



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas de concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales, río Cañete, Lima - 2024

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Luis Antony EGUIZABAL JOAQUIN

Nathaly Stefany VARGAS JANAMPA

ASESOR

Omar Demetrio TELLO MALPARTIDA

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Eguizabal, L. & Vargas, N. (2025). *Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas de concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales, río Cañete, Lima - 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Luis Antony Eguizabal Joaquin
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71668351
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2893-617X
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Nathaly Stefany Vargas Janampa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73310801
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-0617-2785
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Omar Demetrio Tello Malpartida
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08644876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5043-6510
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Octavio José Caya Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09237146

Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	28286636
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Yvan Huarincallo Vilca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	71459600
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.5.11. Innovación y mejora de materiales y tecnología de construcción.
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Cañete Distrito: San Vicente de Cañete Latitud: -13.12476 Longitud: -76.35937
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024 - 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el jueves 20 de noviembre del 2025, siendo las 10:00 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. OCTAVIO JOSÉ CAYA RAMOS
Dr. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Mg. YVAN HUARICALLO VILCA

Presidente
Miembro
Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: «**VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA - 2024**», presentada por los Bachilleres **NATHALY STEFANY VARGAS JANAMPA** y **LUIS ANTONY EGUIZABAL JOAQUIN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorado por el **Dr. OMAR DEMETRIO TELLO MALPARTIDA**.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon a los Bachilleres las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

SATISFACCIÓN

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

15 (QUINCE)

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a **NATHALY STEFANY VARGAS JANAMPA** y **LUIS ANTONY EGUIZABAL JOAQUIN**.

Siendo las 11:30 hrs, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 20 de noviembre de 2025.


Mg. OCTAVIO JOSÉ CAYA RAMOS
PRESIDENTE


Dr. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
MIEMBRO


Mg. YVAN HUARICALLO VILCA
MIEMBRO


Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
FIGMMG UNMSM





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA, en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N.º3-2025-EPIC-FIGMMG/UNMSM de la tesis titulada: «Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas de concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales, río Cañete, Lima – 2024», presentada por los bachilleres NATHALY STEFANY VARGAS JANAMPA y LUIS ANTONY EGUIZABAL JOAQUIN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 13% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil.

Lima, 27 de mayo del 2026.

Firma del Asesor :

Nombres y Apellidos del asesor: OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

DNI: 08644876

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.4. Importancia y alcance de la investigación	6
1.5. Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Zeolita natural.....	16
2.2.1.1. Estructura	17
2.2.1.2. Composición química	18
2.2.1.3. Propiedades.....	20
2.2.1.2. Concreto.....	20
2.2.1.2.1. Cemento	20
2.2.1.2.2. Agregados	21
2.2.1.2.4. Dosificación	21
2.2.1.2.5. Sedimentos fluviales en ríos	21
2.2.2. Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas.....	22
2.2.2.3. Propiedades mecánicas	22
2.2.2.3.1. Resistencia a la compresión	22
2.2.2.4. Propiedades de durabilidad.....	23
2.2.2.4.1. Permeabilidad del concreto	23
2.2.2.4.2. Carbonatación.....	23
2.3. Definición de términos	24
2.3.1. Zeolita	24
2.3.2. Alcalino.....	24

2.3.3. Alcalinotérreo	24
2.3.6. Angstroms (Å)	24
2.3.7. Impurezas orgánicas	25
CAPÍTULO III	26
3. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	26
3.1. Las hipótesis	26
3.2. Las variables	27
3.3. Operación de variables	27
CAPÍTULO IV	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1. Área de estudio	29
4.2. Diseño de investigación.....	29
4.3. Población y muestra.....	30
4.4. Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de información	33
4.4.1. Procedimiento	33
4.4.2. Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolección de información	100
4.5. Análisis estadístico	101
CAPÍTULO V	103
5. RESULTADOS	103
5.1. Resistencia a Compresión.....	103
5.2. Revenimiento.....	109
5.3. Permeabilidad	110
5.4. Profundidad de carbonatación	112
5.5. Costo de material	113
5.6. Costo de mano de obra	115
5.7. Costo de maquinaria y equipo	117
CAPÍTULO VI.....	122
6. DISCUSIÓN.....	122
CAPÍTULO VII.....	126
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
7.1. CONCLUSIONES.....	126
7.2. RECOMENDACIONES	131
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
9. ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Unidad básica de la zeolita</i>	17
Figura 2 <i>Esquema del intercambio para restaurar el equilibrio eléctrico en el tetraedro fundamental de la zeolita</i>	18
Figura 3 <i>Clasificación estructural de la zeolita, en base a su cristalografía</i>	19
Figura 4 <i>Clasificación estructural de la zeolita, en base a su cristalografía</i>	22
Figura 5 <i>Ubicación de extracción de sedimentos fluviales del río Cañete</i>	34
Figura 6 <i>Sedimentos fluviales provenientes de la descolmatación del río Cañete</i>	34
Figura 7 <i>Acopio manual de sedimentos fluviales del río Cañete</i>	35
Figura 8 <i>Acopio con maquinaria de sedimentos fluviales del río Cañete</i>	35
Figura 9 <i>Transporte de los sedimentos fluviales del río Cañete al laboratorio</i>	35
Figura 10 <i>Curva granulométrica agregado fino (Estándar)</i>	37
Figura 11 <i>Curva granulométrica agregado grueso (Estándar)</i>	37
Figura 12 <i>Curva granulométrica agregado fino de río (Sedimento fluvial del río Cañete)</i> 38	
Figura 13 <i>Curva granulométrica agregado grueso de río (Sedimento fluvial del río Cañete)</i>	38
Figura 14 <i>Cemento Portland I marca “SOL”</i>	43
Figura 15 <i>Pesado de zeolita con fines de uso en el concreto</i>	59
Figura 16 <i>Pesado de materiales según dosificaciones de mezclas</i>	59
Figura 17 <i>Materiales para el concreto</i>	60
Figura 18 <i>Mezclado de concreto</i>	60
Figura 19 <i>Medición de temperatura del concreto</i>	60
Figura 20 <i>Etiquetado de probetas de concreto</i>	61
Figura 21 <i>Medición del slump de concreto</i>	61
Figura 22 <i>Elaboración de probetas de concreto</i>	62
Figura 23 <i>Etiquetado de probetas de concreto</i>	62
Figura 24 <i>Curado de probetas de concreto</i>	62
Figura 25 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación PATRÓN</i>	64
Figura 26 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%AFR+20%AGR</i>	65
Figura 27 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 30%AFR+30%AGR</i>	67
Figura 28 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%Z+AE</i>	68
Figura 29 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%AGR+20%AFR+20%Z</i>	70
Figura 30 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 30%AGR+30%AFR+20%Z</i>	71
Figura 31 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 25% Z+AE</i>	73
Figura 32 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%AFR+20%AGR+25% Z</i>	74

Figura 33 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 30%AFR+30%AGR+25% Z	76
Figura 34 Grado de carbonatación de la dosificación PATRÓN	79
Figura 35 Grado de carbonatación de la dosificación 20% AFR+20AGR	80
Figura 36 Grado de carbonatación de la dosificación 30% AFR+30AGR	80
Figura 37 Grado de carbonatación de la dosificación 20% Z+AE	82
Figura 38 Grado de carbonatación de la dosificación 20%AFR+20%AGR+20%Z.....	83
Figura 39 Grado de carbonatación de la dosificación 30%AFR+30%AGR+20%Z.....	84
Figura 40 Grado de carbonatación de la dosificación 25%Z+AE	85
Figura 41 Grado de carbonatación de la dosificación 20%AFR+20%AGR+25%Z.....	86
Figura 42 Grado de carbonatación de la dosificación 30%AFR+30%AGR+25%Z.....	87
Figura 43 Resistencia a la compresión a los 7, 28, 60 y 90 días de edad	104
Figura 44 Porcentaje de resistencia a la compresión de los diseños de mezcla respecto a la muestra patrón a los 7, 28, 60 y 90 días de edad.....	105
Figura 45 Profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido	110
Figura 46 Porcentaje de profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido respecto al diseño PATRÓN	110
Figura 47 Avance de carbonatación de las muestras de concreto endurecido	112
Figura 48 Costo de materiales para la producción de 1 m ³ de mezcla	113
Figura 49 Porcentaje de costo de materiales respecto al del diseño PATRÓN	114
Figura 50 Costo de mano de obra para la producción de 1 m ³ de mezcla.....	115
Figura 51 Porcentaje de costo de mano de obra respecto al del diseño PATRÓN.....	116
Figura 52 Costo de maquinaria y equipo para la producción de 1 m ³ de mezcla.....	117
Figura 53 Porcentaje de costo de maquinaria y equipo respecto al del diseño PATRÓN.....	118
Figura 54 Costo total de recursos para la producción de 1 m ³ de mezcla	119
Figura 55 Porcentaje de costo total de recursos respecto al del diseño PATRÓN.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Dosificaciones</i>	32
Tabla 2 <i>Muestras</i>	32
Tabla 3 <i>Contenido de humedad</i>	36
Tabla 4 <i>Módulo de finura (MF) y tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados</i>	39
Tabla 5 <i>Densidad relativa (gravedad específica) y el porcentaje de absorción de agua</i> ...	39
Tabla 6 <i>Peso unitario suelto y compactado de los agregados</i>	40
Tabla 7 <i>Propiedades físicas y composición química del cemento Portland I “SOL”</i>	44
Tabla 8 <i>Resistencia a la Compresión Promedio</i>	45
Tabla 9 <i>Asentamiento</i>	45
Tabla 10 <i>Contenido de Aire Atrapado</i>	46
Tabla 11 <i>Contenido de Agua</i>	47
Tabla 12 <i>Relación Agua - Cemento</i>	48
Tabla 13 <i>Relación Agua – Cemento Condiciones Especiales de Exposición</i>	49
Tabla 14 <i>Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto</i>	51
Tabla 15 <i>Diseño de Mezcla para $f'c=210$ kg/cm²</i>	56
Tabla 16 <i>Revenimiento (slump) y temperatura de las mezclas de concreto fresco</i>	57
Tabla 17 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación PATRÓN</i>	63
Tabla 18 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>20%AFR+20%AGR</i>	65
Tabla 19 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>30%AFR+30%AGR</i>	66
Tabla 20 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>20%Z.+AE</i>	67
Tabla 21 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>20%AGR+20%AFR+20%Z</i>	69
Tabla 22 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>30%AGR+30%AFR+20%Z</i>	71
Tabla 23 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 25%</i> <i>Z+AE</i>	72
Tabla 24 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>20%AFR+20%AGR+25% Z</i>	74
Tabla 25 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación</i> <i>30%AFR+30%AGR+25% Z</i>	75
Tabla 26 <i>Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión</i>	77
Tabla 27 <i>Relación de la permeabilidad de concreto y la profundidad de penetración</i>	78
Tabla 28 <i>Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto PATRÓN</i>	88
Tabla 29 <i>Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto 20%</i> <i>AFR+20%AGR</i>	89
Tabla 30 <i>Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto 30%</i> <i>AFR+30%AGR</i>	89
Tabla 31 <i>Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto 20%Z+AE</i>	90

Tabla 32 Costo de materiales para la elaboración de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z	91
Tabla 33 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto PATRÓN	92
Tabla 34 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR.....	92
Tabla 35 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR.....	92
Tabla 36 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR.....	93
Tabla 37 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	93
Tabla 38 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	94
Tabla 39 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	94
Tabla 40 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%Z+AE	95
Tabla 41 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z	95
Tabla 42 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z	95
Tabla 43 Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z	96
Tabla 44 Costo de maquinaria y equipo para el mezclado de concreto PATRÓN, 20%AFR+20%AGR, 30%AFR+30%AGR, 20%Z+AE y 20%AFR+20%AGR+20%Z	96
Tabla 45 Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso de río para 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z.....	97
Tabla 46 Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z	97
Tabla 47 Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z	98
Tabla 48 Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z	98
Tabla 49 Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso de río para 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR	99
Tabla 50 Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	99
Tabla 51 Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	99
Tabla 52 Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m ³ de concreto 30%AFR+30%AGR.....	100
Tabla 53 Resistencia a la compresión a los 7, 28, 60 y 90 días de edad	103
Tabla 54 Diseños de mezcla con viabilidad técnica referente a la resistencia a la compresión	108
Tabla 55 Revenimiento (slump) de las mezclas de concreto fresco	109

Tabla 56 <i>Profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido</i>	110
Tabla 57 <i>Profundidad de carbonatación de las muestras de concreto endurecido</i>	112
Tabla 58 <i>Costo de materiales para la producción de 1 m³ de mezcla</i>	113
Tabla 59 <i>Costo de mano de obra para la producción de 1 m³ de mezcla</i>	115
Tabla 60 <i>Costo de maquinaria y equipo de obra para la producción de 1 m³ de mezcla</i> .	117
Tabla 61 <i>Costo total (materiales, mano de obra y equipos) para la producción de 1 m³ de mezcla</i>	119

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos fortaleza y sabiduría en cada etapa de este camino, a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por acogernos y formarnos con excelencia, a nuestros padres por su amor incondicional y constante apoyo, a nuestros docentes por compartirnos conocimientos y valores, al Dr. Quisca por guiarnos en los inicios de la presente investigación y, de manera especial, al Dr. Tello por su dedicación y acompañamiento a lo largo de todo el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, con todo nuestro amor y gratitud, a nuestras madres, Lucía y Teodosia; a nuestros padres, Zenón y Lucio, cuyo esfuerzo incansable, sacrificio silencioso y cariño infinito han sido el pilar más firme en nuestras vidas. También lo dedicamos a nuestros hermanos, por su compañía cercana, su aliento en los momentos difíciles y el amor constante que nos dio la fuerza para no rendirnos y alcanzar este sueño.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar en qué medida la implementación del concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024. El tipo de investigación es de propósito tecnológico de enfoque cuantitativo; de nivel explicativo y el diseño es cuasiexperimental. La población estuvo constituida por concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales del río Cañete y la muestra fue no aleatoria por conveniencia y está conformado por 162 probetas de concreto. Los principales resultados evidencian que el diseño D2 alcanzó el mejor desempeño en resistencia a la compresión (281.42 kg/cm², +32.14%), presentó la menor permeabilidad (33.40 mm) y cumplió con la normativa en revenimiento (3"–4 ¾") y carbonatación (0%). En cuanto a costos, D4 obtuvo el menor valor en materiales (S/239.09, –6.73%), mientras que los gastos de mano de obra y maquinaria mostraron variaciones mínimas. Finalmente, el concreto con zeolita y sedimentos del río Cañete mejora el desempeño técnico en defensas ribereñas, destacando el diseño D2 por su resistencia, baja permeabilidad y cumplimiento normativo. Sin embargo, el diseño D4 resulta más eficiente técnico-económicamente, con menor costo (95.21% del D0), siendo la mejor alternativa para su aplicación.

Palabras clave: Zeolita, sedimentos fluviales, concreto, viabilidad técnica, viabilidad económica.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the extent to which the use of concrete with added zeolite and river sediments influences the technical and economic viability of river defenses on the Cañete River in Lima in 2024. The research is quantitative in nature, with an explanatory approach and an experimental - quasi experimental design. The population consisted of concrete with added zeolite and river sediments from the Cañete River, and the sample was convenience-based. The population consisted of concrete with added zeolite and river sediments from the Cañete River, and the sample was non-random for convenience and consisted of 162 concrete test tubes. The main results show that the D2 design achieved the best performance in compressive strength (281.42 kg/cm², +32.14%), had the lowest permeability (33.40 mm), and complied with the standards for slump (3"–4 ¾") and carbonation (0%). In terms of costs, D4 had the lowest material cost (S/239.09, –6.73%), while labor and machinery costs showed minimal variations. Finally, concrete with zeolite and sediments from the Cañete River improves technical performance in river defenses, with design D2 standing out for its strength, low permeability, and regulatory compliance. However, design D4 is more technically and economically efficient, and has a lower cost (95.21% of D0), making it the best alternative for application.

Keywords: Zeolite, river sediments, concrete, technical feasibility, economic feasibility.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La investigación tuvo la finalidad de proponer reemplazos parciales de agregados estándares por agregados provenientes de la descolmatación del río Cañete; además del reemplazo parcial del cemento por zeolita natural en la producción de concreto para el uso en la construcción de defensas ribereñas en este río, puesto que este se caracteriza por presentar altas acumulaciones de sedimentos, originando desbordamientos anuales que se intensifican con la presencia del fenómeno de El Niño y el cambio climático que se traducen en pérdidas socioeconómicas altas. Por ello, es necesario la construcción de defensas ribereñas cuya estructura responda adecuadamente a las distintas solicitaciones hidráulicas, teniendo en cuenta insumos de calidad, pero de bajo costo, como es el caso del uso de enrocados; sin embargo, existe la dificultad de contar con canteras cercanas de rocas con diámetros necesarios para tal fin lo que incrementa el costo en el flete para el traslado del material al lugar de la obra, además de que la explotación de este recurso genera impactos negativos en el paisaje y el medio ambiente. Además, periódicamente se realizan trabajos de descolmatación del río que generan materiales del lecho que son acumulados en los márgenes del río y que no son aprovechados, los cuales pueden ser incorporados en la producción del concreto. Por lo que se realizaron estudios y caracterizaciones de los agregados para el diseño de mezcla con adición de estos materiales y reemplazos parciales del cemento por zeolita natural. Para analizar la viabilidad técnica del concreto estudiado se efectuaron ensayos de revenimiento, resistencia a la compresión, permeabilidad y profundidad de carbonatación; por otro lado, para verificar la viabilidad económica de esta mezcla se obtuvo el costo de los materiales, producción del concreto y del flete para compararlo con la producción convencional de estos materiales de construcción para las defensas ribereñas. Finalmente,

producto del diseño, se observó que el concreto con un 20% de zeolita y 20% de agregados provenientes de la descolmatación del río, presenta un adecuado comportamiento técnico; que en base a la mezcla patrón presentan una resistencia mayor al 2%, un asentamiento menor del 0.02%, una permeabilidad mayor al 34% y no presenta carbonatación; en cuanto al costo de producción y del transporte al lugar de la obra representa un ahorro del 4.79% con respecto al uso del concreto común. Además, se debe considerar la reducción del impacto ambiental durante la explotación del agregado que se traduce en una reducción del costo socioambiental.

1.2. Planteamiento del problema

Descripción de la problemática

Uno de los problemas mundiales más importantes al cual nos enfrentamos es el cambio climático, cuyas consecuencias se experimentan de manera diferente durante los últimos años: fenómenos meteorológicos inusuales y extremos como tornados, ciclones, huracanes e inundaciones debido a una mayor frecuencia, duración e intensidad de las precipitaciones (Ashraf et al., 2023). Las inundaciones presentan la mayor incidencia por tipo de desastre con un porcentaje de 44% y 1.65 miles de millones de personas afectadas entre 2000 y 2019 en todo el mundo (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR], 2020) donde los países más vulnerables son los que se están en vías de desarrollo, debido a la falta de recursos de medidas de adaptación y mitigación. En respuesta a este contexto, se busca la implementación de infraestructura hidráulica innovadora y eficiente para el control de la erosión en la ribera fluvial y asegurar su estabilidad. (Krishna Prasad et al., 2016). Las estructuras tradicionales de defensa ribereñas, como los enrocados, tienen como materiales primordiales la roca y el concreto por su disponibilidad en diferentes áreas

(Mahmoudi et al., 2019); sin embargo, la experiencia reciente ha evidenciado un gran decrecimiento en dicha disponibilidad de materiales de alta calidad, lo que conlleva un aumento en el costo de construcción. (Oyegbile y Oyegbile, 2017)

En el ámbito internacional, se afronta el problema teniendo en cuenta el factor ambiental al proponer espigones con geotextiles de coco “cocolog-groynes” [espigones en forma de cocolones] en diferentes ángulos de posición para encontrar la mejor disposición como protección eficaz de la orilla de los ríos (Krishna Prasad et al., 2016). Por otro lado, se está perfeccionando el diseño de los enrocados o sistema de armadura con unidades rocosas, especialmente la selección del tamaño de las rocas, donde se propone fórmulas para predecir el diámetro medio requerido, considerando la acción combinada de las olas producidas por los barcos, la dirección y velocidad del viaje del barco con relación al del flujo del río (Mahmoudi et al., 2019).

En el ámbito nacional, con la presencia del fenómeno climático cíclico e irregular “El Niño”, que se caracteriza por un aumento brusco de temperatura del Océano Pacífico, lo que conlleva lluvias intensas en la costa norte del Perú; el problema adquiere mayor relevancia. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2014); por lo que se hace frente con investigaciones que estudian la factibilidad de la aplicación de material excedente de construcciones civiles “recycled aggregate concrete” [concreto con agregados reciclados] en el uso de gaviones para la construcción de defensas ribereñas (Ponce y Toledo, 2025). Por otra parte, también se propone como alternativa la reutilización de fibras de plástico en el concreto ciclópeo con el fin de aumentar el refuerzo del material base para la construcción de defensas ribereñas (Palomino y Vinatea, 2022).

En tal sentido, el trabajo de investigación plantea el uso de un concreto compuesto por el reemplazo del 20% o 30% del total de agregado fino y grueso estándar, por uno proveniente de la descolmatación del río Cañete tras la acumulación de sedimentos fluviales; además de la incorporación de zeolita natural —material puzolánico cuya naturaleza cristalina, tamaño

fino y capacidad de intercambio catiónico la caracterizan como apropiada para mejorar el rendimiento y resistencia del concreto en ambientes hostiles (Madhuri et al., 2021) — al 20% y 25% del total de cemento Portland tipo I, obteniendo un material viable tanto técnica y económicamente para construcción de defensas ribereñas.

Formulación del problema general

¿En qué medida influye el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?

Formulación de los problemas específicos

- ¿Cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?
- ¿De qué manera el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en el revenimiento en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?
- ¿De qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen la permeabilidad en la viabilidad técnica defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?
- ¿Cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?
- ¿De qué forma el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de material en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?
- ¿Cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?

- ¿De qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar en qué medida la implementación del concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

Objetivos específicos

- Medir cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- Determinar de qué manera el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en el revenimiento en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- Cuantificar de qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la permeabilidad en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- Calcular cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- Valorar de qué forma el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de material en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

- Estimar cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- Valorar de qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

1.4. Importancia y alcance de la investigación

- Reducir el costo en los materiales para la construcción de defensas ribereñas, mediante de concreto con adición parcial de zeolita y de sedimentos fluviales.
- Se busca reusar el material extraído de la descolmatación de los ríos para el concreto con adición parcial de zeolita la construcción de defensas ribereñas.
- Al usar el concreto con reemplazos parciales de sedimentos fluviales del río cañete y de la zeolita por agregados estándares y cemento, respectivamente; se reemplaza el uso de las rocas que en algunos proyectos son extraídas de canteras lejanas o degradando el paisaje natural de estos.
- Se busca alternativas de materiales alternativos que permitan la construcción de las defensas ribereñas.

1.5. Limitaciones de la investigación

- No se realizó el estudio y caracterización de los agregados en todo el tramo del río Cañete, por cual el rango de valores para el diseño de mezcla queda limitado para las coordenadas de agregados señaladas.
- Aplicable solo para ríos con sedimentos arenosos y gravosos en su mayoría.
- Aunque en la presente tesis no se incluyen ensayos químicos exhaustivos según el requerimiento de la norma peruana, la aptitud del sedimento del río Cañete fue

verificada mediante una caracterización completa (humedad, granulometría, gravedad específica, absorción) y, sobre todo, mediante pruebas de desempeño del concreto que son indicativas de la ausencia de efectos químicos deletéreos: resistencia a compresión, profundidad de penetración de agua bajo presión (permeabilidad) y avance de la carbonatación. Los resultados de los ensayos realizados muestran que los diseños con sedimentos alcanzan resistencias superiores o equivalentes, menor permeabilidad y carbonatación despreciable (0%) en las condiciones y edades estudiadas, lo que sugiere que, en las condiciones evaluadas, los sedimentos no afectan negativamente la durabilidad ni la seguridad del concreto. Por lo que no afecta a los resultados obtenidos.

