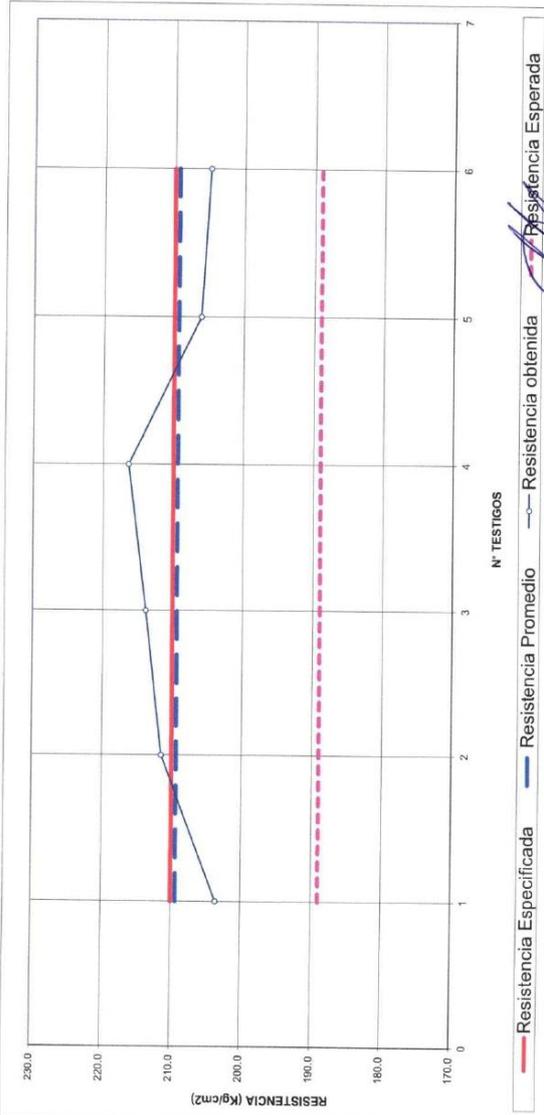
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. RESP. : R.C.A
TÉCNICO : M.C.G

TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".
DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 14 DÍAS

Valores Estadísticos	
Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1256
Promedio (xp)	209
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	204
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	216
Desviación Estándar (kg/cm ²)	5.22
Varianza	27.22
Coefficiente de Variación (%)	2.49
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	209
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



Manuel Castro Gallo
MANUEL CASTRO GALLO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
SENOCO CODIGO
PT 35 79 31
CONSULTGEOPAV S.A.C.

Manuel Levert Diego
MANUEL LEVERT DIEGO
CASTRO VILLALTA
Ingeniero Civil
CIP N° 294740


CONSULTGEOPAV S.A.C
 "Sistema Integral de Ingeniería, Suelos y Pavimentos"
 RUC: 20626207021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 TESIS : "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y triturado".
 DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

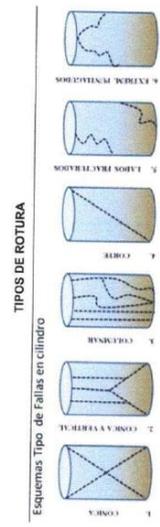
ING. RESP. : R.C.A
 TÉCNICO : M.C.G

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO - NORMA MTC E 704 - ASTM C 39 - AASHTO T 22

EDAD = 28 Dias
 f' c = 210 kg/cm²

Pruebas Nº	Registro Nº	TIPO DE REFRENTADO	Fecha		Lectura	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenido	TIPO DE ROTURA	Promedio 6 testigos %	Resistencia Esperada %	Condición
			Moldeo	Retorno											
1	TC-013	MORTERO DE AZUFRE (CAPPING)	15-May	12-Jun	22433	10.12	80.4	279	3.14	210	133	3	139.1	100.0	Cumple
2	TC-014		15-May	12-Jun	23851	10.09	80.0	268	3.14	210	142	2			
3	TC-015		15-May	12-Jun	23280	10.10	80.1	291	3.14	210	138	3			
4	TC-016		15-May	12-Jun	23687	10.11	80.3	255	3.14	210	140	3			
5	TC-017		15-May	12-Jun	23861	10.10	80.1	258	3.14	210	142	2			
6	TC-018		15-May	12-Jun	23453	10.10	80.1	203	3.14	210	139	1			