- El presente estudio no contempla la determinación de la potencia ni del volumen explotable de los sedimentos fluviales provenientes de la descolmatación del río, dado que su alcance se centra en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas y el costo de producción del concreto elaborado con la sustitución parcial de dicho material y la zeolita. Para realizar un estudio de potencia sería necesario definir previamente el tramo de intervención del cauce, la profundidad de descolmatación admisible que no altere el flujo base ni la estabilidad hidráulica del río, así como la época y metodología de extracción que minimicen los impactos ambientales. Estos aspectos requieren información hidrológica, topográfica, geomorfológica y ambiental específica que excede el marco experimental del presente trabajo, el cual se limita al uso de sedimentos previamente extraídos y acopiados en un solo punto, considerados representativos del material disponible en la zona.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Lehner y Hrabová (2023) en su artículo de investigación tuvieron como objetivo comparar un grupo de mezclas de concreto con sustitución del cemento por diferentes porcentajes zeolita (10%, 15%, 20%, 25% y 30%) con la finalidad de relacionar las propiedades mecánicas y de degradación de los concretos estudiados con un indicador de sostenibilidad. El estudio fue principalmente cuantitativo basado en datos de mediciones experimentales y usando un análisis estadístico y correlacional. La muestra fue un conjunto de 22 tipos de mezclas divididos en dos grupos: el primero con 6 muestras de concreto binario (Cemento y Zeolita) y el segundo, con 16 muestras ternarias (Cemento, Zeolita y Material cementante adicional) incluyendo la mezcla de control (100% Cemento) con una relación agua/material cementante total de 0.4 y 0.44. El procedimiento consistió en obtener la resistencia a la compresión y la resistencia eléctricas superficiales a los 28, 56 y 91 días después del inicio del curado; después se calculó el indicador de sostenibilidad y se clasificó las mezclas según a la resistencia, durabilidad, el coste y el coste medioambiental mediante regresión lineal. Los principales resultados fueron que, a los 28 días, todas las mezclas de concreto del primer grupo son menos sostenibles que el concreto de referencia; en cambio, a los 56 y 91 días, la mezcla de 85% de Cemento tipo II/V y 15% de zeolita es la más sostenible del grupo con un mejor comportamiento y un índice de sustentabilidad de 1.5; además, el resto de las muestras del grupo están al mismo nivel o por debajo del concreto referencial. Sin embargo, en el segundo grupo, cuando la proporción de w/c cambia a 0.40, la mezcla de 75% de Cemento tipo II/V y 25% de zeolita obtienen un mejor rendimiento que cualquier muestra del primer

grupo a los 91 días. En conclusión, se muestran que el uso de zeolita sola en el concreto no siempre es ventajoso, sino que más bien depende del w/c específico ya que una relación agua/material cementante total (W/C) de 0,40 proporcionan resultados prometedores en términos de módulo de elasticidad y durabilidad.

Raggiotti et al. (2015) en su artículo de investigación tuvieron como finalidad estudiar y caracterizar la mezcla mineral con contenido de zeolita natural y determinar su influencia como aditivo puzolánico del concreto con la finalidad de mantener o mejorar las propiedades mecánicas y de duración del concreto al reemplazar el 5, 10, 15 y 20% del porcentaje en peso del cemento. La investigación se desarrolló principalmente en un enfoque cuantitativo, fundamentado en datos obtenidos a través de mediciones experimentales y utilizando un análisis estadístico de correlación. La mezcla mineral fue extraída de la región de Cuyo en Argentina y posterior a su estudio y caracterización se formaron cinco tipos muestras de concreto con 0, 5, 10, 15 y 20% en peso de zeolita para el tipo de cemento Portland ordinario (OPC); la misma cantidad, para el cemento Portland compuesto (CPC). En los dos grupos de muestras se incorporó un aditivo plastificante de base química lignosulfonato en un 0.35% del peso del material aglutinante (cemento y zeolita) con la finalidad de no incrementar la cantidad de agua para la mezcla de concreto. La investigación se dividió en dos etapas, en el primero se realizaron los ensayos de las muestras minerales mediante el picnómetro, ensayos de granulometría, difracción de rayos X (CRD), fluorescencia de rayos X (XRF) y microscopia electrónica de barrido (SEM) complementada con un espectrómetro de rayos X de energía dispersiva (EDS); en la segunda etapa se realizaron pruebas de asentamiento de las muestras de concreto, luego se realizaron roturas a compresión de las muestras a los 7, 14, 21, 28, 90 y 180 días. Además, se llevaron a cabo pruebas de durabilidad, tales como la medición de la absorción de agua por succión capilar, la velocidad de succión capilar y la

evaluación de la permeabilidad al aire. Los resultados indican que la mezcla mineral está compuesta por zeolita (51%), plagioclasa (17%), biotita (10%) y cuarzo (9%). Y los resultados obtenidos en las muestras de concreto con incorporación de la mezcla mineral reflejan que la resistencia a la compresión en las edades tempranas (7 y 28 días) están por debajo de la resistencia de la muestra de referencia, pero a los 90 y 180 días fueron muy cercanos al valor de referencia. La influencia significativa en la durabilidad del concreto se determinó para sustituciones del 15 y 20 % de zeolita en concretos con OPC; en 5 y 10% de zeolita en concretos CPC. El mejor resultado se obtuvo en el concreto OPC con una sustitución del 20% en peso de cemento por zeolita, que permite una resistencia similar y una mejor durabilidad al de la referencia. Además, la influencia de la relación agua-cemento (W/C) es fundamental en la resistencia del concreto, por lo que la adición del aditivo plastificante cumple una función importante para contrarrestar el efecto catiónico para la absorción del agua de la zeolita y de esta forma evitar la incorporación de una mayor cantidad de agua que comprometería la reducción de la resistencia a la compresión de las muestras.

Panimbosa R. (2022) En su investigación tuvo como finalidad caracterizar la zeolita y determinar la influencia de la zeolita como material cementante en sustitución del cemento en 0, 10, 15 y 20%, diseñadas para una compresión de 24 MPa y determinar su durabilidad mediante la evaluación de la permeabilidad del concreto endurecido. El estudio se llevó a cabo primordialmente mediante un enfoque cuantitativo, basado en la recopilación de datos mediante mediciones experimentales y empleando un análisis estadístico de correlación. Para la caracterización de la zeolita se realizó el análisis granulométrico mediante el hidrómetro, se determinó la densidad con el uso del frasco volumétrico Le Chatelier y la finura mediante el aparato Blaine de permeabilidad al aire. Luego se analizó los ensayos de compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 56 días para las muestras con los porcentajes de sustitución de zeolita mencionadas; finalmente, se analizó la permeabilidad del concreto a

través de la penetración de agua bajo presión. Los ensayos mencionados se realizaron cumpliendo las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN; mediante las normas internacionales ASTM y AASHTO. Se determinó que la densidad de la zeolita natural es 2.41 g/cm^3 , siendo este un valor mayor en comparación a los antecedentes usados; por lo cual, los minerales que componen a la zeolita y la presencia de impurezas en ella tienen un efecto directo en esta característica física. La superficie específica de la zeolita natural es de $563 \text{ m}^2/\text{Kg}$ cuyo valor es mayor al del cemento tipo GU de $470 \text{ m}^2/\text{kg}$, cuya comparación evidencia que la zeolita es más porosa, por lo tanto, se incrementa la demanda de agua. El fraguado del concreto inicia entre los 107 y 127 minutos; el fraguado final se da entre los 305 y 390 minutos, para los porcentajes de sustitución de 10 al 20%. La fluidez del concreto se reduce al adicionar la zeolita, por ello se usó aditivo plastificante para mejorar la trabajabilidad. La resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 a 56 días aumenta su densidad con relación a la edad para todos los porcentajes de sustitución usada, además de la penetración de agua bajo presión hasta la sustitución de 15% es mayor, por lo que se reduce la durabilidad del concreto; sin embargo, con la sustitución del 20 % la penetración del agua es menor en 4 mm al de las muestras de control de 28 mm, esto se debe a que la reacción puzolánica tiene un efecto de llenado de poros. En conclusión, el 20% de reemplazo de zeolita brindó mejores resultados de compresión y de durabilidad en base a la menor penetración que se obtuvo en estas muestras a comparación de las otras muestras.

Narasimhulu et al. (2023) en su artículo de investigación tuvieron como objetivo evaluar la corrosión del acero recubierto por un concreto con una reposición del 15% de cemento por zeolita natural y calcinada, utilizando parámetros como la resistividad eléctrica, la velocidad de corrosión y el agrietamiento por corrosión acelerada. La metodología del estudio es de tipo cuantitativo y experimental donde incluye el análisis de la calidad de concreto que contiene zeolita. La muestra empleada fueron cubos de 100mm de concreto con sustitución

al 15% de cemento por zeolita natural, calcinada y cenizas volátiles, teniendo en cuenta 2 proporciones distintas de aglutinante y agua (w/b): 0.4 y 0.3; Además, para calcular la tasa de corrosión, fueron cilindros de 100x200 mm con una barra deformada de alto límite elástico de 8 mm de diámetro, implantada en el núcleo; y para la medir la resistividad, la muestra fue cubos de 100mm de cada tipo de concreto. El inicio del procedimiento fue medir la resistencia a la compresión de las diferentes muestras de concreto con zeolita en 90 días además se hizo la prueba de CAC para comparar propiedades con el concreto referencial. Para determinar la resistividad del concreto se evaluó las muestras utilizando la técnica directa de dos sondas en los cubos de 100mm anteriormente curadas en una sala de niebla luego de 28, 56 y 90 días. En el estudio de tasa de corrosión, se empleó la técnica de polarización potencio dinámica para examinar las velocidades de corrosión. Los principales resultados fueron que la resistencia a compresión a los 90 días para la muestra con zeolita natural es de 72 MPa con w/b al 0.4, y de 93 MPa con w/b al 0.3, a comparación con el concreto de referencia, las resistencias del hormigón de zeolita natural y cenizas volantes son mayores en un 5% aproximadamente: mientras que el hormigón de zeolita calcinada alcanza una resistencia de 105 MPa con 0.3 de w/b a los 90 días. En conclusión, la incorporación de zeolita al concreto mejora su resistencia; donde una sustitución del 15 % en peso de cemento presenta un mejor rendimiento además del ahorro de cemento; es decir, puede conducir a un hormigón de alto rendimiento y de bajo impacto ambiental.

Beddaa et al. (2021) en su artículo de investigación planea evaluar la viabilidad de fabricar un concreto clase C30 utilizando 100% sedimento como agregado (finos y gruesos); y determinar la viabilidad económica del medio de producción, con el fin de determinar el potencial técnico. La metodología de la investigación fue de tipo experimental cuantitativo ya que se obtuvieron valores numéricos que se pueden contrastar. La muestra de sedimentos utilizados en la experimentación se obtuvo de la cuenca del río Sena para posterior elaborar

los testigos, el cemento utilizado para el estudio es CEM I 52.5, como hormigón de control se introduce arena sílice aluvial y áridos gruesos (0/4 mm y 4/20 mm, respectivamente). El concreto de control presenta una relación agua/cemento de 0.55, mientras que los concretos sedimentados, 0.50. En la parte procedimental se realizaron la caracterización de los sedimentos, investigando las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad, además de la lixiviación y la contracción por secado. Los resultados significativos obtenidos tras la caracterización de los sedimentos, sus propiedades físicas como la densidad, absorción de agua y tamaño de partículas son aproximadas a la de los agregados convencionales; sin embargo, los resultados experimentales muestran una pequeña adición en la dosis de cemento (menos al 5%) en el concreto sedimentado, siendo los efectos sólo marginales. En las pruebas de lixiviación arrojan que la tasa de contaminantes liberados por el concreto sedimentado es del mismo orden en magnitud que la muestra de control. Por otro lado, para el estudio de viabilidad económica se tomó como unidad funcional al metro cúbico; además se consideró los factores: costes de flete y los precios de los materiales; obviando el costo de pretratamiento y el almacenamiento de los sedimentos para finalmente revelar que la producción de un hormigón C30 a base de sedimentos es 41% más económica. En conclusión, el uso in situ de sedimentos del río en como agregado evita la huella de carbono del transporte de áridos, lo que compensa la del cemento adicional para el concreto a base de sedimentos.

Beddaa et al. (2020) en su artículo investigativo pretenden evaluar el potencial de reutilización de sedimentos de depósito fluvial como áridos en hormigón. La metodología empleada en su investigación es experimental ya que se discuten resultados cuantitativos alcanzados mediante ensayos y análisis estadísticos. Con respecto a la muestra, se obtuvieron sedimentos procedentes de las campañas de dragado de 2015, 2016 y 2017 en la cuenca del río Sena; para la elaboración de los testigos de concreto fresco de 11cm x22cm se usó el

cemento Portland tipo CEM I 52.5 y se utilizó un 30% en volumen como tasa de sustitución de agregados. En la sección de procedimientos se clasificó las muestras mediante un algoritmo K-means especificando el contenido de metales pesados, materia orgánica y distribución de tamaños; posteriormente seleccionaron puntos de dragado particulares y los sedimentos fueron tamizados en agregados gruesos, arena y finos para reemplazar el agregado en el concreto convencional. Por último, se controla la hidratación del cemento, la resistencia a la compresión y las deformaciones de contracción del concreto.

Dentro de los resultados más resaltantes para el concreto con adición de agregados provenientes de los sedimentos del río en estado fresco es que su asentamiento no varía en comparación al hormigón, encontrándose entre 16 y 18 cm para la misma relación de agua-cemento. En cuanto a su peso específico es menor para el concreto modificado, ubicándose entre 2.42-2.44 tn/m^3 , 2.35-2.46 tn/m^3 y 2.31-2.41 tn/m^3 para los hormigones a base de agregados gruesos, arenas y sedimentos finos, en cambio el del concreto base es 2.48 tn/m^3 .

La hidratación de las muestras de hormigón no varía. De las muestras de hormigón con arena proveniente de sedimentos o agregados gruesos, solo uno formó parte de la clase C30/37, los otros cinco se clasificaron como C25/30 y cuatro como C20/25. No obstante, todas las mezclas que incluyen sedimentos de arena, a excepción de CS7, satisfacen completamente los estándares establecidos por la normativa europea (EN12620 + A1, 2008). Aunque se emplearon agregados con contenido de materia orgánica, el aumento en el tiempo de fraguado fue mínimo y la resistencia a la compresión a los 28 días no mostró una reducción del 20% respecto al concreto estándar. Por otro lado, al reemplazar el 30% en volumen de arena convencional con sedimentos finos, se observó una drástica disminución en la resistencia a la compresión. La resistencia promedio a la compresión a los 28 días fue de 19 MPa para CF, lo que representa únicamente la mitad de la resistencia del concreto de control. En conclusión, la recopilación de información seleccionada sobre los sedimentos encontrados en la cuenca del río Sena ha llevado a una clasificación de los sedimentos

dragados, que muestra que el 30% de estos sedimentos podrían verse como una fuente estable de agregado arenoso limpio. También se ha demostrado que tamizar los sedimentos para descartar su fracción fina es suficiente para recuperar un valioso sustituto de los áridos y la arena del hormigón convencional. Se afirma que la eliminación de la fracción fina ha eliminado eficazmente la arcilla y la materia orgánica soluble responsable de los retrasos prolongados, las menores resistencias y el aumento de las deformaciones por contracción. De esta manera, la inclusión de estos sedimentos en el concreto, tal como se describe en este artículo, claramente anula cualquier ventaja económica o medioambiental.

Ospina et al. (2017) en el artículo de investigación desarrollado tuvieron como objetivo de realizar el análisis comparativo económico del concreto de agregados naturales con el concreto con uso de agregados reciclados en porcentajes variables. La metodología del estudio es cuantitativa y experimental, y se centra en analizar las variaciones en la resistencia a la compresión y el costo del concreto con agregados reciclados en comparación con el concreto convencional. Las muestras de concreto poseen 55% de arena y 45% de agregado grueso, este último es reemplazados por agregado reciclado obteniendo muestras M1 con 100% de agregado natural, M2 con 30% de agregado reciclado y M3 con 100% de agregado reciclado; en total se realizaron 12 cilindros y 9 viguetas con igual relación de a/c. Como primer paso del ensayo se realizaron mediciones del asentamiento del concreto fresco, luego se fallaron los cilindros de concreto a los 28 días; finalmente se realizó el análisis económico de la producción del concreto y de los gastos de actividades de transporte y disposición de residuos. Dentro de los resultados técnicos más relevantes se tiene que los asentamientos disminuyen conforme se incrementa el porcentaje de reemplazo del agregado reciclado de 7.5 cm, 7 cm y 6 cm para las muestras M1, M2 y M3 respectivamente; la resistencia disminuye en 17% cuando se reemplaza el 100% del agregado grueso, pero una sustitución del 30% del agregado grueso por agregado reciclado incrementa en 6% la resistencia a la

compresión. Con respecto a los resultados del análisis económico se obtuvo que el costo del agregado reciclado denota un 25,2% de ahorro frente al agregado natural, puesto que este último vincula gastos de exploración, trámites y licencias para la explotación; además el costo en el flete y disposición de residuos se reducen considerablemente; por ello, considerando el costo de materiales, costo de producción y transporte disminuyen en 3.389% y 3.053% del costo de la M2 y M3 con respecto al costo de producción del concreto M1; además debe considerarse costos no asociados a la producción del concreto que se reducen considerablemente como el efecto al recurso ambiental, limpieza y reducción al medio ambiente; los cuales se traducen en reducción del costo para la sociedad. En conclusión, el reemplazo total del agregado grueso por agregado reciclado representa una disminución del 17% en la resistencia a la compresión del concreto; sin embargo, un reemplazo del 30%, representa un incremento en la resistencia a la compresión del 6%; por lo cual, este último reemplazo garantiza el cumplimiento de los valores técnicos del concreto y en cuanto al ahorro en el costo de materiales, producción y flete representa un 3.389% frente al concreto convencional, además debe considerarse la reducción del costo no asociados a la producción del concreto como la reducción de impactos negativos al medio ambiente, limpieza y el uso de recursos naturales; cuyos indicadores representan reducciones en el costo para la sociedad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Zeolita natural

Son un grupo de minerales cristalinos naturales de aluminosilicatos hidratados que albergan una variedad extensa de cationes, usualmente de tipo alcalino o alcalinotérreo, así como grupos radicales y aniones, integrando lo que se denomina cationes de intercambio. La denominación general de zeolita proviene del griego “*zeo*”, que hierve y “*lithos*”, piedra; por lo que en conjunto hace referencia a la piedra que hierve, debido a que el mineral, ante

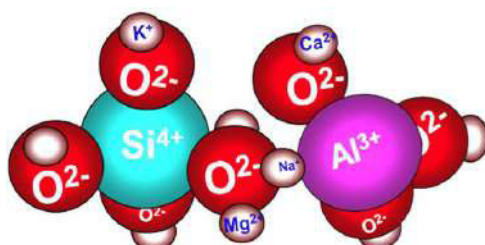
la exposición al fuego da la impresión de hervir; sin embargo, este fenómeno se atribuye al desplazamiento del agua liberada desde los espacios intercristalinos, provocado por los cambios termodinámicos y las tensiones generadas por la presión de vapor, que son significativamente superiores a las condiciones ambientales típicas. (Costafreda J. et al., 2018)

2.2.1.1. Estructura

La estructura básica de la zeolita está conformada por átomos de oxígeno y de silicio que forman el tetraedro fundamental que en unión de estos forman una estructura compleja, ver en la Figura 1. (Costafreda et al., 2018)

Figura 1

Unidad básica de la zeolita

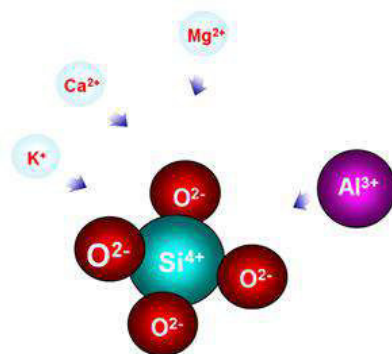


Nota. Adaptado de *Las zeolitas naturales de Iberoamérica* (p. 20), por J. Costafreda, 2015, como se citó en J. Costafreda et al., 2018.

Dentro de la estructura tetraédrica de la zeolita, generalmente el Al³⁺ sustituye al Si⁴⁺, ver Figura 2, este intercambio genera que la estructura tenga un exceso de cargas negativas que generan la entronización de cationes de potasio (K⁺), sodio (Na⁺), magnesio (Mg²⁺), calcio (Ca²⁺) y otros cationes monovalentes y divalentes que se ubican en lugares estratégicos para equilibrar las cargas.(Costafreda et al., 2018)

Figura 2

Esquema del intercambio para restaurar el equilibrio eléctrico en el tetraedro fundamental de la zeolita

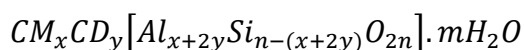


Nota. Adaptado de *Las zeolitas naturales de Iberoamérica* (p. 21), por J. Costafreda, 2015, como se citó en J. Costafreda et al., 2018.

La zeolita, al ser un tectosilicato complejo posee un ordenamiento y estructura interna que presenta redes y poros con diámetros de hasta 12 angstroms (Å) que lo convierte en un sistema abierto y activo capaz de interactuar con el medio ambiente mediante la absorción y liberación de agua, además de los cationes, sin alterar su armazón cristalino. (Costafreda et al., 2018)

2.2.1.2. Composición química

Las zeolitas naturales se representan con la siguiente fórmula química:



Donde:

- CM: K^+ , Na^+ y otros cationes monovalentes o alcalinos.
- CD: Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} y otros cationes divalentes o alcalinotérreos.
- Entre corchetes: Armazón estructural tetraédrico.
- mH_2O : Cantidad de moléculas de agua.

En la fórmula se presentan a los cationes de intercambio representados por CM y CD; al armazón fundamental e inmutable conformado por los cationes estructurales Al^{3+} y Si^{4+} unidos al anión O^{2-} . Además, en los poros se encuentran moléculas variables de agua, en cantidades equivalentes del 10 al 20% del peso de neto de la zeolita; sin embargo, este no está involucrado en la cohesión de la estructura, por lo que puede ser extraído sin causar el colapso del mineral. (Costafreda, 2008, como se citó en Costafreda J. et al., 2018)

(Meier, 1968, como se citó en Costafreda J. et al., 2018) planteó la clasificación estructural de las zeolitas, en base a su cristalografía, en 8 grupos como se muestran en la Figura 3.

Figura 3

Clasificación estructural de la zeolita, en base a su cristalografía

GRUPO C ₄ (GRUPO DE LA FILIPSITA)			GRUPO C ₈ -T ₁ (GRUPO DE LA MORDENITA)			GRUPO C ₆ -C ₆ (GRUPO DE LA FAUJASITA)		
ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al
Li-ABW	8		Bikitaíta	9		Linde	24	
Filipsita	16		Dischiardita	24		Rho	46	
Harmotoma	16		Epistilbita	24	4-7	ZK5	96	
Gismondita	16		Ferrierita	36		Faujasita	192	
Na-P	16	1-3	Mordenita	48		Paulingita	672	1-3
Amicita	16		ZSM-5	96	<20	Linde N	768	
Garronita	16		ZSM-11	96				
Yugawaralita	16							
Merlionita	32							
GRUPO C ₄ -C ₄ (GRUPO DE LA ANALCIMA)			GRUPO C ₆ (GRUPO DE LA CHABAZITA)			GRUPO C ₄ -C ₄ (GRUPO DE LA HEULANDITA)		
ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al
Analcima	48		Sodalita	12		Brewsterita	16	
Leucita	48		Cancrinita	12		Heulandita	36	
Wairakita	48	1-3	Ofrerita	18		Estilbita	72	
A	48		Losod	24		Estellerita	72	
			Gmelinita	24	2,5-4,0	Barretita	72	2,2-5,0
			Liotita	36				
			Chabazita	36				
			Mazzita	36				
			Erionita	36				
			Aghanita	48				
			Levynita	54				
GRUPO C ₄ -T ₁ (GRUPO DE LA NATROLITA)			GRUPO C ₈ (GRUPO DE LA LAUMONTITA)					
ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al	ZEOLITA	TO ₄	Si/Al
Edingtonita	10					Laumontita	24	1-2
Gonnardita	20							
Thomsonita	40	1-2						
Natrolita	40							
Scolecita	40							
Mesolita	120							

Nota. TO₄: Número de tetraedros por unidad de celda; T=Silicio (Si); Si/Al: Relación de entre silicio y aluminio en la estructura de la zeolita. Adaptado de *Las zeolitas naturales de Iberoamérica* (p. 23), por W. Meier, 1968, como se citó en J. Costafreda et al., 2018.

2.2.1.3. Propiedades

Las propiedades más resaltantes de las zeolitas naturales se deben a la presencia de cationes en su composición y a su estructura interna en forma de tetraedros que genera anillos de forma cuadrada, pentagonal, hexagonal y octogonal que originan vacíos en forma de jaulas de diámetro comprendido entre los 2 y 12 Å que se interconectan entre sí mediante canales. Lo mencionado hace posible el intercambio catiónico y la eliminación y absorción de moléculas de agua sin colapsar la estructura interna del mineral. (Costafreda et al., 2018)

2.2.1.2. Concreto

2.2.1.2.1. Cemento

- Cemento hidráulico

Es el cemento que fragua y se endurece por reacción química con el agua; además, se mantienen duros y estables bajo el agua; además, todos cementos portland y los cementos mezclados son cementos hidráulicos. (NTP 334.001, 2022)

- Cemento Portland

Es un tipo de cemento hidráulico obtenido de la pulverización del Clinker, conformado por silicatos de calcio hidráulicos, aluminatos y sulfatos de calcio; además de hasta un 5% de piedra caliza y adiciones de procesamiento generalmente. (NTP 334.001, 2022) Con el objetivo de satisfacer los requerimientos para aplicaciones específicas, la producción se hace de acuerdo con las especificaciones de la que designa ocho tipos de cementos, los cuales son para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas (Tipo I), para cuando se necesite resistencia moderada a los sulfatos (Tipo II), en situaciones donde se desea un moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos (Tipo II (HH)) para cuando se requiera altas resistencias iniciales (Tipo III), para cuando se necesita bajo calor

de hidratación (Tipo IV), para usar en casos que se requiere alta resistencia a los sulfatos (Tipo V) (NTP 334.009, 2023)

2.2.1.2.2. Agregados

Un componente granular, que puede ser tanto de origen natural como artificial, como la arena, la grava, la piedra triturada o la escoria de alto horno, se utiliza en combinación con un agente cementante para crear concreto o mortero hidráulico. (NTP 400.037:2021) Los concretos más comunes incluyen agregados gruesos y agregados finos.

- **Agregados gruesos**

Se originan de la desintegración natural o mecánica de material rocoso y para su clasificación debe ser retenido por el tamiz número 4 (4.75 mm). (NTP 400.037:2021)

- **Agregados finos**

Provenientes de la desintegración natural o mecánica de la roca y para su clasificación debe ser retenido por el tamiz No. 3/8" (9.5 mm), casi completamente el tamiz No. 4 (4.75 mm) y retenido en el tamiz No. 200 (75 μ m). (NTP 400.037:2021)

2.2.1.2.4. Dosificación

Mediante la dosificación del concreto se busca una adecuada trabajabilidad y consistencia para el proceso de vaciado de la mezcla que no genere segregación o exudación excesiva; además que se logre una adecuada resistencia a la compresión, cuyo valor dependerá de su finalidad de uso. Cuando los componentes de la mezcla son usados de distintos lugares, deben ser analizados cada situación representativa. (NTP E.060, 2020)

2.2.1.2.5. Sedimentos fluviales en ríos

Se origina por la acumulación de las partículas, trasladados por el agua, en el cauce y faja marginal de los ríos. Estas pueden ser de distintos tamaños y pueden estar compuestos por limo, arcilla, arena, grava y roca. (Tarbuck & Lutgens, 2013)

2.2.2. Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas

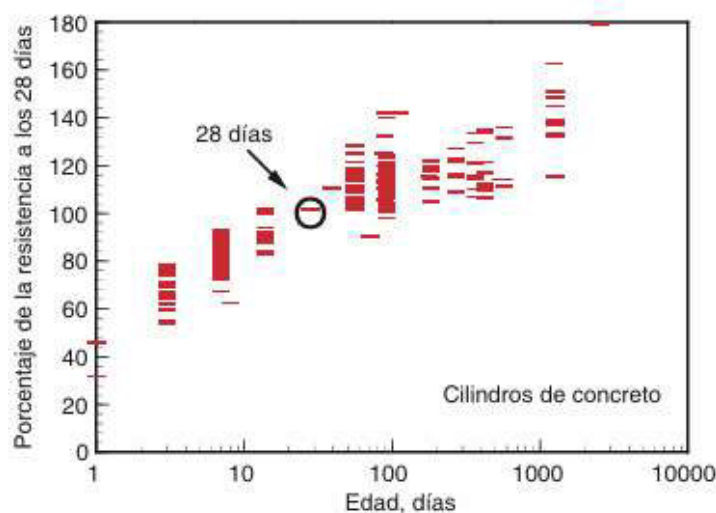
2.2.2.3. Propiedades mecánicas

2.2.2.3.1. Resistencia a la compresión

En especímenes de concreto, es la medida mayor de la resistencia a carga axial a una edad de 28 días, también se mide en otras edades, sin embargo, es primordial conocer la relación de la resistencia entre los 28 días y las demás edades. Esta relación a los 7 días se estima el 75% de la resistencia a los 28 días; a los 56 y 90 días, aproximadamente 10% y 15% mayores a la del día 28 respectivamente, como se aprecia en la Figura 4. (Kosmatka et al., 2004)

Figura 4

Clasificación estructural de la zeolita, en base a su cristalografía



Nota. Obtenido de (Lange, 1994, como se citó en S. Kosmatka et al., 2004)

En el Perú, según la norma vigente, este ensayo se realiza siguiendo la norma (NTP 339.034, 2021) a los 3 días, 7 días y 28 días, 6 meses y 1 año (los cuales se pueden suspender dependiendo del periodo requerido); además de un ensayo a 90 días si se necesita el

cumplimiento del requerimiento provisional del requisito alternativo. Para cada edad, se debe calcular la resistencia como un porcentaje de la resistencia de referencia. Puede ser identificada con la notación “F’c” (NTP 334.088, 2021)

2.2.2.4. Propiedades de durabilidad

2.2.2.4.1. Permeabilidad del concreto

La permeabilidad es la cantidad de agua que se traslada a través del concreto, cuando dicha agua está sometida bajo presión; también se define como la capacidad de resistir al ingreso de agua, otros fluidos (líquidos o gases) y iones que presenta el concreto. (Kosmatka et al., 2004)

La permeabilidad del concreto es importante en las distintas estructuras hidráulicas que almacenan o transportan líquidos, porque se relaciona con la penetración de agentes agresivos del medio ambiente al concreto mediante sus poros; debido a ello, tiene una estrecha relación con la durabilidad del concreto. (Torrent et al., 2022)

2.2.2.4.2. Carbonatación

La carbonatación es una reacción química donde los componentes del concreto endurecido reaccionan con el CO₂ del aire o agua para formar carbonatos, como el carbonato de calcio primordialmente. (Nawy, 2008)

Tradicionalmente la evaluación del comportamiento de concreto se supone dentro de un medio ambiente sin reacción conformado por aire; sin embargo, se sabe que el aire presenta CO₂ que, junto a la humedad, reacciona con el cemento hidratado mediante de su sistema de poros; por lo que a más cantidad de CO₂, la rapidez de la carbonatación también se incrementa. (Neville, 2013)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Zeolita

Se trata de aluminosilicatos cristalinos que se fundamentan en un esqueleto aniónico rígido, caracterizado por cavidades, canales y poros claramente definidos. Están compuestos por aluminio, silicio, hidrógeno y oxígeno en su estructura principal, y en los poros se hallan cationes metálicos y moléculas de agua, las cuales se liberan al incrementar la temperatura. (Cortés Calleja, 2009)

2.3.2. Alcalino

Los elementos alcalinos, a excepción del hidrógeno (H), se ubican en el grupo IA de la tabla periódica. Estos tienen solo un electrón de valencia, el cual está expuesto a perderse y da origen a los iones monovalentes. Los alcalinos son muy reactivos, por lo que siempre se presentan en compuestos de óxido, silicatos, hidróxidos, etc. (Holguín et al., 2007)

2.3.3. Alcalinotérreo

Los elementos alcalinos térreos, se ubican en el grupo IIA de la tabla periódica. Estos tienen dos electrones de valencia los cuales están en el nivel energético externo que se pierden con facilidad y dan origen a los iones divalentes, los cuales tienen un potencial de ionización más elevados que al de los metales alcalinos. Además, son oxidados con facilidad por lo que son buenos reductores. (Holguín et al., 2007)

2.3.6. Angstroms (Å)

Unidad de medida de la longitud equivalente a 10^{-10} m, cuyo símbolo es Å. (Real Academia Española, n.d., definición 1)

2.3.7. Impurezas orgánicas

Son materiales de origen orgánico que pueden estar presentes en los agregados finos. En el contexto de la presente investigación, para su determinación debe realizarse el ensayo de colorimetría, donde los agregados que produzcan un color oscuro al estándar deben desecharse. (NTP 400.037:2021)

CAPÍTULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Las hipótesis

Hipótesis general

El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notoriamente en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

Hipótesis específicas

- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notoriamente en el revenimiento en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen considerablemente en la permeabilidad en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notablemente al costo de material en la viabilidad económica defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen considerablemente al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen relevantemente al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

3.2. Las variables

Variable independiente: Concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales

Variable dependiente: Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima - 2024

3.3. Operación de variables

V. I: Concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales

Definición conceptual

El concreto con adición de sedimentos fluviales se refiere a una mezcla que incorpora a estos últimos como agregados, los cuales son obtenidos de los ríos. Los sedimentos pueden conformarse de arena, limo y grava los cuales son usados como sustitutos parciales o totales de los agregados convencionales. Esta práctica busca reducir el uso de los agregados extraídos de las canteras y de esta forma promover construcciones más sostenibles donde se aprovechen materiales que generalmente son considerados residuos. El uso de los sedimentos fluviales para los concretos brinda ventajas en cuanto a la reducción de los costos de los materiales y genera un menor impacto ambiental, pero se debe tener mucho cuidado en la evaluación de la calidad de estos sedimentos, para lo cual es necesario verificar la composición y las propiedades físicas de estos que aseguren las características mecánicas del concreto para su adecuado desempeño estructural. (Neville, 2011)

Las zeolitas son silicatos de alúmina cristalinos con poros uniformes, presentan alta capacidad de adsorción, por lo que es un agente de curado. Su adición al concreto incrementa la densidad de la microestructura del cemento, lo que reduce la permeabilidad y porosidad. (Waghmare et al., 2022).

V. D: Viabilidad técnica y económica para defensas ribereñas

Definición conceptual

La viabilidad económica depende de un análisis económico que implica una comparación de los beneficios y costos asociados durante la vida útil de la propuesta. (Singal et al., 2023)

Las defensas ribereñas son estructuras conformadas por unidades rocosas que funcionan como control del proceso natural de erosión en ríos con caudales variables y de alta velocidad con el fin de reducir o prevenir inundaciones fluviales. (Mahmoudi et al., 2019)

En el Anexo B se presenta la matriz de operacionalización donde se describe la definición operacional y conceptual, las dimensiones e indicadores para la variable dependiente e independiente.

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

Margen izquierdo del Río Cañete, en la coordenada 352649.05 m E, 8548670.38 m S de la zona 18L, Lima 2024.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación, según Ñaupas et al. (2018), es una estructura o plan que responde a los problemas de investigación planteados e identifica y define el modo de control, observación y medición de las variables a estudiar; además, se clasifica en investigación no experimental y experimental, siendo esta última la más compleja debido a que aplica el método experimental que se apoya en la matemática y estadística. Uno de los tipos de diseño que presenta la investigación experimental es el diseño cuasiexperimental, el cual se aplica en contextos reales donde no se puede formar grupos aleatorios; por lo que, trabaja ya con grupos constituidos (Sánchez-Reyes, 2015, como se citó en Ñaupas et al., 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de investigación del presente trabajo es experimental-cuasiexperimental debido a que fue imposible formar grupos de manera aleatoria a la naturaleza de la investigación; por lo que se aplicó criterios de exclusión de acuerdo con lo que requiere la normativa vigente.

Tipo de investigación

Según Ñaupas et al. (2018) los tipos de investigaciones según su propósito son la investigación básica, la aplicada y la tecnológica, esta última tiene como fin el perfeccionamiento, mejoramiento u optimización de sistemas, normas conforme al progreso de la tecnología y ciencia; por lo que, se fundamenta fruto de la investigación básica y

aplicada. Otra clasificación que distingue el autor es de acuerdo con el enfoque: cualitativo, cuantitativo y mixto o bimodal. El enfoque cuantitativo está relacionado con la medición de variables, uso de magnitudes, la observación, el muestro y tratamiento estadístico para responder preguntas de investigación y verificar hipótesis formuladas.

A partir de lo indicado anteriormente, el presente trabajo se clasifica como por propósito: tecnológica de enfoque cuantitativa, porque tuvo como base teórica: información y resultados obtenidos en investigaciones básicas, puras o fundamentales. Además, se orientó hacia la optimización del concreto para la construcción de defensas ribereñas en el campo de la ingeniería civil.

Nivel de investigación

El nivel de investigación explicativo se enfoca en aclarar el motivo o el porqué de los fenómenos naturales mediante una evaluación de los efectos, teniendo en cuenta el entorno de cada variable. Estas investigaciones son más estructuradas y brindan un sentido de entendimiento del evento estudiado en cuestión (Hernández Sampieri et al., 2006). Considerando la definición anterior, la presente tesis presenta un nivel de investigación explicativo debido a que se busca conocer las causas del comportamiento de la variable dependiente al modificar dimensiones de la variable independiente; es decir, se indaga la causalidad del fenómeno.

4.3. Población y muestra

Población:

Una población es un conjunto completo de objetos o resultados a fines; es decir, con características comunes, de los cuales se indaga determinada información. (Navidi, 2011). En el presente trabajo de tesis, la población fue el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales del río Cañete en el 2024

Muestra:

La muestra es un subconjunto o parte representativa de una determinada población que contiene los objetos o resultados observados; en cuyo análisis se basan los métodos estadísticos. En muchos escenarios es complicado o imposible seleccionar una muestra de manera ciertamente aleatoria; en esos casos, lo mejor es muestrear elementos mediante algún método. Una muestra de este tipo se denomina muestra de conveniencia y para tomarla es fundamental pensar cuidadosamente en todas las formas en que la muestra podría variar significativamente de la población (Navidi, 2011).

En base a lo descrito anteriormente, la muestra estudiada es de conveniencia siendo no aleatoria debido a que se encuentra limitada por aspectos normativos y el planteamiento de diseño.

Al añadir la zeolita al concreto las muestras se convierten en no convencionales; por esta razón, no se tomaron como referencia las fechas estándares establecidas la normativa peruana para los ensayos de resistencia a la compresión. En su lugar, y basándose en el comportamiento del concreto con adición de zeolita según los antecedentes revisados, se consideraron las siguientes dosificaciones de concreto D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 y D8 más el patrón (D0) presentadas en la Tabla 1, los cuales serán ensayados a los 7, 28, 60 y 90 días de edad, según el requerimiento del ensayo. Según lo señalado se planteó las muestras no aleatorias indicadas en la Tabla 2.

Tabla 1*Dosificaciones*

Tipo de muestra	Estado
D ₀	Muestra patrón (Agregado estándar sin adición de zeolita)
D ₁	Reemplazo del 20% de agregado fino estándar (AFE) por agregado fino de río (AFR) y 20% de agregado grueso estándar (AGE) por agregado grueso de río (AGR) sin adición de zeolita
D ₂	Reemplazo de 30% de AFE por AFR y 30% de AGE por AGR sin adición de zeolita
D ₃	Agregado estándar con 20% de reemplazo de cemento por zeolita
D ₄	Reemplazo de 20% de AFE por AFR y 20% de AGE por AGR con 20% de reemplazo de cemento por zeolita
D ₅	Reemplazo de 30% de AFE por AFR y 30% de AGE por AGR con 20% de reemplazo de cemento por zeolita
D ₆	Agregado estándar con 25% de reemplazo de cemento por zeolita
D ₇	Reemplazo de 20% de AFE por AFR y 20% de AGE por AGR con 25% de reemplazo de cemento por zeolita
D ₈	Reemplazo de 30% de agregado fino de AFE por AFR o y 30% de AGE por AGR con 25% de reemplazo de cemento por zeolita

Tabla 2*Muestras*

Ensayo	Tipo de muestra	Estado	Días				Subtotal	Total
			7	28	60	90		
Ensayo de resistencia a compresión	D ₀	Endurecido	3	3	3	3	12	108
	D ₁	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₂	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₃	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₄	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₅	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₆	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₇	Endurecido	3	3	3	3	12	
	D ₈	Endurecido	3	3	3	3	12	
Permeabilidad	D ₀	Endurecido				3	3	27
	D ₁	Endurecido				3	3	
	D ₂	Endurecido				3	3	
	D ₃	Endurecido				3	3	

Ensayo	Tipo de muestra	Estado	Días				Subtotal	Total
			7	28	60	90		
	D4	Endurecido				3	3	
	D5	Endurecido				3	3	
	D6	Endurecido				3	3	
	D7	Endurecido				3	3	
	D8	Endurecido				3	3	
	D0	Endurecido				3	3	
	D1	Endurecido				3	3	
	D2	Endurecido				3	3	
Profundidad de Carbonatación	D3	Endurecido				3	3	27
	D4	Endurecido				3	3	
	D5	Endurecido				3	3	
	D6	Endurecido				3	3	
	D7	Endurecido				3	3	
	D8	Endurecido				3	3	

Como se precisa en la Tabla 2, a muestra está conformada por 162 probetas cilíndricas de 6"x 6" para el ensayo a la resistencia a la compresión, además de 27 probetas adicionales para la permeabilidad y finalmente 27 probetas para la carbonatación, haciendo un total de 162 probetas como muestras de la presente investigación.

4.4. Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de información

4.4.1. Procedimiento

ETAPA 1: Ubicar el lugar de extracción de sedimentos fluviales

Se ubicó el acopio de los sedimentos fluviales provenientes de la descolmatación del río Cañete en el margen izquierdo de este, en la coordenada 352649.05 m E, 8548670.38 m S de la zona 18L.

Figura 5

Ubicación de extracción de sedimentos fluviales del río Cañete



*Nota. Google. (s.f.). [Río Cañete a la altura de la Antigua Panamericana Sur].
Recuperado el 18 de junio de 2025 de <https://maps.app.goo.gl/ZG4dXpMLvHjxUabL7>*

Figura 6

Sedimentos fluviales provenientes de la descolmatación del río Cañete



Nota. Fotografía tomada el 27 de diciembre del 2024

ETAPA 2: Recolección de sedimentos fluviales

Se analizaron cuatro (04) grupos de agregados, dos de ellos estándar (Cantera Los Ángeles ubicado en Lima): Agregado fino y grueso; otros dos, de los sedimentos fluviales del río Cañete: Agregado fino y grueso de río.

Figura 7

Acopio manual de sedimentos fluviales del río Cañete



Figura 8

Acopio con maquinaria de sedimentos fluviales del río Cañete



Figura 9

Transporte de los sedimentos fluviales del río Cañete al laboratorio



ETAPA 3: Caracterización de sedimentos fluviales

En el laboratorio, con la finalidad de analizar la influencia de las propiedades físico-mecánicas de los agregados estándar y de los sedimentos del río Cañete se realizó el Análisis granulométrico de los agregados (ASTM C136) en el cual se tamizaron los agregados para su posterior cuarteado en cumplimiento de la NTP 400.020:2015 (Método de reducción de muestras de campo de agregados), asegurando la homogeneidad del material utilizado en los ensayos. Este procedimiento permitió disponer de una muestra representativa del material sedimentario del río, simulando las condiciones reales del recurso utilizado en la zona de estudio. Luego, se determinaron el Contenido de humedad de los agregados (ASTM C566-19), Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos (ASTM C127-15), Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregado fino (ASTM C128-15) y la Determinación del peso unitario suelto y compactado de los agregados (ASTM C29/C29M – 17a).