Número de pruebas (n)	6
Suma de valores	1753
Promedio (pp)	292
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	279
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	291
Desviación Estándar (kg/cm ²)	7.17
Varianza	51.38
Coefficiente de Variación (%)	2.45
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	292
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210




MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCCO CODIGO
 P1 35 10 35
 COTERM 1202891 VEC


MANUEL EVERET DIEGO CASTRO VILLALTA
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 294740

CONSULTEOPAV S.A.C

 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

 RUC: 20602407021

TESIS : Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm² con material zarandeado y filtrado".

DISEÑO : 02 (AGREGADO GRUESO TRITURADO)

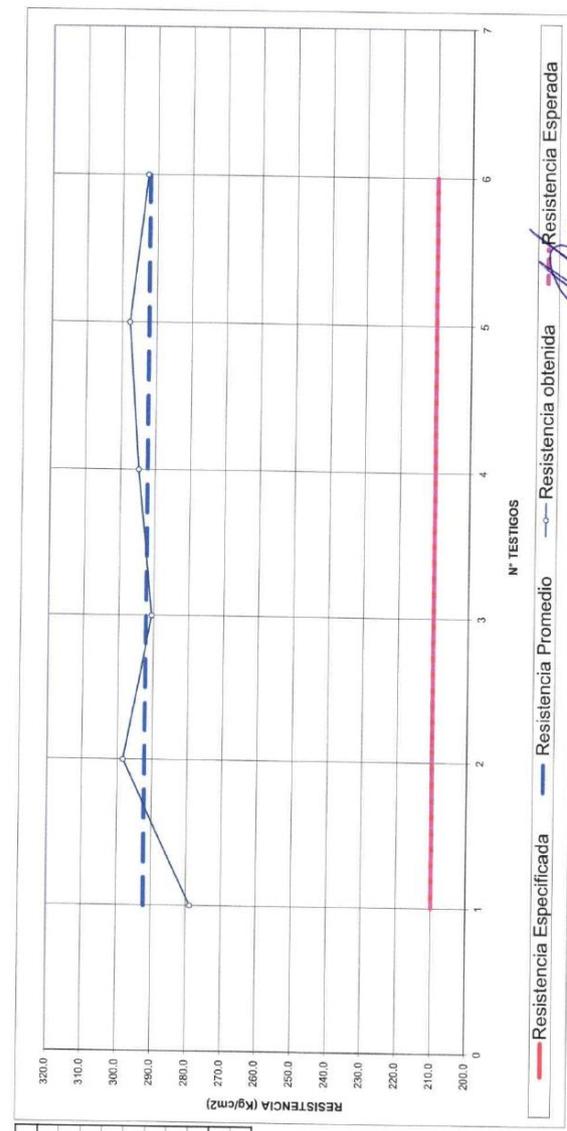
ING. RESP. TÉCNICO : R.C.A M.C.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRÁFICO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ESTRUCTURAS DE f'c 210 kg/cm² a 28DÍAS

Valores Estadísticos	
Numero de pruebas (n)	6
Suma de valores	1753
Promedio (xp)	292
Mínimo Estadístico (kg/cm ²)	279
Máximo Estadístico (kg/cm ²)	298
Desviación Estándar (kg/cm ²)	7.17
Varianza	51.39
Coefficiente de Variación (%)	2.45
Resistencia Promedio (kg/cm ²)	292
Resistencia Especificada (kg/cm ²)	210