El contenido de humedad del agregado grueso y fino (agregados estándar) son 0.41% y 1.80%, respectivamente; del conglomerado (sedimentos del río Cañete), es de 0.53%, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Contenido de humedad

Ensayo	Conglomerado (Sedimento del río Cañete)	Agregado estándar	
		Agregado grueso	Agregado fino
Contenido de humedad	0.53%	0.41%	1.80%

Se realizó el análisis granulométrico del agregado fino (Estándar), agregado grueso (Estándar); del agregado fino y grueso del río Cañete. A partir del cual se obtuvieron las siguientes curvas granulométricas:

Figura 10

Curva granulométrica agregado fino (Estándar)

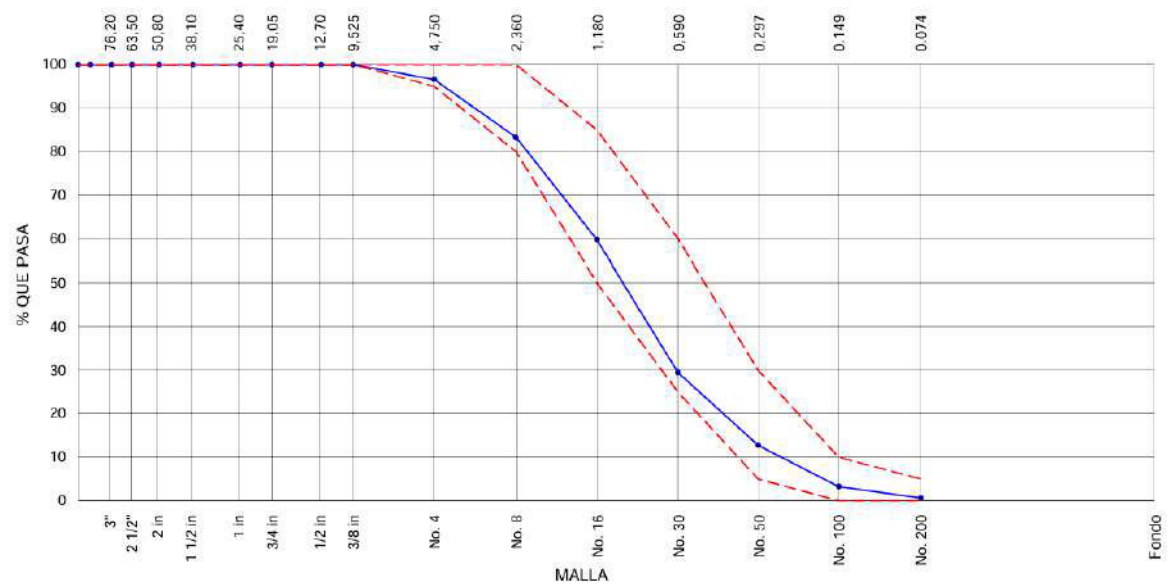


Figura 11

Curva granulométrica agregado grueso (Estándar)

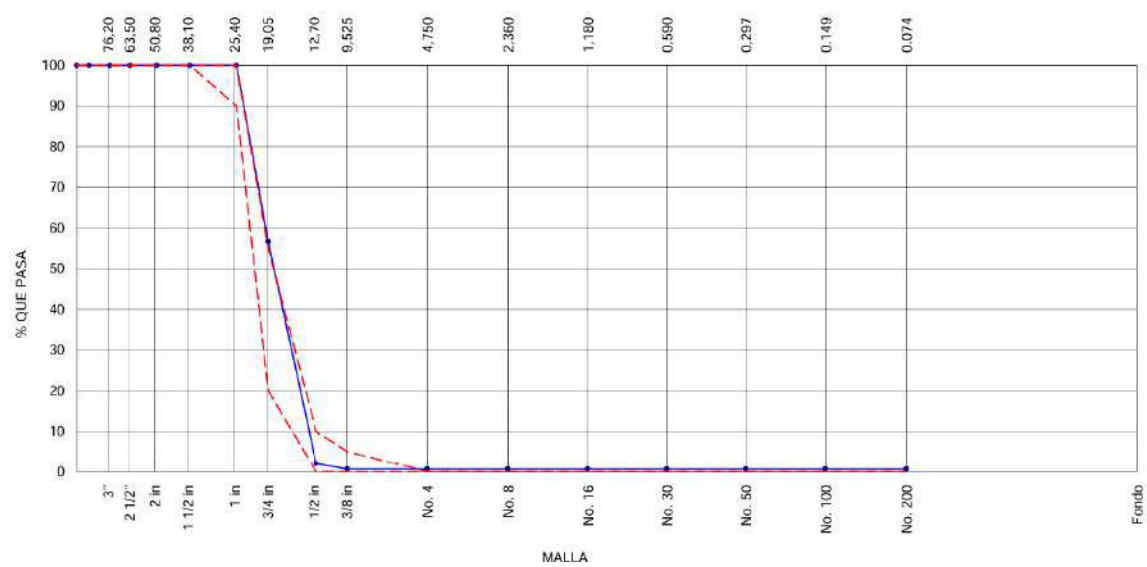


Figura 12

Curva granulométrica agregado fino de río (Sedimento fluvial del río Cañete)

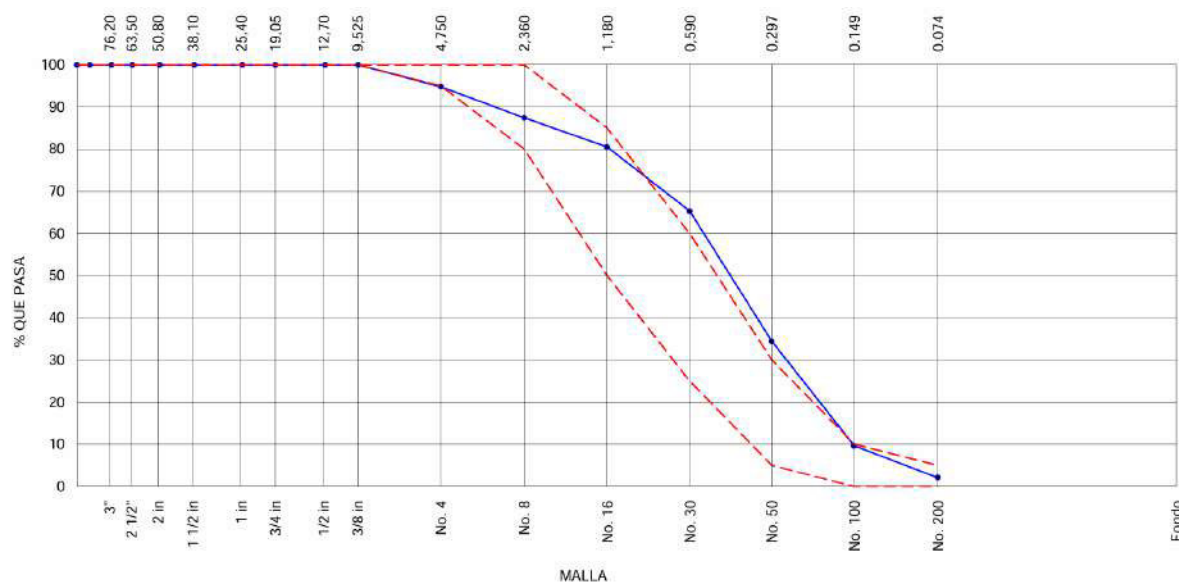
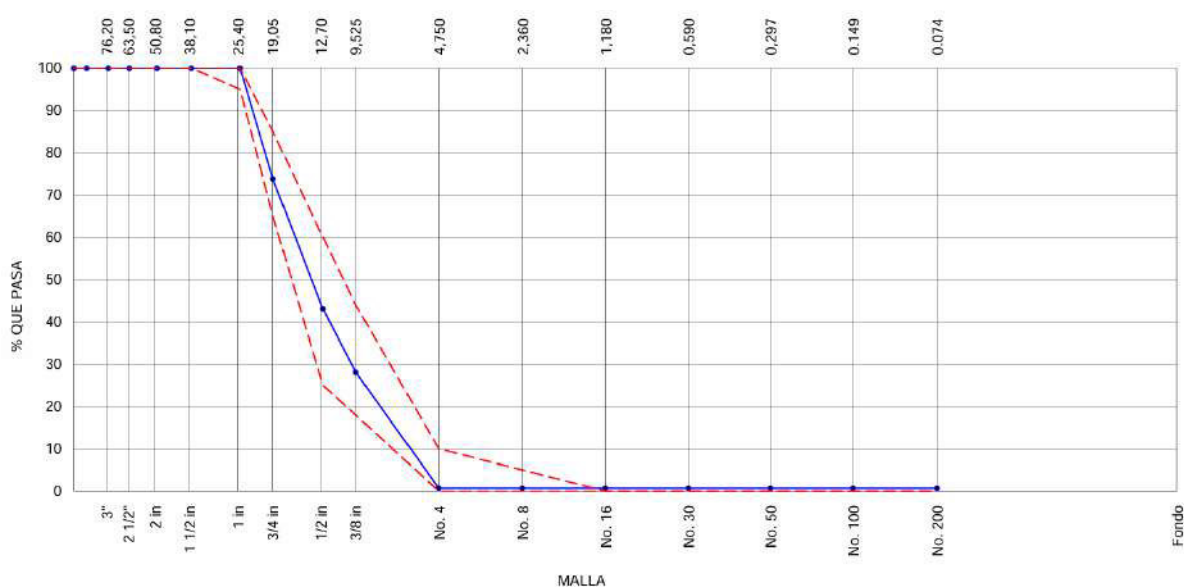


Figura 13

Curva granulométrica agregado grueso de río (Sedimento fluvial del río Cañete)



De lo anterior, se obtuvieron módulo de finura (MF) igual a 3.15 para el agregado fino estándar; MF de 7.39 con un Tamaño Máximo Nominal (TMN) de 3/4" para el agregado grueso estándar. Para el agregado fino de río, un MF igual a 2.28; y para el agregado grueso de río, un MF de 6.94 con TMN de 3/4", cuyo resumen se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Módulo de finura (MF) y tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados

	Agregado estándar		Sedimentos fluviales del río Cañete	
	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino de río	Agregado grueso de río
Módulo de finura (MF)	3.15	7.39	2.28	6.94
Tamaño máximo nominal (TMN)	-	3/4"	-	3/4"

A partir del Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados, se obtuvieron los datos correspondientes tanto de los agregados estándar y de los provenientes del río Cañete, con fines de diseño de mezcla; tales como la gravedad específica de masa (o seca al horno), gravedad específica de masa saturada superficialmente seca (S.S.S.), gravedad específica aparente y el porcentaje de absorción de agua, los cuales se presentan en la Tabla 5

Tabla 5

Densidad relativa (gravedad específica) y el porcentaje de absorción de agua

	Agregado estándar		Sedimentos fluviales del río Cañete	
	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino de río	Agregado grueso de río
Gravedad específica de masa	2.697	2.764	2.652	2.702
Gravedad específica de masa S.S.S	2.738	2.780	2.688	2.709
Gravedad específica aparente	2.814	2.810	2.752	2.721
Porcentaje de absorción de agua	1.50	0.60	1.40	0.30

Se observa que las gravedades específicas (masa, masa S.S.S. y aparente) de los agregados estándar son ligeramente superiores a las de los agregados del río, aunque las diferencias no son significativas, lo cual sugiere una calidad comparable. El agregado grueso de río presenta la mayor gravedad específica de masa S.S.S. (2.709), lo que indica una buena densidad, mientras que el agregado fino de río tiene la más baja (2.688). En cuanto a la absorción de agua, los agregados fluviales muestran valores similares a los del estándar, aunque el agregado grueso de río destaca por su muy baja absorción (0.30 %), lo que es beneficioso para controlar el contenido de agua en el diseño de mezcla. En general, los sedimentos del río Cañete muestran características adecuadas para su uso en mezclas de concreto, siempre que se controle adecuadamente su contenido de humedad.

La medición del peso unitario, tanto en estado suelto como compactado, de los agregados es un aspecto esencial en el diseño de mezclas de concreto, ya que brinda información sobre la densidad aparente del material en condiciones prácticas de uso. Este dato resulta crucial para determinar con precisión el volumen que ocuparán los agregados, ajustar las proporciones volumétricas de los componentes, estimar el rendimiento por metro cúbico y analizar la compacidad y distribución granulométrica. Por medio de los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes valores al respecto:

Tabla 6

Peso unitario suelto y compactado de los agregados

	Agregado estándar		Sedimentos fluviales del río Cañete	
	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino de río	Agregado grueso de río
Peso unitario suelto (Kg/m³)	1670	1361	1591	1543
Peso unitario compactado (Kg/m³)	1819	1520	1769	1660

La Tabla 6 expone los valores obtenidos del peso unitario, tanto en estado suelto como compactado, de agregados estándar y de sedimentos fluviales del río Cañete, utilizados para el diseño de mezclas de concreto. El agregado fino estándar muestra los valores más altos en ambas condiciones (1670 Kg/m^3 suelto y 1819 Kg/m^3 compactado), lo que evidencia una buena compacidad y distribución de partículas. En cambio, el agregado grueso estándar registra el menor peso unitario suelto (1361 Kg/m^3), lo que indica una densidad aparente más baja en ese estado. Por su parte, los agregados del río Cañete presentan valores intermedios, resaltando el agregado fino de río con un peso unitario compactado de 1769 Kg/m^3 , similar al del agregado fino estándar, lo cual sugiere una adecuada gradación. En general, los resultados se mantienen dentro de rangos apropiados para el diseño de mezcla, permitiendo una correcta estimación del volumen ocupado por los agregados y una dosificación más precisa para obtener un concreto de buen rendimiento y calidad.

ETAPA 4: Diseño de Mezcla

El diseño de mezcla se entiende como el procedimiento mediante el cual se eligen los materiales que conforman el concreto y se establecen sus proporciones más convenientes y económicas. El objetivo es obtener una mezcla que, en estado fresco, presente la trabajabilidad y consistencia necesarias, y que, una vez endurecida, cumpla con las exigencias del proyectista o con las especificaciones técnicas y planos de la obra.

Requerimientos de información

Para definir las proporciones de una mezcla de concreto, no basta con conocer las propiedades que se esperan del material ni el uso que se le dará; también es imprescindible considerar las condiciones ambientales y geográficas del lugar de aplicación, además de las características intrínsecas de cada material que la compone.

De manera esencial, la selección de las proporciones debe fundamentarse en los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio realizados sobre los materiales a emplear. Estos resultados constituyen la base técnica más confiable para elaborar un diseño de mezcla adecuado, siendo la información derivada de dichas pruebas la más relevante para garantizar un desempeño óptimo del concreto.

Cemento

En lo referente al cemento, es necesario identificar aspectos como:

- La marca y el tipo de cemento seleccionado.
- Su peso específico.

Agua

El agua destinada a la mezcla debe ser preferentemente potable. En caso de que no lo sea, resulta indispensable contar con:

- Un análisis químico de su composición.
- La evaluación de sus efectos sobre el tiempo de fraguado, el calor de hidratación y la resistencia mecánica del concreto.

Agregados

Respecto a los agregados, tanto finos como gruesos, es fundamental disponer de información acerca de:

- Su forma, perfil y textura superficial.
- La distribución granulométrica.
- El peso específico de la masa.
- Los pesos unitarios en estado suelto y compactado.
- Los valores de absorción y contenido de humedad.
- La pérdida por abrasión.
- La presencia o ausencia de materia orgánica.

Aditivos

En caso de emplearse aditivos dentro de la mezcla, se debe considerar:

- La marca y el tipo de aditivo utilizado.
- La fecha de caducidad.
- El efecto que produce en las propiedades del concreto.
- Las recomendaciones de uso emitidas por el fabricante.

Propiedades físicas y composición química de los materiales

El cemento que se usó para este estudio es de tipo Portland I; el cual presenta como principalmente componente silicato tricálcico o alita ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ o C3S en 55% en peso), silicato dicálcico (Ca_2SiO_2 o C2S en 12 % en peso) y aluminato tricálcico (C3A en 10% en peso) los cuales se muestran en la Tabla 7. Para el diseño patrón se utilizaron agregados provenientes de la cantera Los Angeles cuyas características se detallan en las Tablas 4, 5 y 6. Por otro lado, en relación con las muestras añadidas con sedimento, el agregado convencional fue reemplazado en un 30% y 20% de su volumen sin alterar el volumen total de áridos.

Figura 14

Cemento Portland I marca “SOL”



Nota. Foto referencial de la envoltura del cemento Sol

Tabla 7

Propiedades físicas y composición química del cemento Portland I “SOL”

Compuesto químico	Cemento Sol	Fases mineralógicas	Cemento Sol	Parámetro	Cemento Sol
MgO	2.9 %	C2S	12%	Contenido de aire	7%
SO3	2.8%	C3S	55%	Expansión autoclave	0.09%
Pérdida al fuego	2.2%	C3A	10%	Superficie específica	323 m ² /kg
Residuo Insoluble	0.9%	C4AF	10%	Densidad	3.13 g/cm ²

Nota. La presente tabla describe las características del cemento usado de acuerdo con su ficha técnica

Criterio general de diseño de mezclas, Método ACI 211.

El procedimiento planteado por el Comité ACI 211 se fundamenta en la utilización de tablas elaboradas por dicho comité, a partir de las cuales se establece una secuencia sistemática para el diseño de mezclas de concreto.

Con el fin de obtener las proporciones de la mezcla de concreto que garanticen las propiedades requeridas utilizando los materiales disponibles, se elabora una primera mezcla de ensayo. Esta se formula a partir de proporciones iniciales, las cuales se definen siguiendo el orden que se describe a continuación:

Paso 1º: Determinación de la resistencia requerida (f'_{cr})

Se define la resistencia a la compresión que debe alcanzar el concreto. Se determina de acuerdo con la Tabla 8 siguiente:

Tabla 8*Resistencia a la Compresión Promedio*

RESISTENCIA ESPECIFICA A LA COMPRESIÓN ($f'c$)	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN ($f'cr$)
< 210	$f'c + 70$
$210 < f'c < 350$	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Resistencia requerida ($f'cr$): Se adoptó una resistencia característica $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, valor usual en defensas ribereñas. Según el ACI 211, corresponde una resistencia promedio $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$, que sirvió como referencia para el diseño de mezclas.

Paso 2º: Determinación del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso.

Se determina según la norma, considerando el primer tamiz que retiene material de la serie granulométrica.

TMN del agregado grueso: Se seleccionó un TMN de 3/4", conforme a la granulometría disponible y a lo indicado por ACI 211.

Paso 3º: Determinación del asentamiento (slump):

Se establece de acuerdo con el tipo de elemento estructural y las especificaciones técnicas, se seleccionará el valor más conveniente empleando la Tabla 9

Tabla 9*Asentamiento*

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de Cimentación reforzados	3"	1"

Cimentaciones simples, cajones y Subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y Muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Asentamiento de diseño (slump): Se fijó en 3"—4", garantizando la trabajabilidad adecuada. la norma peruana E.060 permite una tolerancia de ± 20 mm sobre el límite superior, ampliando así el rango hasta 120 mm (4 $\frac{3}{4}$ ").

Paso 4º: Determinar el contenido de aire atrapado

Se estima según el tamaño máximo nominal del agregado, según Tabla 10:

Tabla 10

Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
$\frac{3}{4}$ "	2.0%
1"	1.5%
1 $\frac{1}{2}$ "	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Contenido de aire atrapado: Según el ACI 211, para un TMN de $\frac{3}{4}$ " corresponde 2.0% de aire atrapado.

Paso 5º: Determinar el contenido de agua

Se obtiene, de tablas del ACI, la Tabla 11 en función del Slump y TMN, corrigiéndose por forma y textura de agregados.

Tabla 11

Contenido de Agua

Asentamiento	Agua en L/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	143	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Contenido de agua: El ACI 211 indica 205 L/m³ de agua para un *slump* de 3"-4" y TMN de 3/4". Este valor fue la base para el cálculo de la relación agua/cemento.

Paso 6º: Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

La elección de la relación agua/cemento basado en la resistencia parte del principio de que esta característica es la más sencilla de medir y que, dentro de ciertos márgenes, depende de la proporción entre el agua y el cemento contenidos en un metro cúbico de concreto.

Cuando la durabilidad no constituye una condición crítica y no se cuenta con información específica al respecto, dicha relación puede adoptarse directamente de los valores de referencia presentados en la Tabla 12.

Tabla 12

Relación Agua - Cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (F'c) (Kg/cm²)	Relación agua / Cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire Incorporad
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Para condiciones de exposiciones severas, la relación agua/cemento deberá mantenerse baja, aun cuando los requerimientos de resistencia puedan cumplirse con valores mayores. En la Tabla 13 se muestran los máximos valores.

Tabla 13*Relación Agua – Cemento Condiciones Especiales de Exposición*

Condición de exposición	Relación a/c máxima, en concretos con agregado de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		
C) expuesto a agua dulce	0.50	
C) expuesto a agua de mar o aguas solubles	0.45	260
C) expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:		
		300
B) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45	
B) Otros elementos	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de estas aguas...	0.40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	0.45	300

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Relación agua/cemento: Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se ha obtenido una relación $a/c = 0.57$ en concretos sin aire incorporado. Este valor fue adoptado como referencia para la mezcla patrón.

Paso 7º: Cálculo del contenido de cemento (e)/(f)

Una vez definidas las relaciones agua–cemento tanto por resistencia como por durabilidad, para el cálculo de las proporciones de la mezcla se debe seleccionar el valor más bajo, asegurando así el cumplimiento de las especificaciones técnicas. Con este dato, el contenido de cemento por metro cúbico de concreto puede calcularse mediante la expresión:

$$\text{Cant. Cemento} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{relacion agua–cemento (a/c)}} \quad (1)$$

Si las especificaciones de proyecto establecen un contenido mínimo de cemento superior al obtenido por durabilidad o resistencia, deberá adoptarse el valor más alto. Finalmente, la cantidad definitiva de cemento se valida mediante ensayos en condiciones de obra, garantizando que el concreto cumpla con todas las propiedades requeridas.

Contenido de cemento: El contenido de cemento se determinó en 355 kg/m^3 para la mezcla patrón, usando Cemento Portland Tipo I (marca SOL) con densidad de 3.13 g/cm^3 .

Paso 8º: Determinación del contenido de agregado grueso

El valor de b/b_o corresponde a la relación entre los pesos unitarios secos del agregado grueso, en estado suelto (b_o) y en condición compactada (b).

La determinación de la proporción entre agregado fino y grueso en una mezcla de concreto tiene como objetivo alcanzar las propiedades requeridas con la menor cantidad posible de pasta. Para lograrlo, es conveniente que la distribución granulométrica de los agregados reduzca al máximo los espacios vacíos existentes entre las partículas.

Respecto al agregado grueso, el Comité 211 del ACI señala en la Tabla 14 que el volumen de este material por unidad cúbica de concreto depende tanto del tamaño máximo nominal del agregado como del módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 14

Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

Tamaño máximo Del agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Fuente: Método Comité ACI 211

Contenido de agregado grueso el peso seco del agregado grueso, expresado por metro cúbico de concreto, se obtiene multiplicando el valor correspondiente de la Tabla 14 por el peso unitario seco y compactado del propio agregado, tal como se muestra en la ecuación respectiva.

$$\begin{aligned}
 & \text{Volumen de peso unitario seco y agregado grueso } \left(\frac{kg}{m^3} \right) \\
 & = \text{agregado grueso } \times \text{ compactado del agregado grueso}
 \end{aligned}
 \tag{ 2 }$$

Contenido de agregado grueso: El porcentaje de agregado grueso se determinó en función del módulo de finura de la arena empleada (MF = 3.15 en arena estándar y MF = 2.28 en arena de río). El volumen absoluto del diseño patrón calculado fue de 0.3236 m³.

Paso 9º: Determinación del volumen y peso del agregado fino:

Se determina como el volumen faltante para completar la unidad cúbica de concreto.

$$C = \text{Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso específico del cemento}} \times 1000$$

$$A = \text{Agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso específico del agua}} \times 1000$$

$$a = \text{Aire (m}^3\text{)} = \frac{\text{porcentaje de contenido de aire}}{100}$$

$$Ag = \text{Agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso del agregado grueso}}{\text{peso específico del masa}} \times 1000$$

$$\text{Suma de volúmenes (m}^3\text{)} = C + A + a + Ag \quad (3)$$

a. Cálculo del volumen del agregado fino.

El volumen absoluto del agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos

$$V_{absf} = \text{Volumen absoluto de agregado fino (m}^3\text{)} = 1 - \text{suma de volúmenes (h)} \quad (4)$$

b. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.

El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso sólido.

$$\text{Peso del agregado fino seco (kg/m}^3\text{)} = V_{absf} \times \text{peso específico de masa} \times 1000 \quad (5)$$

Contenido de agregado fino: El contenido de agregado fino se obtuvo como el volumen faltante para completar un metro cúbico de concreto. El volumen absoluto calculado fue de 0.3399 m^3 .

Paso 10º: Presentación del diseño en estado seco.

En esta etapa se expresan las cantidades de materiales calculados en estado seco, considerando los volúmenes absolutos de cada componente: cemento, agua, aire, agregado grueso y agregado fino. El agregado fino se determina como el volumen faltante para completar la unidad cúbica de concreto, restando la suma de los volúmenes absolutos conocidos.

Diseño en estado seco: Con los cálculos realizados y aplicando el método del ACI 211, se obtuvo la proporción de agregados en condición saturada superficialmente seca (SSD).

- Agregado grueso: $48.8\% \rightarrow 0.3236 \text{ m}^3 \rightarrow 895 \text{ kg}$.
- Agregado fino: $51.2\% \rightarrow 0.3399 \text{ m}^3 \rightarrow 917 \text{ kg}$.

Estas proporciones corresponden a la mezcla patrón, donde únicamente se emplearon agregados convencionales (arena y piedra chancada), sin sustituciones de sedimentos fluviales.

Paso 11º: Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.

Las cantidades de agregado que deben ser pesados para preparar el concreto deberán considerar la humedad de aquel. Generalmente en obra los agregados están en condición húmeda y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que ellos contienen, tanto la absorbida como la superficial.

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados,

considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción como se parecía en la siguiente ecuación:

$$\text{Aporte de agua al diseño} = \text{Peso seco del agregado} * (w\% - a\%) \quad (6)$$

Donde:

$$w\% = \text{porcentaje de humedad} = \frac{100(H - S)}{S}$$

H = peso del agregado

S = peso del agregado al estado seco

$$a\% = \text{porcentaje de absorción} = \frac{100(P_{sss} - S)}{S}$$

P_{sss} = peso del agregado al estado saturado superficialmente seco

$$\text{Agua neta o efectiva} = \text{Agua de diseño (kg)} - (AaG + Aaf) \quad (7)$$

Donde:

AaG = Aporte de agua al diseño del agregado grueso

Aaf = Aporte de agua al diseño del agregado fino

En el ajuste de las proporciones de la mezcla debido al estado de humedad de los agregados, pueden darse tres situaciones principales:

- Que los dos agregados aporten humedad adicional a la mezcla.
- Que un agregado incremente el contenido de agua mientras el otro lo reduzca.
- Que ambos agregados absorban agua, disminuyendo la cantidad disponible en la mezcla.

Corrección por humedad de los agregados

Los agregados empleados presentaron contenidos de humedad natural, por lo que fue necesario realizar la corrección de los pesos en estado seco para obtener los valores en condición húmeda, tal como se emplean en obra.

- Agregado grueso: 898 kg.
- Agregado fino: 933 kg.

De esta forma, los agregados fueron dosificados en condición húmeda, asegurando que el agua efectiva de mezclado se ajuste correctamente en función de la humedad aportada por los materiales.

Paso 12º: Formulación del diseño en condición húmeda

Las proporciones en peso de los materiales, tanto en su condición inicial sin corrección como luego del ajuste por la humedad de los agregados y demás, son las siguientes:

$$C = \text{Cemento} = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso del cemento}}$$

$$Ag = \text{Agregado grueso} = \frac{\text{peso del agregado grueso}}{\text{peso del cemento}}$$

$$Af = \text{Agregado fino} = \frac{\text{peso del agregado fino}}{\text{peso del cemento}}$$

$$A = \text{Agua (l/saco)}$$

$$C:Af:Ag/A \quad (8)$$

Resultados de los diseños de mezclas

Con base en los procedimientos descritos en el apartado anterior, se presentan a continuación los diseños de mezcla elaborados para una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Las proporciones consideran variaciones en el reemplazo de agregados convencionales por agregados reciclados, así como la inclusión de zeolita y aditivos especiales, con el objetivo de evaluar su influencia en las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto.

En la siguiente Tabla 15 se muestran las cantidades de cada material por metro cúbico de concreto para las distintas combinaciones propuestas:

Tabla 15*Diseño de Mezcla para $f'c=210$ kg/cm²*

Muestra	Zeolita (Kg)	Cemento (Kg)	Agregado fino convencional (Kg)	Agregado grueso convencional (Kg)	Sedimento fino (Kg)	Sedimento grueso (Kg)	Total agua (L)	w/c
PATRÓN	0	355	903	889	0	0	202	0.57
20%AFR/ 20%AGR	0	355	722.4	711.2	180.6	177.8	202	
30%AFR/ 30%AGR	0	355	632.1	622.3	270.9	266.7	202	
20%Z+A E	84.29	336.79	903	748.57	0	0	240.36	
20%AFR +20%AG R+20%Z	84.29	336.79	722.4	711.2	180.6	177.8	202	
30%AGR +30%AF R+20%Z	84.29	336.79	632.1	622.3	270.9	266.7	202	
25%Z+A E	88.75	266.25	903	889	0	0	202	
20%AFR +20%AG R+25%Z	88.75	266.25	722.4	711.2	180.6	177.8	202	
30%AFR +30%AG R+25%Z	88.75	266.25	632.1	622.3	270.9	266.7	202	

ETAPA 5: Elaboración de muestras

Durante esta etapa, se evaluaron muestras de concretos frescos (*Slump* y temperatura) y posteriormente se elaboraron las muestras para los ensayos en concreto endurecido para la evaluación de la resistencia a la compresión, el grado de carbonatación y la permeabilidad.

Las probetas de concreto fueron moldeadas en moldes cilíndricos de PVC de 4" de diámetro por 8" de altura, según la NTP 339.034:2021 (Ensayo de resistencia a la compresión de

especímenes cilíndricos de concreto). Durante el curado, las probetas fueron almacenadas en un ambiente controlado con temperatura promedio de 23 ± 2 °C y humedad relativa superior al 95 %, cumpliendo la NTP 339.033:2017 (Método de curado de especímenes de concreto en laboratorio). No se utilizaron cápsulas de curado; en su lugar, las muestras fueron sumergidas en tanques de agua limpia para mantener condiciones constantes durante el periodo de hidratación. Esta metodología permitió asegurar un fraguado uniforme y evitar variaciones térmicas que pudieran afectar los resultados de resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. De no haberse mantenido el control de temperatura y humedad, las muestras habrían presentado diferencias significativas en el desarrollo de resistencia y en la microestructura del material endurecido.

Para los ensayos de concreto endurecido se elaboraron 171 probetas de 4"x8" de los cuales 108 fueron para el ensayo de resistencia a compresión, 36 para los ensayos de permeabilidad y 27 para los ensayos de carbonatación, respetando las dosificaciones indicadas en la Tabla 15. Luego se realizó el curado de los especímenes en el laboratorio mediante el procedimiento existente en la NTP 339.183.

Dentro de los ensayos de concreto fresco se calcularon los revenimientos (*slump*) según el ASTM C143/C143M y la consideración de los valores mínimos y máximos según el ACI 211.1-91; y el control de temperatura según la Norma Técnica E.060-Concreto Armado:

Tabla 16

*Revenimiento (*slump*) y temperatura de las mezclas de concreto fresco*

Dosificación	<i>Slump</i>	Temperatura C°
PATRÓN	4 3/4"	28.80
20%AFR/20%AGR	4 1/2"	29.50

Dosificación	<i>Slump</i>	Temperatura C°
30%AFR/30%AGR	4 1/2"	29.60
20%Z+AE	4"	30.10
20%AFR+20%AGR+20%Z	3 3/4"	30.00
30%AGR+30%AFR+20%Z	3 3/4"	29.80
25%Z+AE	3 1/2"	29.50
20%AFR+20%AGR+25%Z	3 3/4"	29.40
30%AFR+30%AGR+25%Z	3"	28.80

La Tabla 16 muestra los resultados de *slump* y temperatura de diferentes mezclas de concreto fresco. Se observa que el *slump* varía entre 3" y 4 ¾", lo que indica una trabajabilidad baja a alta. Según el ACI 301 el *slump* recomendado para concreto convencional debe tener un valor de 4" a menos que se especifique lo contrario por lo que todas las mezclas se encuentran dentro del rango permitido; sin embargo, el ACI 211.1-91 determina el valor mínimo de 25 mm (1") y máximo de 100 mm (4") y a estos valores la Norma E.060 le da un margen de variación de ± 20 mm del máximo permitido. La mezcla de 30%AFR+30%AGR+25%Z presentan el *slumps* más bajo (3"), lo cual indica una menor trabajabilidad y la mezcla de PATRÓN representa una mejor trabajabilidad con 4 ¾" de *slump*; por lo cual, todos los valores se encuentran en los rangos permitidos de las normas indicadas.

Figura 15

Pesado de zeolita con fines de uso en el concreto



Figura 16

Pesado de materiales según dosificaciones de mezclas



Figura 17

Materiales para el concreto



Figura 18

Mezclado de concreto



Figura 19

Medición de temperatura del concreto

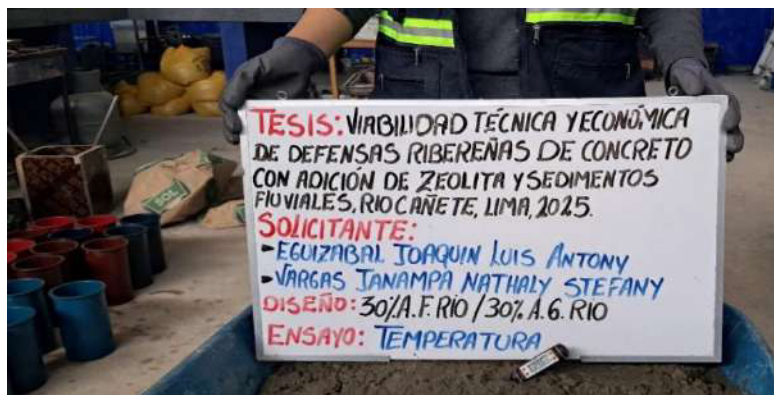


Figura 20

Etiquetado de probetas de concreto



Figura 21

Medición del slump de concreto

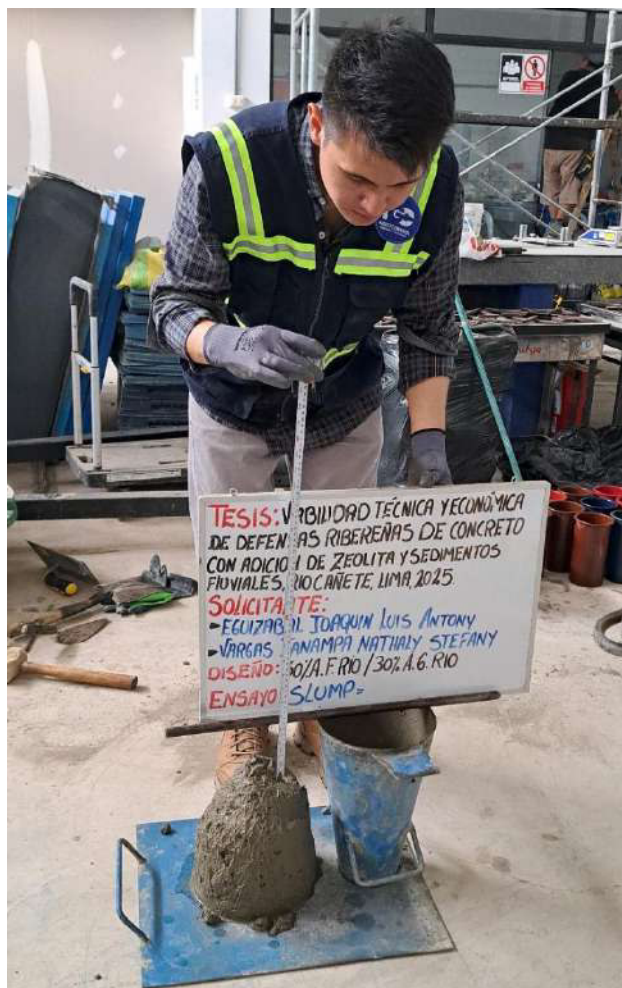


Figura 22

Elaboración de probetas de concreto

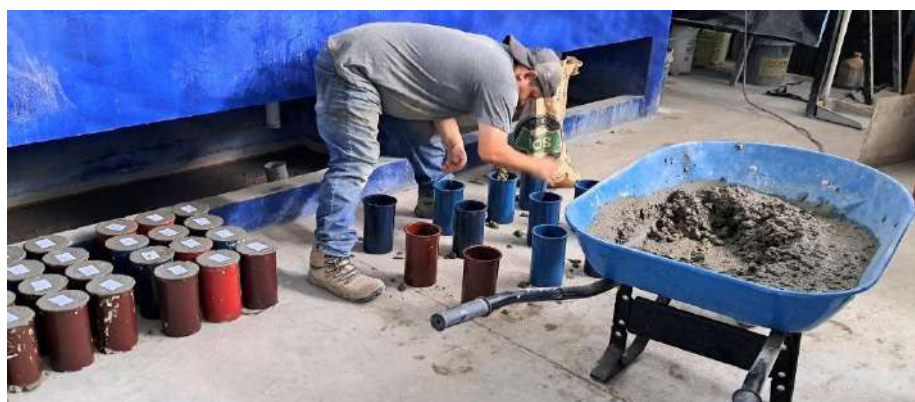


Figura 23

Etiquetado de probetas de concreto



Figura 24

Curado de probetas de concreto



ETAPA 6: Ensayos de concreto endurecido

Durante esta etapa se realizaron 108 ensayos de resistencia a compresión, 36 ensayos de permeabilidad y 27 ensayos de carbonatación.

Para la determinación de la resistencia a la compresión realizamos la rotura de 108 probetas de concreto, para una resistencia a la compresión esperada de 210 Kg/cm², de los cuales se realizaron roturas a los 7 días, 28 días, 60 días y 90 días. Además, se tuvo en cuenta los seis tipos de falla de la probeta, según el ASTM C39. En base a los puntos señalados se obtuvieron los siguientes resultados para las muestras considerada:

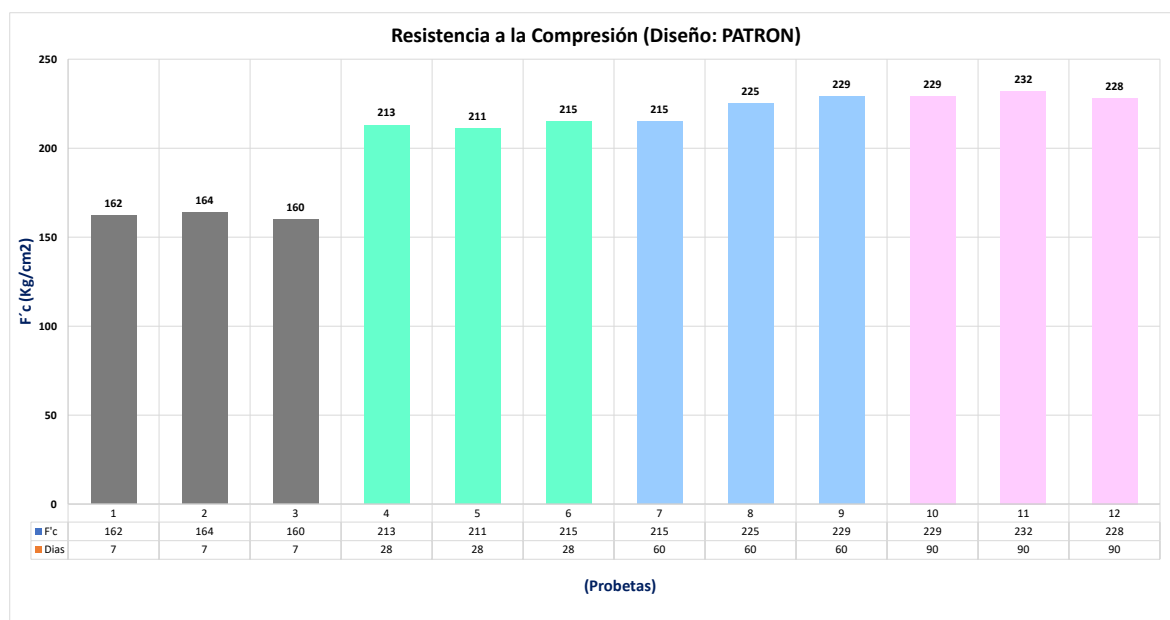
Tabla 17

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación PATRÓN

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
PATRÓN M-1	7	9.76	20.17	5	12131	162	77.2
PATRÓN M-2	7	9.83	20.13	5	12476	164	78.3
PATRÓN M-3	7	9.75	20.10	5	11938	160	76.1
PATRÓN M-4	28	10.00	20.16	3	16732	213	101.4
PATRÓN M-5	28	10.08	20.1	1	16841	211	100.5
PATRÓN M-6	28	9.97	20.1	5	16772	215	102.3
PATRÓN M-7	60	10.02	20.11	5	16925	215	102.2
PATRÓN M-8	60	9.98	20.13	5	17581	225	107.2
PATRÓN M-9	60	9.95	20.05	5	17782	229	108.9
PATRÓN M-10	90	9.95	20.08	5	17890	229	108.4
PATRÓN M-11	90	9.96	20.06	5	18119	232	110.7
PATRÓN M-12	90	10.03	20.07	5	17980	228	108.4

Figura 25

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación PATRÓN



Los resultados presentados en la Tabla 17 y la Figura 25 muestran el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto del diseño PATRÓN a edades de 7, 28, 60 y 90 días. Se observa un aumento progresivo de la resistencia con el tiempo: A los 7 días, la resistencia promedio es de 162 Kg/cm², lo cual representa el 77.14% de la resistencia final proyectada. A los 28 días, que es la edad estándar para la evaluación, las resistencias alcanzadas oscilan entre 211 y 215 Kg/cm², con un cumplimiento del 100.5 % al 102.3 %, superando satisfactoriamente la resistencia para el cual fue diseñado. A los 60 días, se alcanzan resistencias superiores a 215 Kg/cm², y a los 90 días se llega hasta 232 Kg/cm², evidenciando un desarrollo continuo de la resistencia con el tiempo, típico en concretos bien formulados. En conclusión, el diseño PATRÓN cumple con los requisitos de la normativa en cuanto a resistencia a compresión, mostrando además un buen comportamiento a largo plazo.

Tabla 18

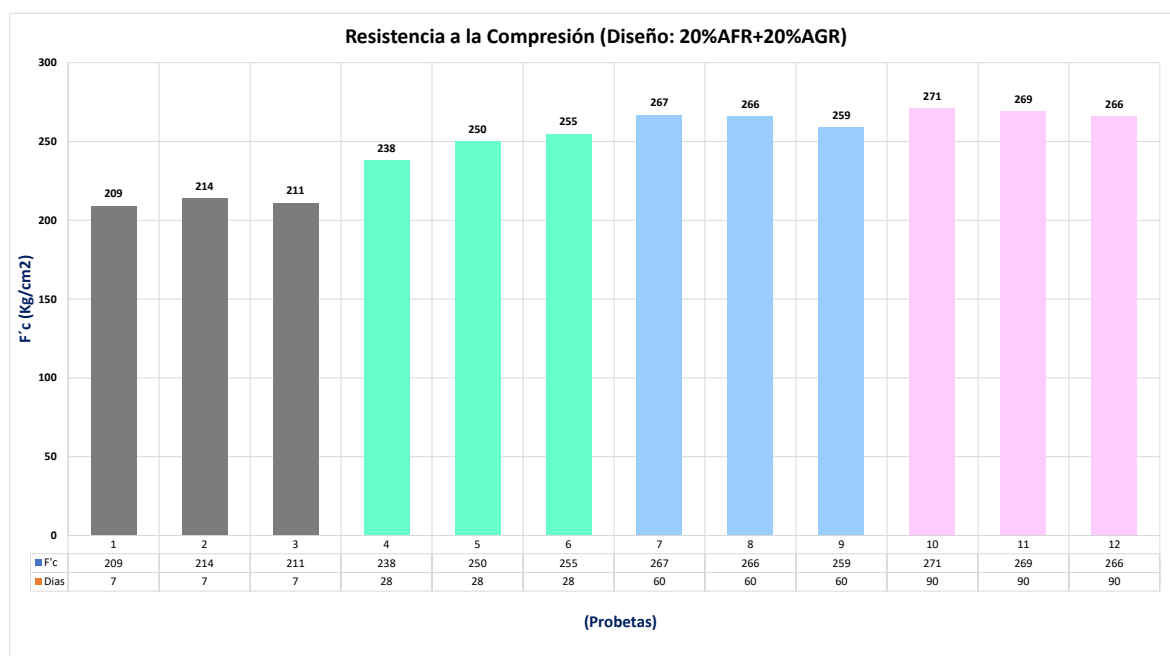
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%AFR+20%AGR

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
20%AFR+20%AGR M-1	7	10.00	20.14	2	16389	209	99.40
20%AFR+20%AGR M-2	7	9.87	20.14	2	16359	214	101.80
20%AFR+20%AGR M-3	7	9.83	20.14	2	16030	211	100.60
20%AFR+20%AGR M-4	28	9.97	20.11	5	18571	238	113.30
20%AFR+20%AGR M-5	28	10.00	20.00	5	19899	250	119.00
20%AFR+20%AGR M-6	28	10.01	20.01	5	20026	255	121.40
20%AFR+20%AGR M-7	60	10.02	20.09	5	21050	267	127.10
20%AFR+20%AGR M-8	60	10.01	20.00	5	20933	266	126.70
20%AFR+20%AGR M-9	60	10.02	19.97	5	20785	259	123.50
20%AFR+20%AGR M-10	90	10.01	20.01	5	21381	271	129.10
20%AFR+20%AGR M-11	90	9.98	20.09	5	21095	269	128.40
20%AFR+20%AGR M-12	90	10.03	20.05	5	20978	266	126.40

Figura 26

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

20%AFR+20%AGR



Los resultados de la Tabla 18 y Figura 26 correspondientes a la dosificación 20%AFR + 20%AGR muestran un desempeño superior en resistencia a la compresión respecto al diseño PATRÓN. A los 7 días, las probetas ya alcanzan entre 209 y 214 Kg/cm², lo que equivale del 99 % a 101.8 % de la resistencia de diseño, lo cual indica una ganancia temprana de resistencia. A los 28 días, las resistencias se ubican entre 238 y 255 Kg/cm², con porcentajes de cumplimiento entre 113 % y 121 %, demostrando que este concreto no solo cumple, sino que excede ampliamente las exigencias normativas. Finalmente, a los 60 y 90 días, las resistencias continúan aumentando, alcanzando valores entre 259 y 271 Kg/cm², con un cumplimiento de hasta 129 %, consolidando un excelente desarrollo mecánico a largo plazo. Estos resultados sugieren que la incorporación del 20% de agregado fino de río y 20% de agregado grueso de río, no solo es viable; sino también beneficiosa, cumpliendo y superando los estándares peruanos vigentes para resistencia a compresión del concreto.

Tabla 19

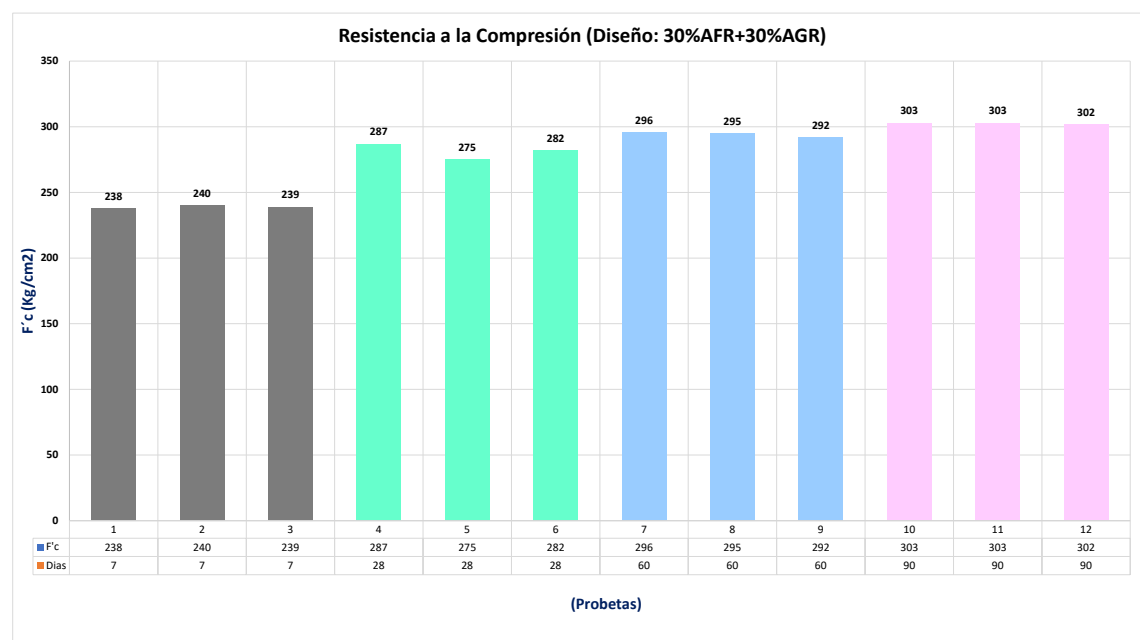
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 30%AFR+30%AGR

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
30%AFR+30%AGR M-1	7	9.88	20.13	2	18268	238	113.50
30%AFR+30%AGR M-2	7	9.93	20.10	2	18599	240	114.40
30%AFR+30%AGR M-3	7	9.89	20.18	3	18385	239	114.00
30%AFR+30%AGR M-4	28	9.96	20.17	5	22657	287	136.70
30%AFR+30%AGR M-5	28	10.00	20.10	5	21574	275	130.80
30%AFR+30%AGR M-6	28	9.98	20.07	5	22124	282	134.70
30%AFR+30%AGR M-7	60	10.03	20.10	5	30201	296	140.90
30%AFR+30%AGR M-8	60	10.01	20.12	5	30302	295	140.40
30%AFR+30%AGR M-9	60	10.02	20.09	5	29577	292	139.10
30%AFR+30%AGR M-10	90	10.01	20.17	5	27105	303	144.20
30%AFR+30%AGR M-11	90	10.00	20.20	5	23823	303	144.20
30%AFR+30%AGR M-12	90	10.04	20.09	5	23885	302	143.70

Figura 27

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

30%AFR+30%AGR



Según la Tabla 19 y Figura 27, se observa que la dosificación de mezcla 30%AFR+30%AGR presenta resistencias a la compresión promedio de 239 Kg/cm² a los 7 días de edad, lo que representa un 113.91% de la resistencia de diseño, por lo cual esta dosificación presenta un gran desempeño mecánico, puesto que solo a esta edad ya supera los 210 Kg/cm² de resistencia a la compresión. A los 28, 60 y 90 días de edad, presenta una resistencia a la compresión de 281.33 Kg/cm², 294.33 Kg/cm² y 302.66 Kg/cm², los cuales se encuentran muy por encima de la resistencia a la compresión de diseño.