MANUEL CASTRO GALLO

 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

 SERVICIO CÓDIGO: 01 15 19 34

MANUEL EVERT DIEGO CASTRO VILLALTA

 Ingeniero Civil

 CIP N° 294740

Anexo N° 05. Panel fotográfico

Muestreo De Agregados

Cantera Santa Cruz – agregado grueso zarandeado



Cantera Santa Cruz – agregado fino



Cantera Armando Zapata – agregado grueso triturado



Ensayos De Laboratorio De Agregados

Cuarteo – agregado grueso triturado



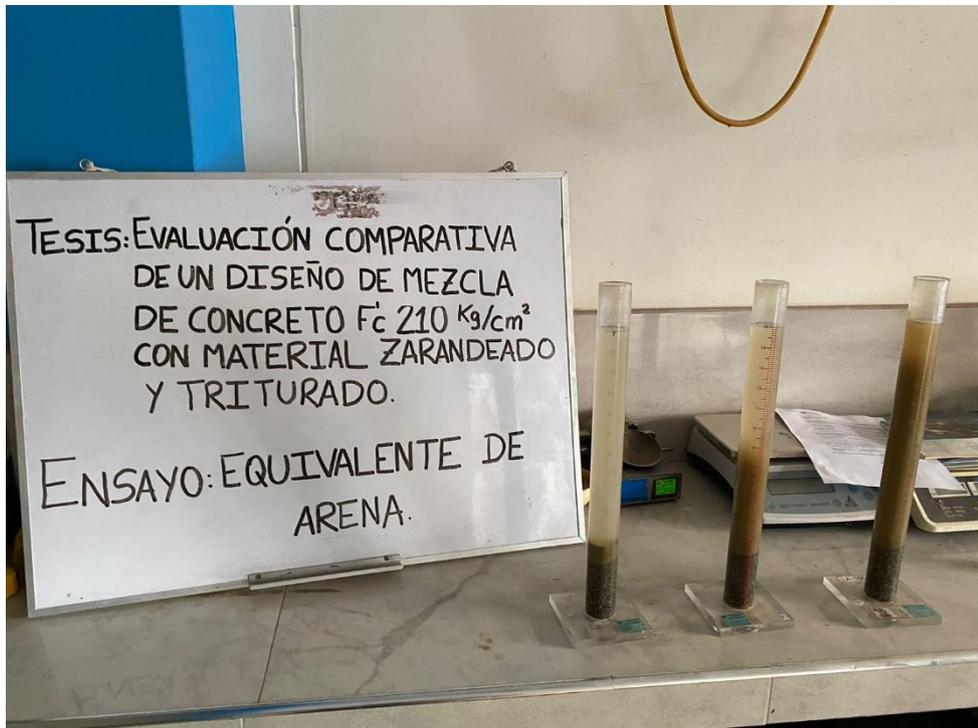
Cuarteo – agregado grueso zarandeado



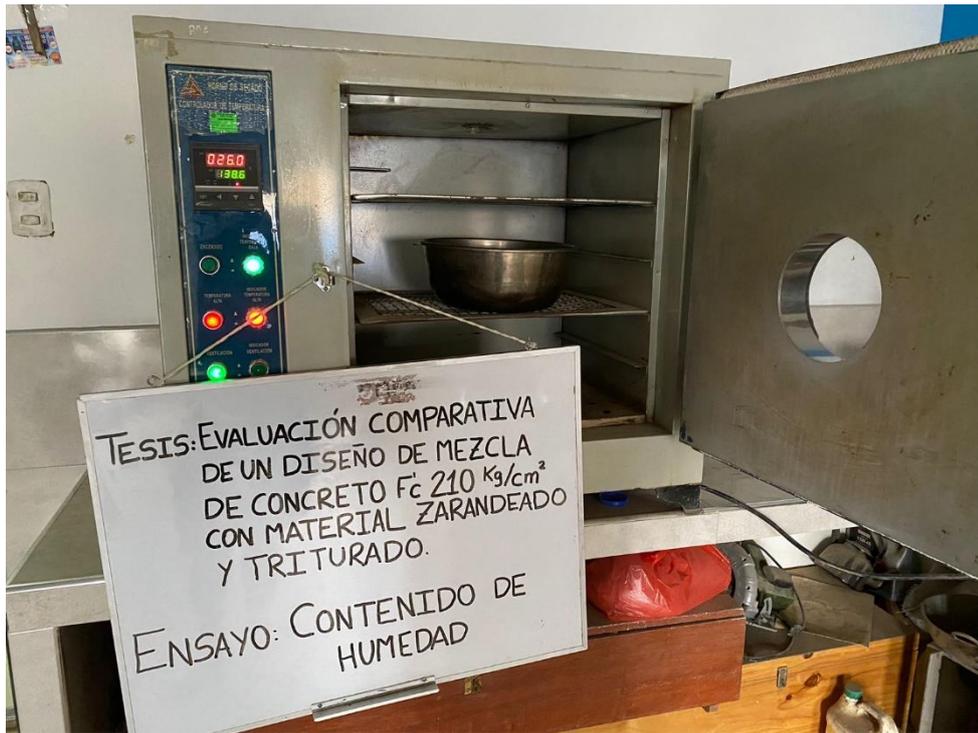
Análisis granulométrico – agregado fino



Equivalente de arena



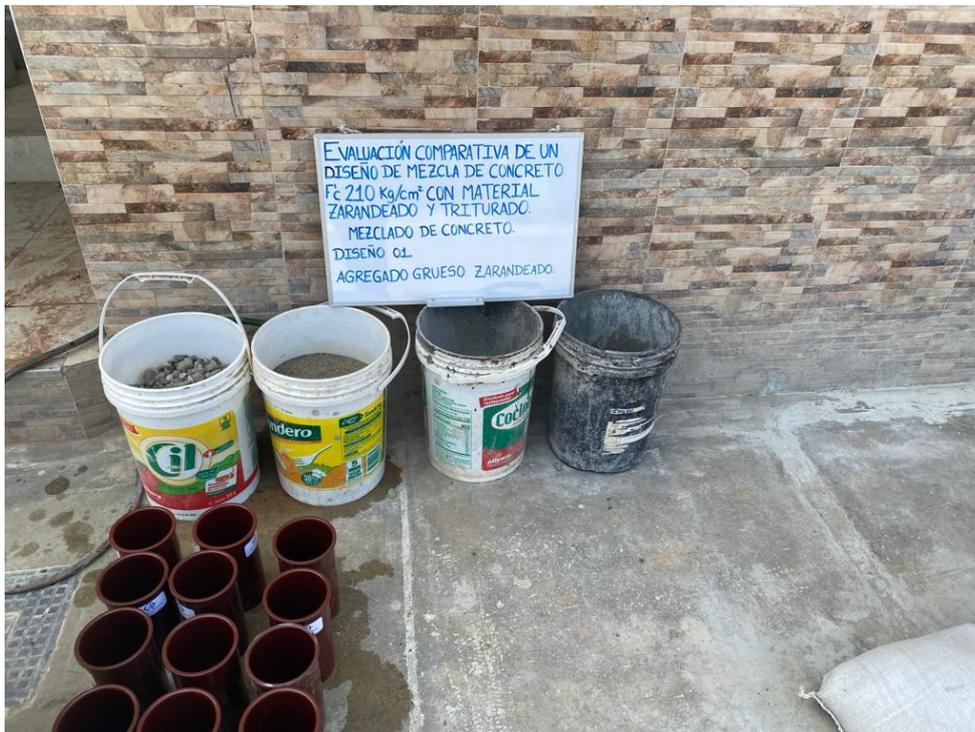
Contenido de humedad



Peso específico – agregado fino



Agregados y aglomerantes para la mezcla de concreto – diseño 01



Mezcla de concreto