Tabla 20

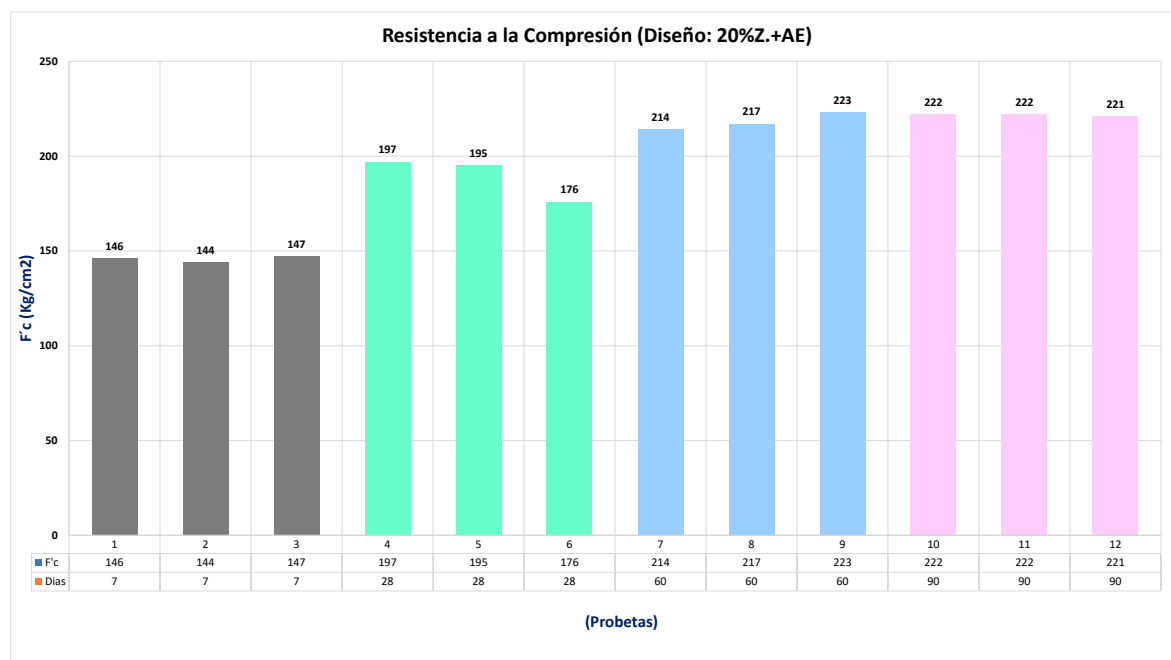
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%Z.+AE

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
20%Z.+AE M-1	7	9.86	20.10	5	11171	146	69.70
20%Z.+AE M-2	7	9.96	20.07	2	11231	144	68.60
20%Z.+AE M-3	7	9.90	20.00	3	11292	147	69.90

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
20%Z.+AE M-4	28	9.96	20.01	5	15395	197	93.70
20%Z.+AE M-5	28	10.00	20.00	5	19529	195	92.70
20%Z.+AE M-6	28	10.03	20.03	3	13927	176	83.90
20%Z.+AE M-7	60	10.04	20.03	3	21419	214	102.10
20%Z.+AE M-8	60	10.04	20.09	3	16785	217	103.60
20%Z.+AE M-9	60	10.03	20.03	3	17950	223	106.10
20%Z.+AE M-10	90	10.04	20.06	2	22230	222	105.90
20%Z.+AE M-11	90	10.04	20.06	2	17556	222	105.60
20%Z.+AE M-12	90	9.95	20.06	5	17154	221	105.10

Figura 28

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 20%Z+AE



La Tabla 20 y la figura 28 presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto con una dosificación del 20% de zeolita y agregado estándar (20%Z+AE), con un diseño teórico de 210 Kg/cm². A los 7 días, las resistencias están por debajo del diseño, con esfuerzos entre 144 y 147 Kg/cm², equivalentes al 68–70% del F'c. A los 28 días, alcanza un valor máximo de 197 Kg/cm², lo que representa un 92.86% del F'c, pero aún sin alcanzar completamente la resistencia de diseño. A los 60 días, el concreto

comienza a cumplir y superar el diseño, con valores entre 214 y 223 Kg/cm² (102–106% del F'c), y a los 90 días se mantiene estable en el rango de 221 a 222 Kg/cm² (105–106% del F'c). La figura muestra una tendencia ascendente sostenida en la resistencia con el tiempo de curado, donde se concluye que el concreto modificado con esta dosificación alcanza y supera el diseño a partir de los 60 días, con un desempeño mecánico confiable a largo plazo.

Tabla 21

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

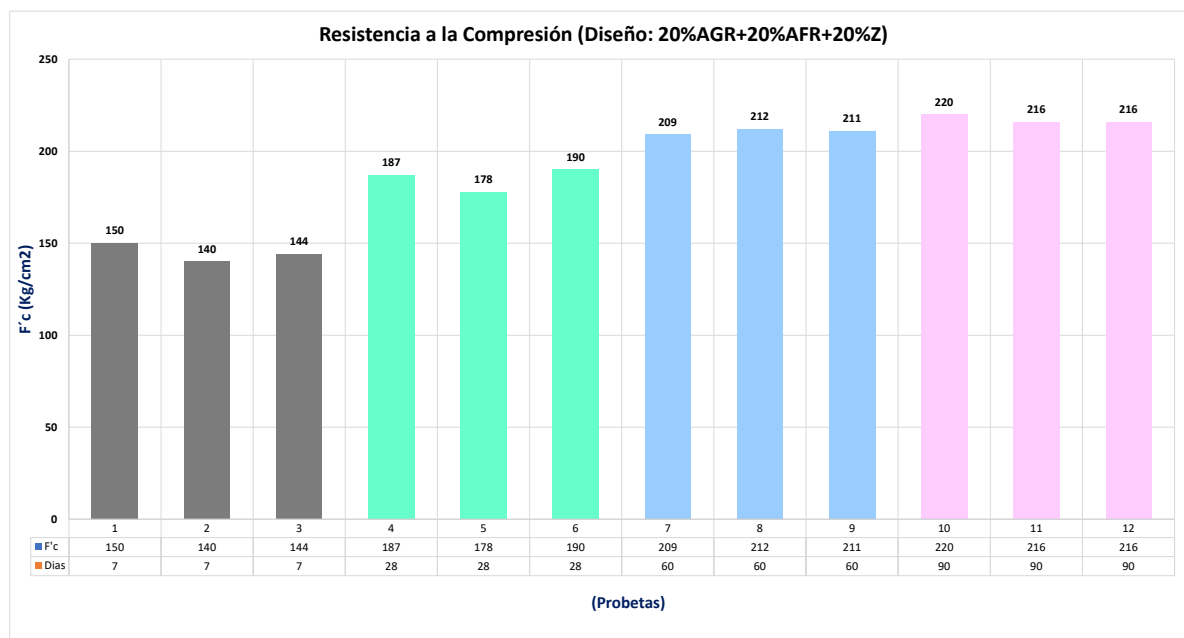
20%AGR+20%AFR+20%Z

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
20%AGR+20%AFR+20%Z M-1	7	9.87	20.01	5	11445	150	71.20
20%AGR+20%AFR+20%Z M-2	7	9.92	20.07	2	10797	140	66.50
20%AGR+20%AFR+20%Z M-3	7	9.84	20.10	3	10961	144	68.60
20%AGR+20%AFR+20%Z M-4	28	10.10	20.00	5	15013	187	89.20
20%AGR+20%AFR+20%Z M-5	28	10.03	20.07	3	14062	178	84.70
20%AGR+20%AFR+20%Z M-6	28	10.00	20.10	2	14901	190	90.30
20%AGR+20%AFR+20%Z M-7	60	10.03	20.11	3	16501	209	99.40
20%AGR+20%AFR+20%Z M-8	60	9.98	20.09	3	16585	212	101.00
20%AGR+20%AFR+20%Z M-9	60	10.04	20.13	5	16704	211	100.50
20%AGR+20%AFR+20%Z M-10	90	9.98	20.07	3	17195	220	104.70
20%AGR+20%AFR+20%Z M-11	90	10.03	20.12	3	17064	216	102.80
20%AGR+20%AFR+20%Z M-12	90	10.05	20.09	5	17121	216	102.80

Figura 29

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

20%AGR+20%AFR+20%Z



La tabla 21 y la figura 29 presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de una mezcla con el diseño donde se sustituye de los agregados en un 20% de agregado grueso de río más 20% de agregado fino de río y la sustitución del 20% en peso del cemento por zeolita (20%AGR+20%AFR+20%Z), comparando el esfuerzo alcanzado en probetas a 7, 28, 60 y 90 días. Se observa una tendencia ascendente en la resistencia con el tiempo de curado: A los 7 días, las resistencias varían entre 140 y 150 Kg/cm², representando solo entre 66.50% y 71.20% del diseño de 210 Kg/cm². A los 28 días, las probetas alcanzan entre 178 y 190 Kg/cm² (84.70% a 90.30%), acercándose al valor de diseño. A los 60 y 90 días, las resistencias superan los 209 Kg/cm², llegando incluso a 220 Kg/cm², con porcentajes que van del 99.40% al 105%, superando el requerimiento normativo mínimo establecido por la normativa peruana (Mayor o igual a 100% del F'c a 28 días con un margen de aceptación). Esto indica que, aunque a edades tempranas no se alcanza el F'c esperado, la mezcla mejora significativamente con el tiempo, validando su viabilidad técnica a largo plazo.

Tabla 22

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

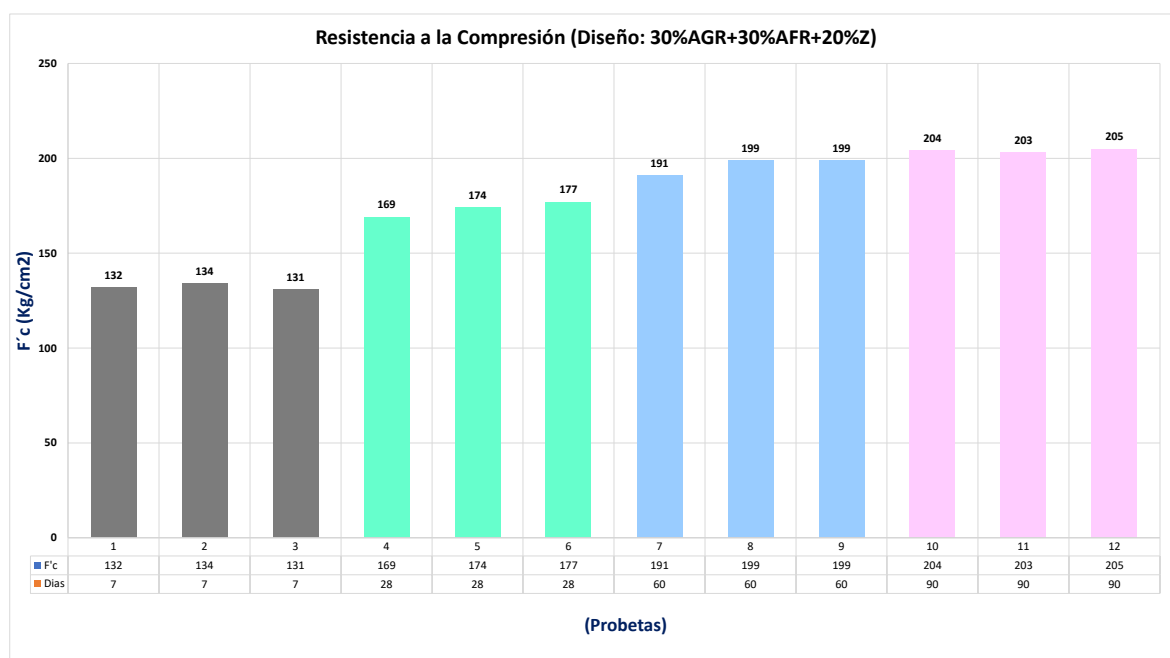
30%AGR+30%AFR+20%Z

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
30%AGR+30%AFR+20%Z M-1	7	9.86	20.00	5	10108	132	63.00
30%AGR+30%AFR+20%Z M-2	7	9.83	20.08	5	10134	134	63.60
30%AGR+30%AFR+20%Z M-3	7	9.93	20.03	2	10113	131	62.20
30%AGR+30%AFR+20%Z M-4	28	10.08	20.00	5	13467	169	80.40
30%AGR+30%AFR+20%Z M-5	28	10.03	19.98	2	13737	174	82.80
30%AGR+30%AFR+20%Z M-6	28	10.02	20.05	3	13930	177	84.10
30%AGR+30%AFR+20%Z M-7	60	10.01	20.09	5	15024	191	90.90
30%AGR+30%AFR+20%Z M-8	60	9.95	20.11	5	15502	199	94.90
30%AGR+30%AFR+20%Z M-9	60	10.03	20.13	5	15718	199	94.70
30%AGR+30%AFR+20%Z M-10	90	10.02	20.07	3	16081	204	97.10
30%AGR+30%AFR+20%Z M-11	90	10.07	20.09	5	16154	203	96.60
30%AGR+30%AFR+20%Z M-12	90	9.95	20.05	5	15947	205	97.70

Figura 30

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

30%AGR+30%AFR+20%Z



La tabla 22 y la figura 30 correspondiente muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla con dosificación 30%AGR+30%AFR+20%Z, evaluada a 7, 28, 60 y 90 días. A los 7 días, los esfuerzos se encuentran entre 131 y 134 Kg/cm², lo que representa únicamente entre el 62.20% y 63.60% del diseño de 210 Kg/cm², reflejando un bajo desarrollo temprano de resistencia. A los 28 días, las resistencias aumentan a un rango de 169 a 177 Kg/cm² (80.40% a 84.10%), todavía por debajo del valor esperado según normativa peruana. Sin embargo, a los 60 días, se observa una mejora significativa, con valores de esfuerzo entre 191 y 202 Kg/cm², alcanzando entre el 90.90% y 96.20% del F'c, mientras que a los 90 días se registran los mayores valores, de 203 a 205 Kg/cm² (96.60% a 97.70%). Aunque esta mezcla no alcanza el 100% del F'c de diseño a los 28 días como lo exige la normativa, muestra una evolución favorable en el tiempo, siendo técnicamente viable solo si se considera su uso en aplicaciones donde se permita un mayor tiempo de curado para alcanzar la resistencia deseada.

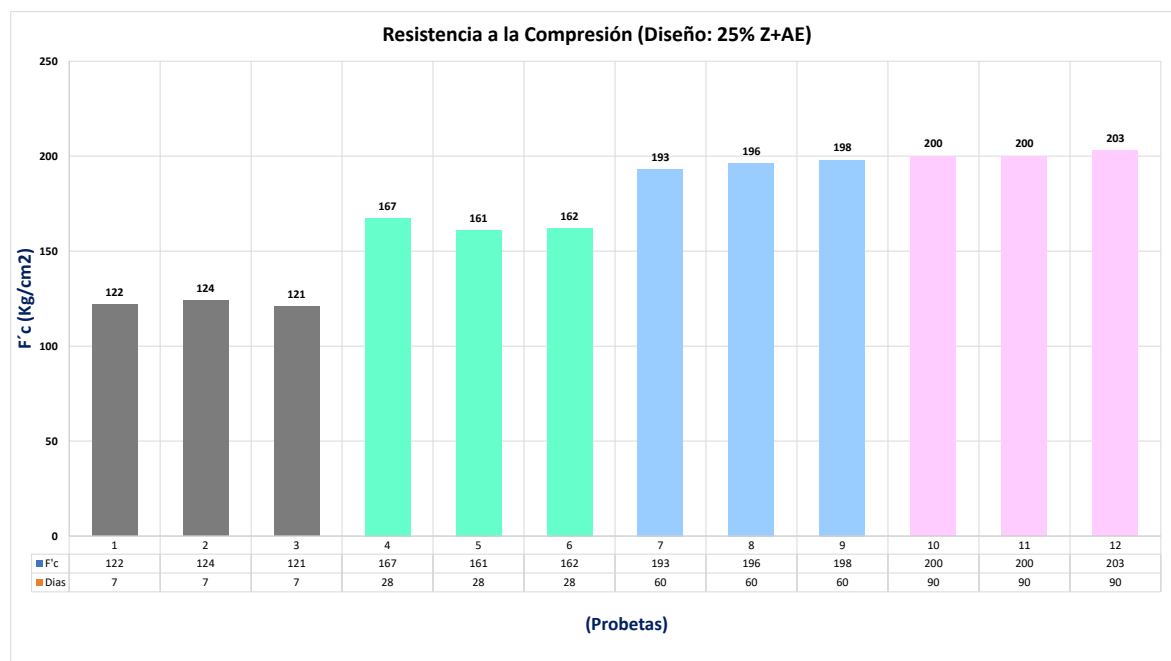
Tabla 23

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 25% Z+AE

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
25% Z+AE M-1	7	9.92	20.14	2	9449	122	58.20
25% Z+AE M-2	7	9.88	20.10	5	9501	124	59.00
25% Z+AE M-3	7	9.97	20.08	5	9415	121	57.40
25% Z+AE M-4	28	9.89	20.00	2	12800	167	79.30
25% Z+AE M-5	28	10.03	20.11	5	12751	161	76.80
25% Z+AE M-6	28	10.00	19.98	5	12717	162	77.10
25% Z+AE M-7	60	10.03	20.06	5	15225	193	91.80
25% Z+AE M-8	60	10.01	20.10	3	15395	196	93.20
25% Z+AE M-9	60	9.98	20.07	5	15475	198	94.20
25% Z+AE M-10	90	10.02	20.08	3	15754	200	95.10
25% Z+AE M-11	90	10.08	20.12	4	15954	200	95.20
25% Z+AE M-12	90	10.04	20.07	3	16045	203	96.50

Figura 31

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación 25% Z+AE



Según la Tabla 23 y figura 31, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla con dosificación del 25% Z+AE muestran una evolución significativa en el desarrollo de resistencia conforme avanza la edad del concreto. A los 7 días, las probetas alcanzaron resistencias promedio entre 121 y 124 Kg/cm², representando aproximadamente el 58–59% de la resistencia de diseño (210 Kg/cm²), lo cual es adecuado para esa edad inicial según normativas peruanas. A los 28 días, se observa una mejora notable, con esfuerzos entre 161 y 167 Kg/cm² (alrededor del 76–80% de la resistencia de diseño), indicando un buen desarrollo de resistencia en el tiempo normativo estándar. A los 60 días, la resistencia aumenta aún más, alcanzando valores de hasta 198 kg/cm² (aproximadamente 94% de la resistencia de diseño), y finalmente, a los 90 días, las probetas superan los 200 kg/cm², alcanzando hasta un 96.5% del diseño. Esto demuestra que la mezcla con 25% de Z+AE presenta un buen comportamiento mecánico, aunque la resistencia final a los 90 días aún no alcanza completamente los 210 Kg/cm² de diseño, quedándose levemente por debajo, lo cual debe considerarse al evaluar su idoneidad estructural para aplicaciones críticas en el contexto de las normas técnicas peruanas.

Tabla 24

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

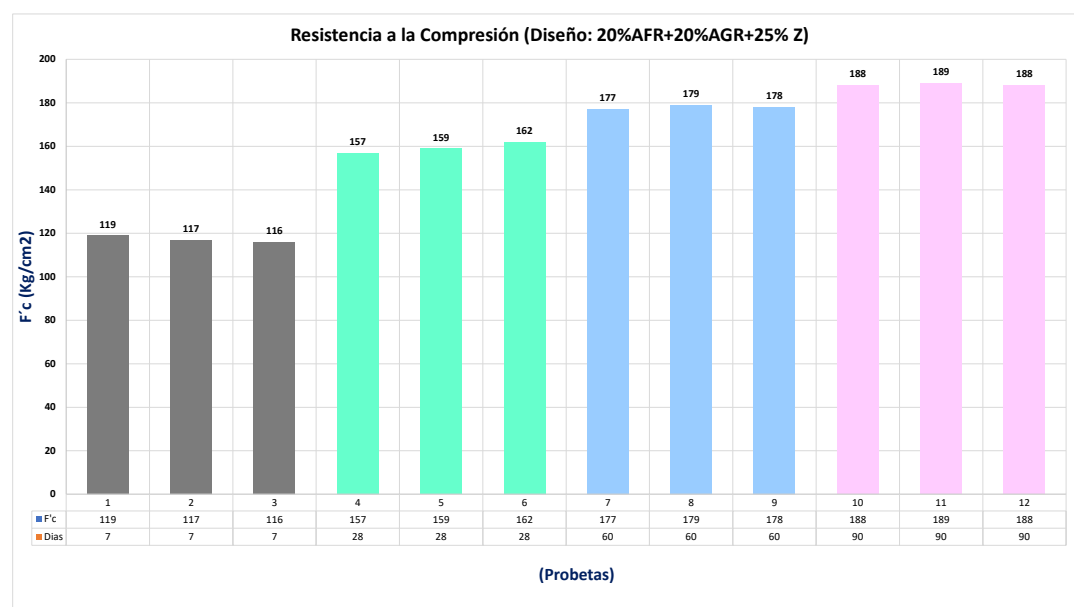
20%AFR+20%AGR+25% Z

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
20%AFR+20%AGR+25% Z M-1	7	9.84	20.00	3	9085	119	56.90
20%AFR+20%AGR+25% Z M-2	7	9.90	20.07	3	9031	117	55.90
20%AFR+20%AGR+25% Z M-3	7	9.97	20.04	5	9091	116	55.50
20%AFR+20%AGR+25% Z M-4	28	9.94	20.10	3	12211	157	74.90
20%AFR+20%AGR+25% Z M-5	28	10.00	19.98	5	12501	159	75.80
20%AFR+20%AGR+25% Z M-6	28	9.97	20.10	4	12612	162	76.90
20%AFR+20%AGR+25% Z M-7	60	10.03	20.11	4	13954	177	84.10
20%AFR+20%AGR+25% Z M-8	60	10.01	20.08	5	14054	179	85.00
20%AFR+20%AGR+25% Z M-9	60	10.04	20.07	5	14068	178	84.60
20%AFR+20%AGR+25% Z M-10	90	10.02	20.05	5	14804	188	89.40
20%AFR+20%AGR+25% Z M-11	90	9.97	20.03	3	14772	189	90.10
20%AFR+20%AGR+25% Z M-12	90	10.05	20.10	3	14927	188	89.60

Figura 32

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

20%AFR+20%AGR+25% Z



Como se muestra en la Tabla 24 y Figura 32, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla con dosificación 20% AFR + 20% AGR + 25% Z muestran un desarrollo progresivo de resistencia conforme avanza la edad del concreto, aunque con valores ligeramente inferiores al diseño de referencia de 210 kg/cm². A los 7 días, los esfuerzos alcanzados varían entre 116 y 119 kg/cm², representando apenas entre el 55.5% y 56.9% de la resistencia de diseño, lo cual es moderadamente bajo para esta edad. Sin embargo, a los 28 días, se evidencia una mejora importante, con resistencias entre 157 y 162 kg/cm², lo que equivale al 74.8% – 77.1% del diseño, acercándose a los mínimos requeridos por normas técnicas peruanas para concreto estructural. A los 60 días, los valores aumentan hasta 185 kg/cm² (88% del diseño), y a los 90 días se alcanzan valores entre 188 y 188.7 kg/cm², representando hasta un 89.6% del valor objetivo. Aunque la mezcla presenta un desarrollo continuo de resistencia, al igual que en el caso anterior, no logra alcanzar completamente los 210 kg/cm² esperados ni siquiera a los 90 días. Por tanto, si bien esta dosificación puede ser considerada funcional en ciertas aplicaciones, su desempeño podría no ser óptimo para estructuras que requieren alta exigencia estructural, según los estándares del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú.

Tabla 25

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

30%AFR+30%AGR+25% Z

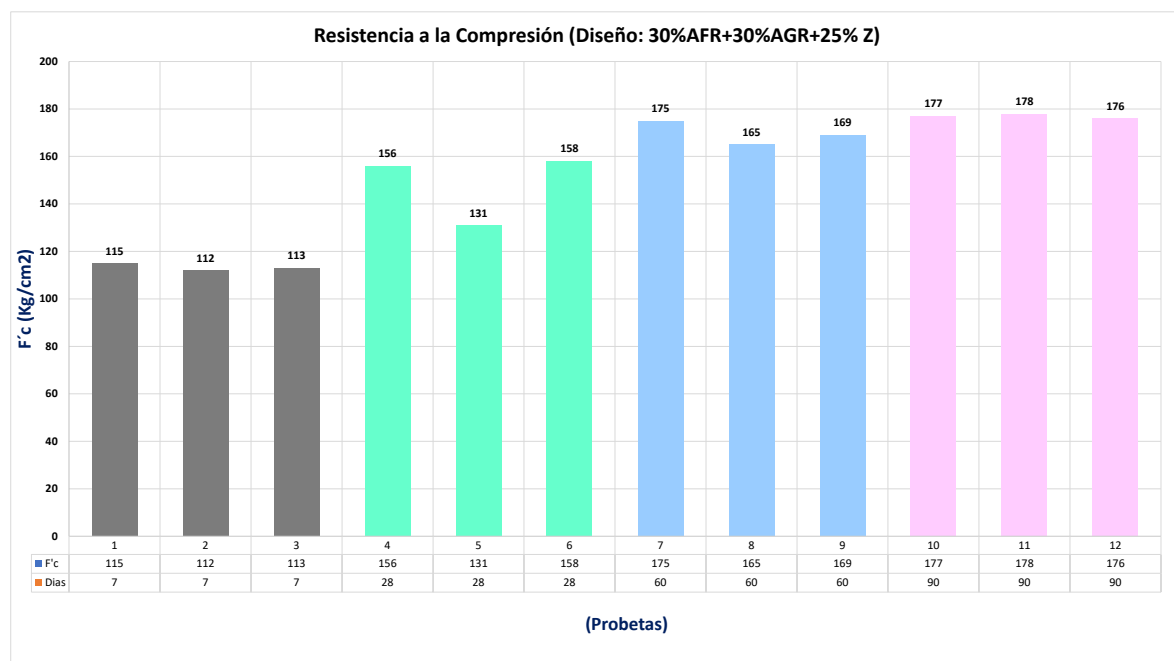
Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
30%AFR+30%AGR+25% Z M-1	7	9.88	20.06	5	8779	115	54.50
30%AFR+30%AGR+25% Z M-2	7	9.90	20.00	5	8606	112	53.20
30%AFR+30%AGR+25% Z M-3	7	9.97	20.01	2	8832	113	53.90
30%AFR+30%AGR+25% Z M-4	28	10.10	20.10	3	12510	156	74.40
30%AFR+30%AGR+25% Z M-5	28	10.12	20.07	3	10531	131	62.30

Identificación	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	% Fc (%)
30%AFR+30%AGR+25% Z M-6	28	10.00	19.98	2	12448	158	75.50
30%AFR+30%AGR+25% Z M-7	60	10.03	20.10	5	13824	175	83.30
30%AFR+30%AGR+25% Z M-8	60	10.04	20.04	3	13065	165	78.60
30%AFR+30%AGR+25% Z M-9	60	9.98	20.06	3	13191	169	80.30
30%AFR+30%AGR+25% Z M-10	90	9.96	20.03	5	13776	177	84.20
30%AFR+30%AGR+25% Z M-11	90	10.02	20.09	5	14052	178	84.90
30%AFR+30%AGR+25% Z M-12	90	10.06	20.11	3	13954	176	83.60

Figura 33

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la dosificación

30%AFR+30%AGR+25% Z



La Tabla 25 y Figura 33, muestran los resultados de los ensayos a la compresión para el diseño de mezcla 30%AFR +30%AGR+25% Z muestran un incremento progresivo del esfuerzo de compresión conforme aumenta la edad del concreto; a los 7 días, los valores oscilaron entre 112 y 115 Kg/cm² (aproximadamente el 53–54% de la resistencia esperada), a los 28 días entre 131 y 158 Kg/cm² (62–75% de Fc), y a los 60 días entre 165 y 175 Kg/cm² (79–83%), alcanzando a los 90 días entre 176 y 178 Kg/cm², lo que representa entre el 83.6%

y 84.9% de la resistencia de diseño. Estos resultados indican un desarrollo continuo de resistencia más allá de los 28 días normativos, lo que sugiere un concreto de ganancia lenta probablemente influenciado por las características de los materiales reciclados utilizados, aunque sin alcanzar completamente la resistencia deseada de 210 Kg/cm².

El ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión (permeabilidad del concreto) se realizó conforme a la norma UNE-EN 12390-8, aplicando una presión hidrostática constante de 0,5 MPa (5 bar) sobre la superficie de ensayo de las probetas cilíndricas de 15 × 15 cm, durante un período continuo de 72 horas (3 días). La presión fue suministrada mediante un sistema hidráulico presurizado y controlada con un manómetro analógico, garantizando la estabilidad del valor aplicado a lo largo del ensayo. Tras el tiempo de exposición, las probetas fueron seccionadas para medir la profundidad máxima de penetración del agua con regla metálica de precisión; por lo que, se obtuvieron los resultados de la Tabla 26.

Tabla 26

Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión

Dosificación	Relación A/C	Promedio (mm)
D0: PATRÓN	0.57	34.70
D1: 20%AFR/20%AGR	0.59	35.20
D2: 30%AFR/30%AGR	0.64	33.40
D3: 20%Z+AE	0.70	43.07
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	0.70	44.03
D5: 30%AGR+30%AFR+20%Z	0.71	62.67
D6: 25%Z+AE	0.78	73.77
D7: 20%AFR+20%AGR+25%Z	0.79	74.10
D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z	0.79	74.30

Tabla 27*Relación de la permeabilidad de concreto y la profundidad de penetración*

Determinación	Unid	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	>60

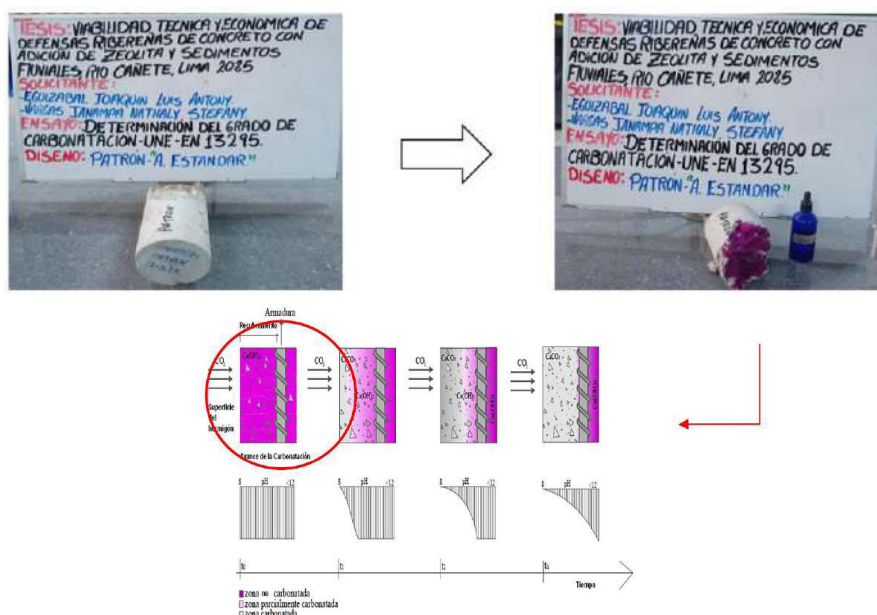
Nota. Adaptado de la NTC 4483

La Tabla 26 muestra los resultados de la profundidad de penetración de agua bajo presión. Se evidenció que la penetración promedio fluctúa entre 33.40 mm y 74.30 mm, donde el menor le corresponde al diseño D2; el mayor, a la dosificación D8. De acuerdo con la norma NTC 4483, la relación de la permeabilidad del concreto con la profundidad de penetración se establece en la Tabla 27, donde se considera una permeabilidad baja al llegar una profundidad de penetración del agua de menos de 30mm; una permeabilidad media, entre 30 a 60 mm y una permeabilidad alta con una profundidad de más de 60mm. Teniendo en cuenta lo descrito, las dosificaciones D5, D6, D7 y D8 presentan valores de profundidad de penetración en el concreto de más de 60mm, por lo que son considerados como concretos de permeabilidad alta; por tanto, podría comprometer el acero de refuerzo del acero. Por otro lado, las dosificaciones D0, D1, D2, D3, D4 y D5 muestran una profundidad de penetración de entre 30 a 60mm; en consecuencia, son concretos de permeabilidad media; por tanto, presentan un mejor comportamiento para el tipo de estructuras hidráulicas en constante contacto con el agua.

Para determinar el grado de carbonatación del concreto se realizaron 27 ensayos a los 90 días de edad del concreto. Mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 34

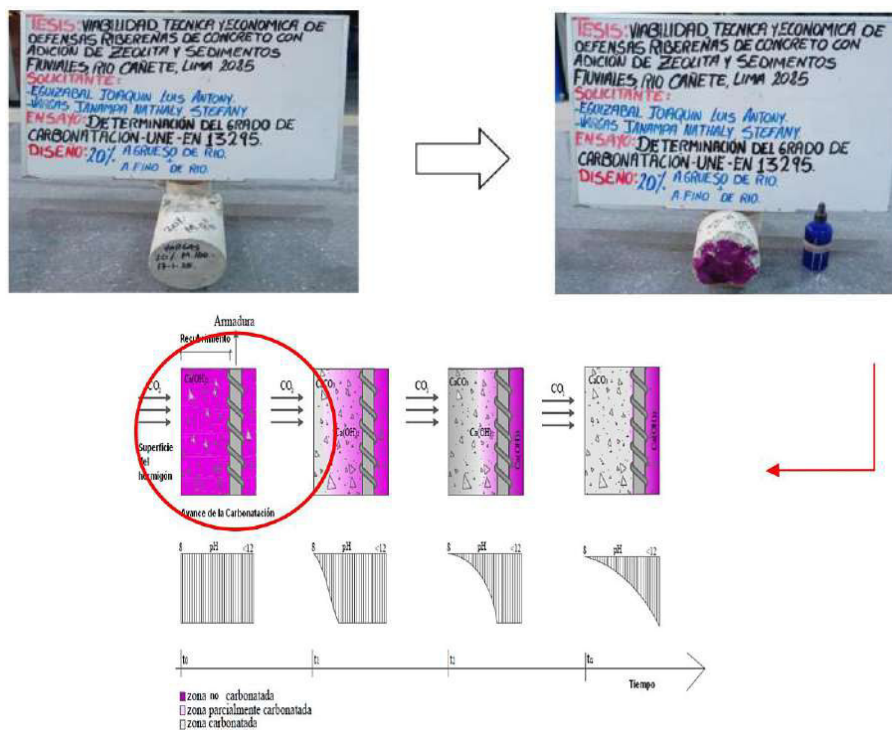
Grado de carbonatación de la dosificación PATRÓN



La figura 34 muestra el ensayo de determinación del grado de carbonatación en una muestra de concreto correspondiente a la dosificación PATRÓN, el cual es una muestra no carbonatada al 100%. El ensayo se basa en la aplicación del reactivo de fenolftaleína, el cual permite visualizar las zonas afectadas por la penetración del dióxido de carbono (CO_2), provocando una disminución del pH en el concreto. El cambio de color tras aplicar el reactivo: las zonas no carbonatadas presentan un color púrpura intenso, mientras que las zonas carbonatadas permanecen incoloras. En la parte inferior de la Figura 34, se representa esquemáticamente la progresión del frente de carbonatación a lo largo del tiempo, evidenciando una mayor penetración del CO_2 hacia el interior del concreto, desde la superficie expuesta hasta alcanzar eventualmente la armadura, lo que puede comprometer la durabilidad estructural. Este ensayo permite evaluar la vulnerabilidad del concreto a procesos de deterioro por carbonatación, siendo crucial para prever la vida útil de estructuras expuestas a ambientes agresivos.

Figura 35

Grado de carbonatación de la dosificación 20% AFR+20AGR



La Figura 35 presenta los resultados del ensayo de carbonatación correspondiente a la dosificación con 20% de AFR + 20% de AGR. Se observa que al igual que el PATRON, no presenta carbonatación, lo cual indica una buena resistencia del concreto frente al ingreso de dióxido de carbono (CO₂).

Figura 36

Grado de carbonatación de la dosificación 30% AFR+30AGR

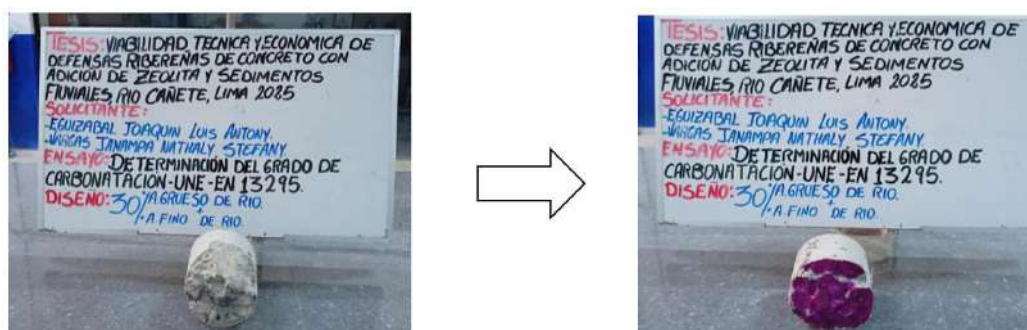
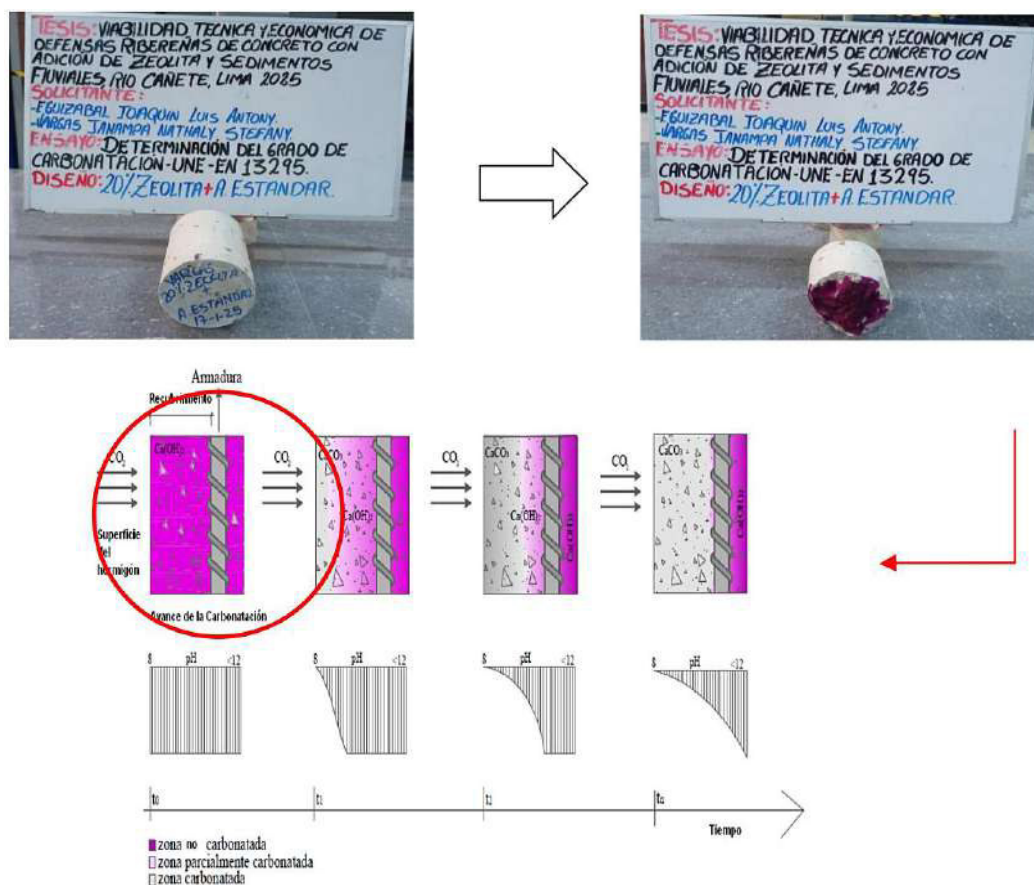


Figura 37

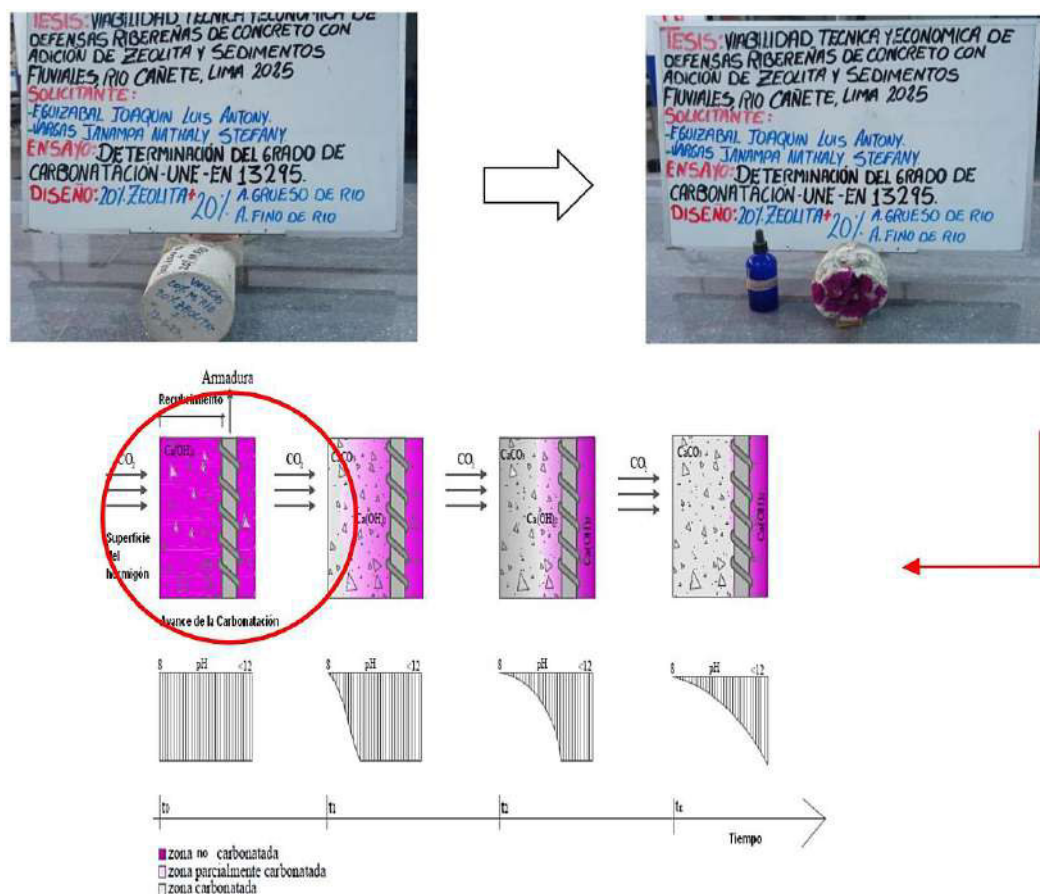
Grado de carbonatación de la dosificación 20% Z+AE



Analizando la Figura 37 que representa el comportamiento de la probeta con dosificación 20%Z.+AE al aplicarle Fenolftaleína como parte del ensayo de carbonatación, se observa que el color violeta se ha distribuido relativamente uniforme en la sección de la probeta; por lo que, el concreto presenta un pH significativamente constante, característica importante para evitar la corrosión del acero de refuerzo en el concreto armado.

Figura 38

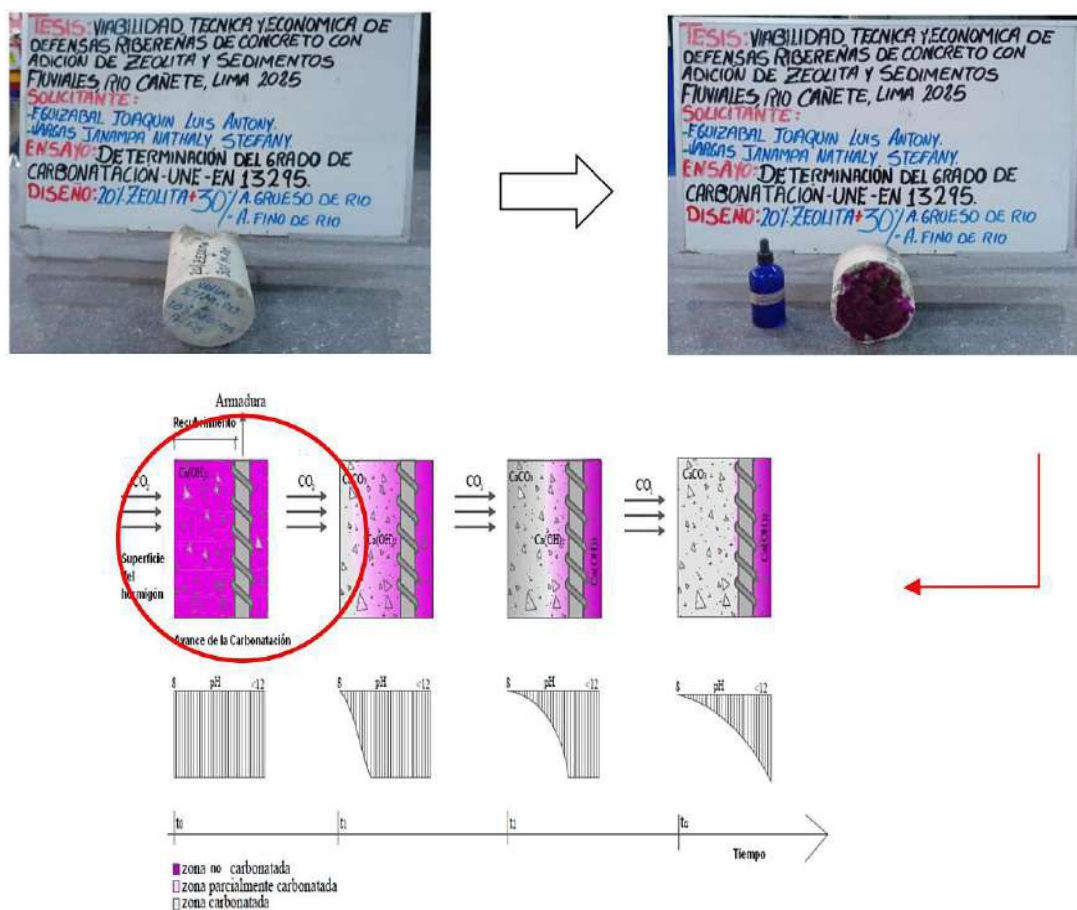
Grado de carbonatación de la dosificación 20%AFR+20%AGR+20%Z



Según la Figura 38, el diseño de mezcla 20%AFR+20%AGR+20%Z, tampoco presenta carbonatación, por lo que también presenta un adecuado desenvolvimiento en cuanto a la protección del acero de refuerzo que se pueda usar en el concreto armado.