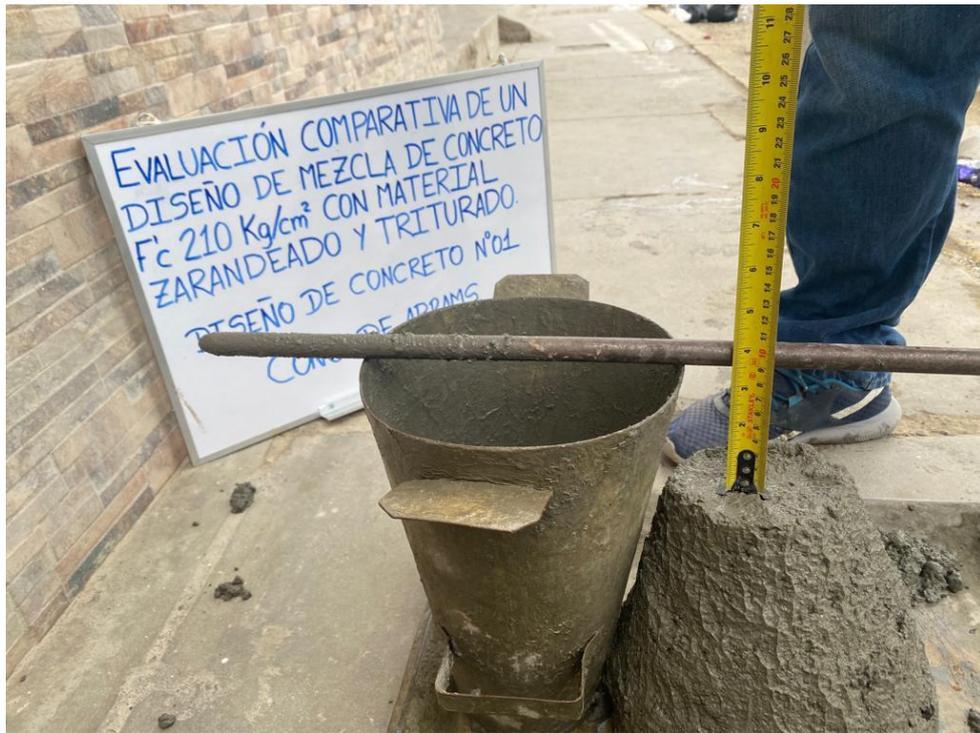
Mezcla de concreto



Determinación de temperatura del concreto



Asentamiento del concreto – diseño 01



Asentamiento del concreto – diseño 02



Asentamiento del concreto – diseño 02



Asentamiento del concreto – diseño 02



Probetas de concreto – diseño 01



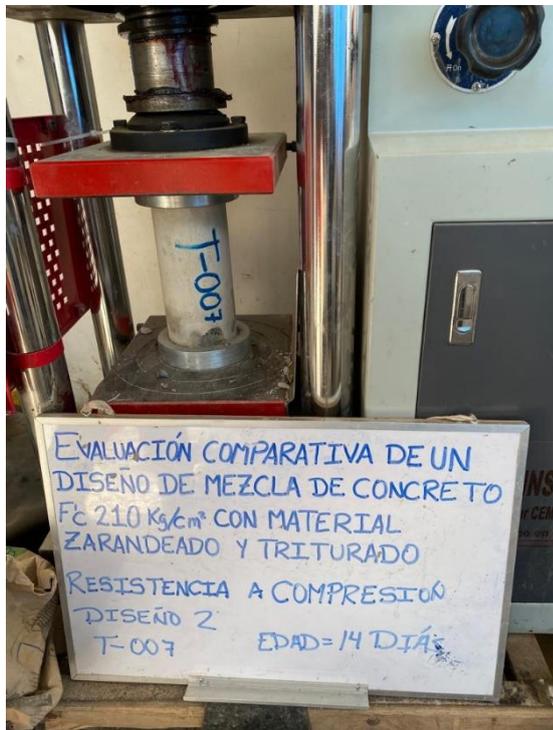
Resistencia a la compresión diseño 01 (z-001) – edad 7 días



Resistencia a la compresión diseño 01 (z-002) – edad 7 días



Resistencia a la compresión diseño 02 (t-007) – edad 14 días



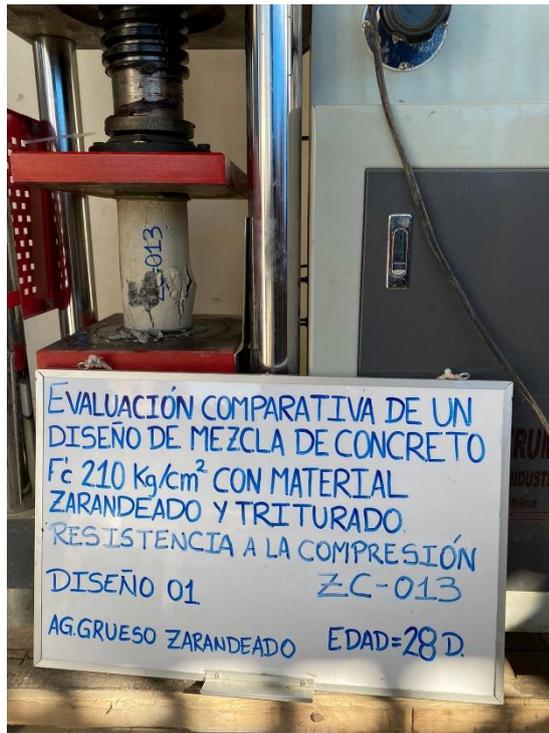
Resistencia a la compresión diseño 02 (t-008) – edad 14 días



Resistencia a la compresión diseño 01 (z-013) – edad 28 días



Resistencia a la compresión diseño 01 (z-013) – edad 28 días



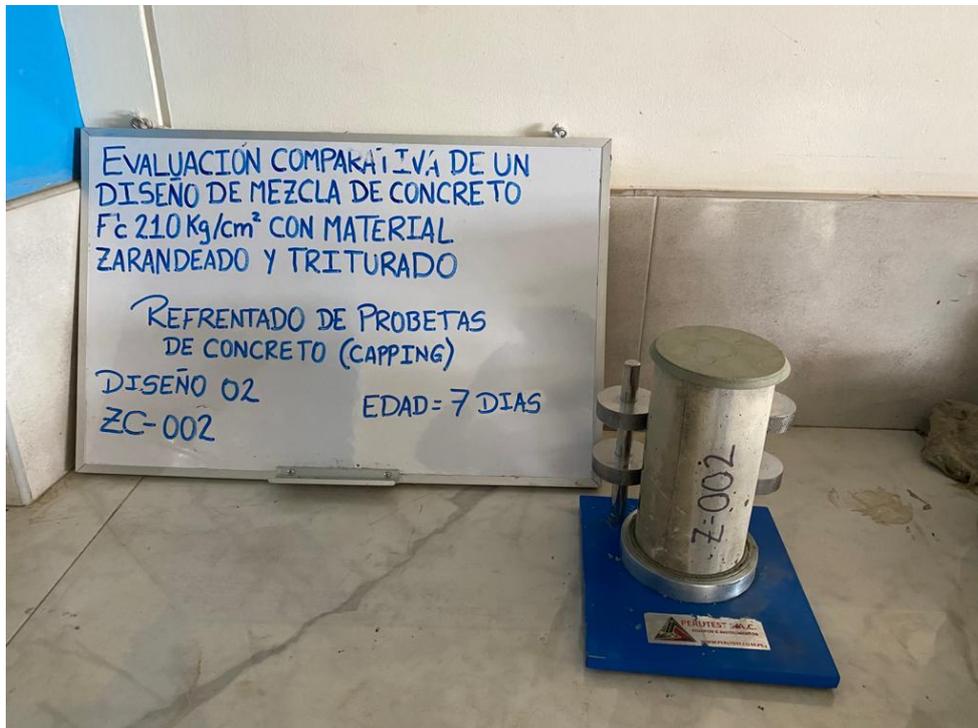
Resistencia a la compresión diseño 01 (z-003) – edad 7 días



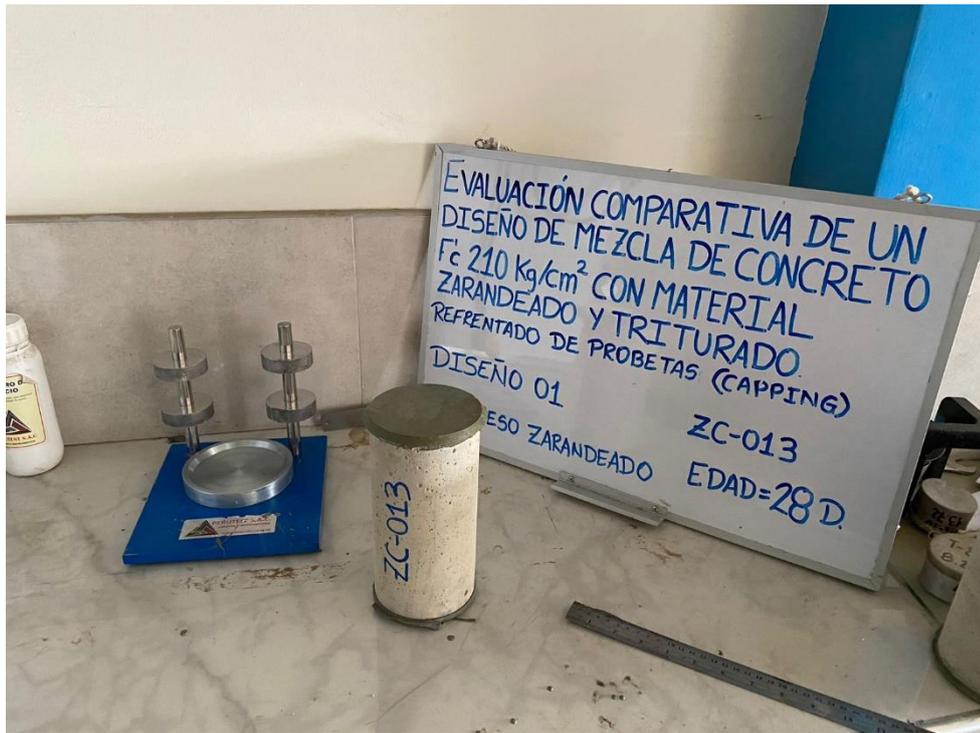
Refrentado con mortero de azufre (capping)



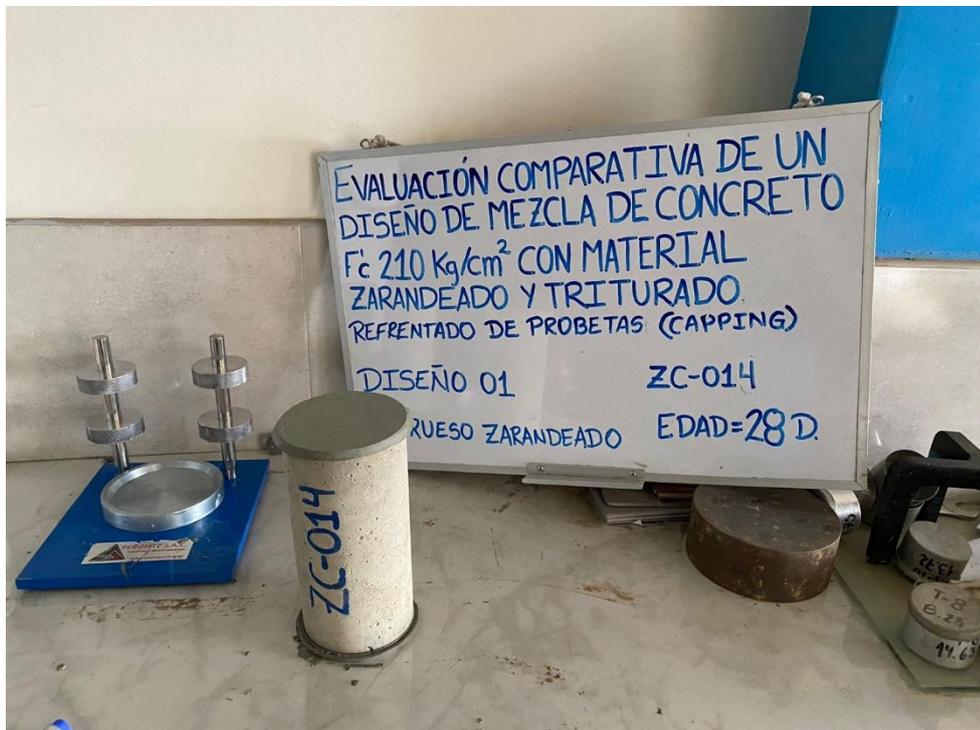
Refrentado con mortero de azufre – diseño 01 (ZC-002) 7 días



Refrentado con mortero de azufre – diseño 01 (ZC-013) 28 días



Refrentado con mortero de azufre – diseño 01 (ZC-014) 28 días



Anexo N° 06. R.D Que aprueba el proyecto de investigación



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 29 de mayo de 2024

RESOLUCIÓN N° 0970-2024-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado: **"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON MATERIAL ZARANDEADO Y TRITURADO"**, del Bachiller: **JIMENEZ CASTRO, RONALD ALDAIR**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ms. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA**, Presidente; **Ms. LUIS GRANDA TUME**, Secretario; **Ms. RAIMER RUIZ JARAMILLO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por el Bachiller: **JIMENEZ CASTRO, RONALD ALDAIR**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: **"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE UN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON MATERIAL ZARANDEADO Y TRITURADO"**.

TERCERO: COMUNICAR al Bachiller que tiene un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y presentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



[Firma manuscrita]
Dr. Ángel Alandca Quenta
DECANO

C. Copia
 Archivo
 Programa de Estudio de Ingeniería Civil
 Interesados
* A.A.Q.-9. Karim

Anexo N° 07. Constancia del laboratorio de suelos



CONSTANCIA DE ENSAYOS EN LABORATORIO

El que suscribe, Castro Gallo, Manuel identificado con número de DNI 03610641, gerente general de CONSULTGEOPAV S.A.C. "Sistema Integral de Geotecnia, Suelos y Pavimentos", CON RUC. N° 20602407021

HACE CONSTAR:

Que, el sr. Ronald Jimenez Castro identificado con D.N.I. N° 75554635, ha realizado ensayos de caracterización de agregados, elaboración de mezclas de pruebas de concreto, en nuestras instalaciones con la supervisión y apoyo de nuestro personal técnico, requeridos para su proyecto de tesis: "Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto F'c 210 Kg/cm² con material zarandeado y triturado".

Se expide el presente documento para los fines que el solicitante estime conveniente.

Piura, 20 de junio del 2024.



Manuel Castro Gallo
GERENTE GENERAL
CONSULTGEOPAV S.A.C.
RUC. 20602407021

Manuel Castro Gallo

DNI N° 03610641

CONSULTGEOPAV S.A.C

Calle Arequipa #308 – Bellavista Sullana // 986279811 // consultgeopav@gmail.com

Anexo N° 08. Constancia del Asesor



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS

Piura, 21 de agosto del 2024.

Ms. Jorge A. Vega Benites
Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil

De mi consideración:

Previo cordial saludo, por intermedio de la presente hago de su conocimiento que, en mi condición de **ASESOR(A)** de la **TESIS** titulada: "**Evaluación comparativa de un diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm2 con material zarandeado y triturado.**". presentada por el Tesista Ronald Aldair Jimenez Castro para optar el Grado académico de Título Profesional De Ingeniero Civil, dicha tesis se encuentra en condiciones aptas para su presentación y sustentación de acuerdo al reglamento vigente, por lo que doy mi **CONFORMIDAD** con el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en el cumplimiento de la Resolución de Facultad N°2078-2023-FI-UPAO, asimismo cumpla con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

La presente Tesis cumple con el cronograma y proceso de Investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informo que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Anti plagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

Agradeciendo la atención que brinde a la presente, me despido de usted.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal dashed line. The signature is cursive and appears to read 'Ramal Montejo Rodolfo Enrique'.

Ms. Ramal Montejo Rodolfo Enrique

Reg. CIP N° 88658