Figura 39

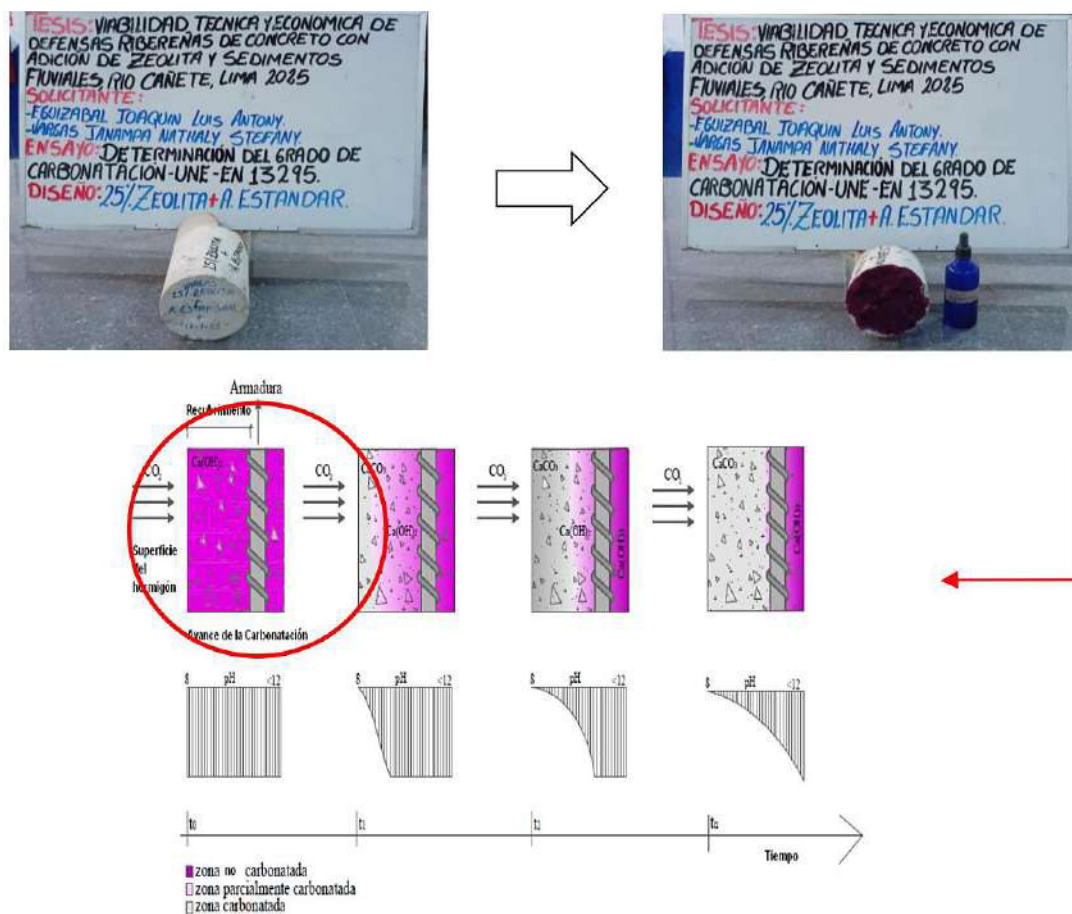
Grado de carbonatación de la dosificación 30%AFR+30%AGR+20%Z



Como se tiene en la Figura 39, El diseño de mezcla 30%AFR+30%AGR+20%Z, tampoco presenta carbonatación.

Figura 40

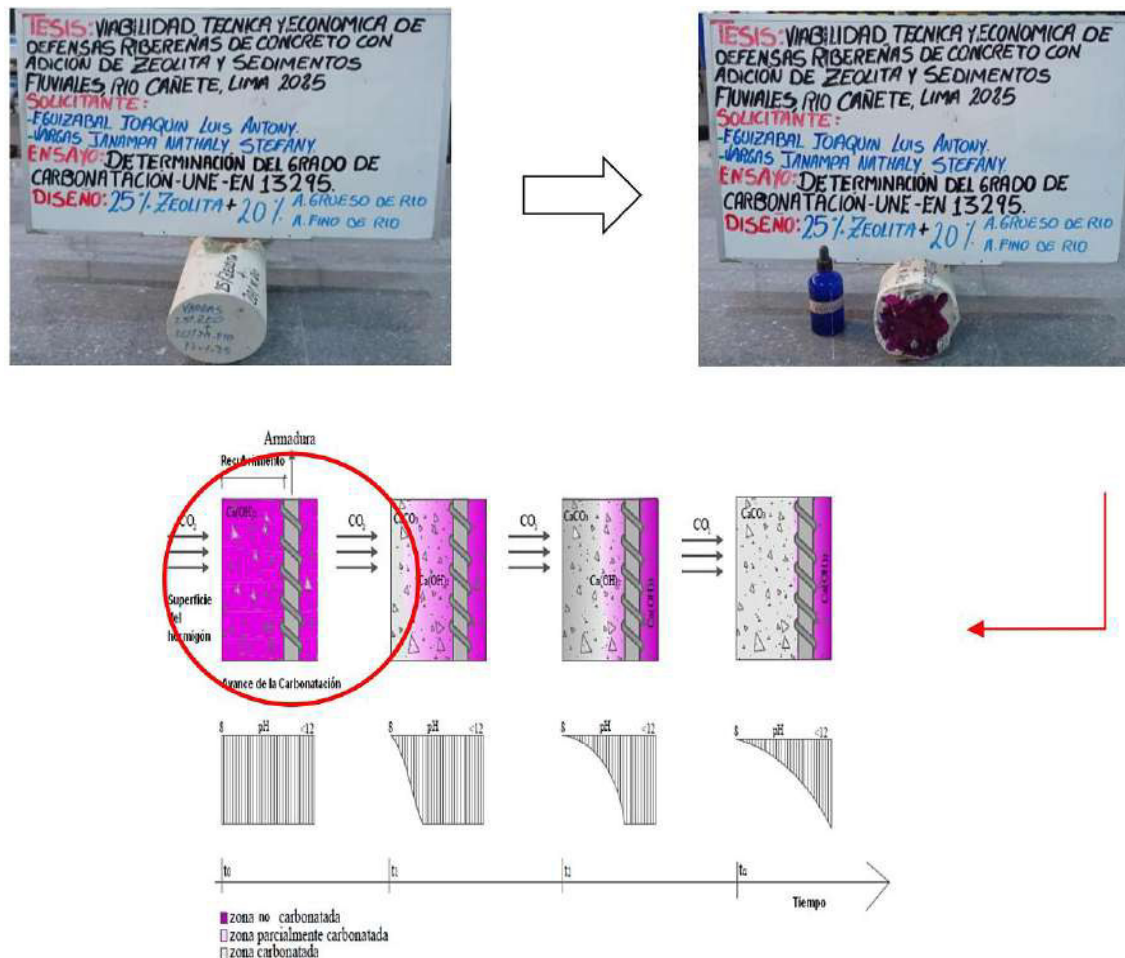
Grado de carbonatación de la dosificación 25%Z+AE



La Figura 40 muestra que la probeta de dosificación 25%Z+AE, al someterse al ensayo de carbonatación presenta una coloración violeta uniforme en toda la sección, por lo que este diseño tiene un buen desenvolvimiento en la protección del acero usado en el concreto armado.

Figura 41

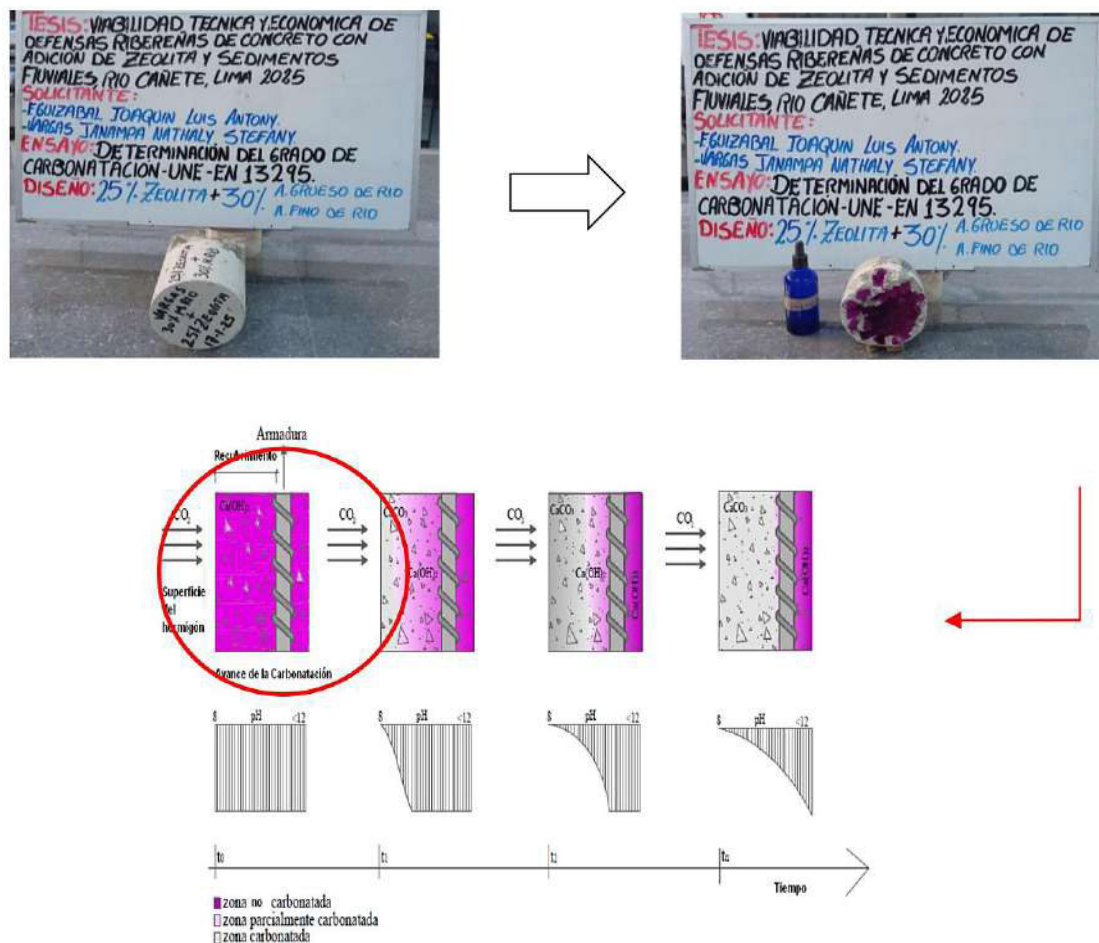
Grado de carbonatación de la dosificación 20%AFR+20%AGR+25%Z



La probeta del diseño de mezcla 20%AFR+20%AGR+25%Z de la Figura 41, presenta una distribución relativamente uniforme en cuanto a la coloración violeta, el cual es indicativo de que este concreto presenta un adecuado desenvolvimiento en cuanto a protección del acero que se pueda usar como acero de refuerzo del concreto armado.

Figura 42

Grado de carbonatación de la dosificación 30%AFR+30%AGR+25%Z



La probeta con dosificación 30%AFR+30%AGR+25%Z, tal como se muestra en la Figura 42, al ser sometido al ensayo de carbonatación presenta una coloración violeta de manera uniforme en la sección, por lo que este presenta un adecuado desenvolvimiento para la protección del acero de refuerzo que se puede usar en el concreto armado.

ETAPA 7: Análisis económico

Para esta etapa se tomó en cuenta el análisis económico de la producción de un metro cúbico (1 m^3) de concreto con los diseños de mezcla que superaron los 210 Kg/cm^2 de resistencia a la compresión a los 28 días de edad en los casos de los diseños sin zeolita (PATRÓN, 20%AFR+20%AGR y 30%AFR+30%AGR); y 90 días para los que contienen zeolita

(20%Z+AE, 20%AGR+20%AFR+20%Z). Considerando que serán usados para la construcción de una estructura hidráulica colindante o cercano a los acopios de los sedimentos fluviales provenientes de la descolmatación del río.

Para dicho análisis, se tuvieron en cuenta tres indicadores: Coste de materiales e insumos, costo de mano de obra y costo de maquinarias y equipo; ya que en los costos de estos 3 aspectos se observa mejor las variaciones dependiendo el tipo de mezcla.

El primer indicador estudiado es el costo de materiales o insumos cuyas cantidades se corresponden según el diseño de mezcla realizado. Por otro lado, la cotización de cada material se estimó de acuerdo con el precio al mercado sin incluir IGV.

Tabla 28

Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto PATRÓN

COSTO DE MATERIALES PARA 1m³ CONCRETO PARA MEZCLA PATRÓN					
Ítem	Descripción	und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Materiales					256.33
01	Agua	m ³	0.20	0.00	0.00
02	Cemento portland Tipo I	bolsas	8.35	25.42	212.26
03	Zeolita natural	Kg	0.00	0.44	0.00
04	Agregado grueso estándar	m ³	0.32	63.56	20.34
05	Agregado fino estándar	m ³	0.35	67.80	23.73
06	Agregado grueso de río	m ³	0.00	0.00	0.00
07	Agregado fino de río	m ³	0.00	0.00	0.00

En relación con lo observado en la Tabla 28, al ser la muestra PATRÓN, no se consideró ninguna cantidad en peso de la Zeolita Natural, ni de los agregados gruesos y finos extraídos del río in situ; por lo que resultó un precio en cuanto a materiales de S/ 256.33 para fabricar 1m³ de mezcla de concreto PATRÓN.

Tabla 29

Costo de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto 20% AFR+20%AGR

COSTO DE MATERIALES PARA 1 M3 DE MEZCLA 20%AFR+20%AGR					
Ítem	Descripción	und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Materiales					247.77
01	Agua	m3	0.21	0.00	0.00
02	Cemento portland Tipo I	bolsas	8.35	25.42	212.26
03	Zeolita natural	Kg	0.00	0.44	0.00
04	Agregado grueso estándar	m3	0.26	63.56	16.53
05	Agregado fino estándar	m3	0.28	67.80	18.98
06	Agregado grueso de río	m3	0.06	0.00	0.00
07	Agregado fino de río	m3	0.07	0.00	0.00

Al analizar la Tabla 29, vemos que el costo de los insumos para la elaboración de 1 m3 de concreto 20% AFR + 20% AGR asciende a S/ 247.77 por m3. Dicho precio depende del porcentaje de reemplazo del agregado estándar por los agregados grueso y/o fino de río; ya que, al ser estos últimos obtenidos de los sedimentos de la descolmatación del lecho del río, el precio unitario de estos agregados sería 0, disminuyendo así el precio en comparación del diseño Patrón; por otro lado, no se considera ningún gramo de Zeolita natural en el diseño.

Tabla 30

Costo de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto 30% AFR+30%AGR

COSTO DE MATERIALES PARA 1 M3 DE MEZCLA 30%AFR+30%AGR					
Ítem	Descripción	und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Materiales					242.51
01	Agua	m ³	0.23	0.00	0.00
02	Cemento portland Tipo I	bolsas	8.35	25.42	212.26
03	Zeolita natural	Kg	0.00	0.44	0.00
04	Agregado grueso estándar	m ³	0.22	63.56	13.98
05	Agregado fino estándar	m ³	0.24	67.80	16.27
06	Agregado grueso de río	m ³	0.10	0.00	0.00
07	Agregado fino de río	m ³	0.11	0.00	0.00

Para determinar el costo del indicador: material por 1m³ del diseño 30% AFR + 30% AGR se planteó la Tabla 30, en dónde se observa reemplazos del 30% de agregado fino estándar en volumen por agregado fino de río y el 30% de agregado grueso estándar por agregado grueso de río. Además, se precisa que el precio unitario de este agregado obtenido de los sedimentos provenientes de la descolmatación del río Cañete es 0 (cero); ya que este material es considerado como residuo, pues su retiro es condicionante a desbordamientos fluviales. Teniendo en cuenta lo descrito, se aprecia que el precio de materiales por m³ de este diseño es S/ 242.51.

Tabla 31

Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto 20%Z+AE

COSTO DE MATERIALES PARA 1 M³ DE MEZCLA 20%Z+AE					
Ítem	Descripción	und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Materiales					247.65
01	Agua	m ³	0.23	0.00	0.00
02	Cemento portland Tipo I	bolsas	6.78	25.42	172.35
03	Zeolita natural	Kg	70.98	0.44	31.23
04	Agregado grueso estándar	m ³	0.32	63.56	20.34
05	Agregado fino estándar	m ³	0.35	67.80	23.73
06	Agregado grueso de río	m ³	0.00	0.00	0.00
07	Agregado fino de río	m ³	0.00	0.00	0.00

Un diseño que superó los 210 Kg/cm² a los 90 días fue la mezcla 20%Z+AE, reemplazo del 20% de la masa del concreto por Zeolita natural y solo con agregado estándar; por lo que para el análisis de indicador costo de materiales se presenta la Tabla M4, donde se observa la masa usada de Zeolita natural (70.98Kg) y su respectivo precio unitario (S/ 0.44), este último precio vendría a ser un 76.19% más barato que el precio unitario por kg de cemento; teniendo en cuenta que el costo por Kg de cemento es S/ 1.68. Por lo tanto, esta disminución en el precio unitario del material conglomerante se verá reflejado en el costo de materiales por 1m³ de mezcla total el cual es S/ 247.65 por m³ de mezcla 20%Z+AE.

Tabla 32

Costo de materiales para la elaboración de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MATERIALES PARA 1 M³ DE MEZCLA 20%AFR+20%AGR+20%Z					
Ítem	Descripción	und	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Materiales					239.09
01	Agua	m ³	0.21	0.00	0.00
02	Cemento portland Tipo I	bolsas	6.78	25.42	172.35
03	Zeolita natural	Kg	70.98	0.44	31.23
04	Agregado grueso estándar	m ³	0.26	63.56	16.53
05	Agregado fino estándar	m ³	0.28	67.80	18.98
06	Agregado grueso de río	m ³	0.06	0.00	0.00
07	Agregado fino de río	m ³	0.07	0.00	0.00

Por otro lado, otro diseño que superó los 210 Kg/cm² a los 90 días fue la mezcla 20%AFR+20%AGR+20%Z, por lo que para el cálculo de su costo de materiales para 1m³ de concreto se sustenta en la Tabla 32, en la cual se aprecia el reemplazo del 20% de la masa del cemento (S/ 1.68 por Kg) por Zeolita natural (S/ 0.44 por Kg); además, la sustitución del 20% del volumen de agregado fino estándar por agregado fino de río y el 20% de agregado grueso estándar por agregado grueso de río, lo que resulta en un ahorro a comparación con el diseño Patrón. Considerando lo descrito, el precio unitario en relación a materiales del diseño 20%AFR+20%AGR+20%Z se estableció en S/ 239.09 por m³ de mezcla de concreto.

En lo que respecta al indicador: costo de mano de obra se consideró el costo para este recurso para el mezclado del concreto y para la clasificación de agregados de río en una jornada de 8 horas de trabajo. Se obtuvieron los siguientes resultados para las diferentes producciones de mezcla.

Tabla 33

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto PATRÓN

COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MEZCLADO DE 1m³ CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para el mezclado de concreto						81.42
01	Peón	hh	8.00	2.56	21.36	54.68
02	Oficial	hh	1.00	0.32	23.60	7.55
03	Operario	hh	2.00	0.64	29.99	19.19

En la Tabla 33 se determinó que para producir 1 m³ de concreto PATRÓN, con un rendimiento de 25 m³/día, se tendrá un costo de mano de obra de S/ 81.42. Y para este caso no se tendrá costo de mano de obra para la clasificación de agregados del río, porque la producción de este concreto solo hace uso de los agregados estándar.

Tabla 34

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MEZCLADO DE 1m³ CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para el mezclado de concreto						81.42
01	Peón	hh	8.00	2.56	21.36	54.68
02	Oficial	hh	1.00	0.32	23.60	7.55
03	Operario	hh	2.00	0.64	29.99	19.19

Tabla 35

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS GRUESO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.18
01	Peón	hh	1.00	0.01	21.36	0.18
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

Tabla 36

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO FINO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.30
01	Peon	hh	1.00	0.01	21.36	0.30
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

En la Tabla 34 se determinó el costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR, con un rendimiento de 25 m³/día, el cual cuesta S/81.42. Para este diseño también se usó el 20% de agregado grueso de río y 20% de agregado fino de río, por lo que se usó mano de obra para la clasificación de agregados de río para la producción de 1 m³ de concreto, con un rendimiento de 56 m³/día y 40 m³/día, respectivamente, del cual se obtuvo en la Tabla 35 y 36 en los cuales se muestran que los costos son de S/0.18 y S/0.30 para el agregado grueso y fino, respectivamente. Por lo cual, el costo total en mano de obra para la producción de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR es de S/81.90.

Tabla 37

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MEZCLADO DE 1m³ CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para el mezclado de concreto						81.42
01	Peón	hh	8.00	2.56	21.36	54.68
02	Oficial	hh	1.00	0.32	23.60	7.55
03	Operario	hh	2.00	0.64	29.99	19.19

Tabla 38

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS GRUESO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.31
01	Peón	hh	1.00	0.01	21.36	0.31
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

Tabla 39

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO FINO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.47
01	Peón	hh	1.00	0.02	21.36	0.47
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

En la Tabla 37 se estableció el costo de la mano de obra necesaria para mezclar 1 m³ de concreto con una composición de 30% AFR y 30% AGR, considerando un rendimiento diario de 25 m³, lo que representa un costo de S/81.42. Para esta mezcla, se empleó también un 30% de agregado grueso de río y un 30% de agregado fino de río, por lo que fue necesario incluir el costo de mano de obra asociada a la clasificación de estos agregados. Esta labor tuvo un rendimiento de 56 m³/día para el agregado grueso y 40 m³/día para el agregado fino, según lo detallado en las Tablas 38 y 39, con costos respectivos de S/0.31 y S/0.47. En consecuencia, el costo total de mano de obra para producir 1 m³ de concreto con 30% AFR y 30% AGR asciende a S/82.20.

Tabla 40

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%Z+AE

COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MEZCLADO DE 1m³ CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para el mezclado de concreto						81.42
01	Peón	hh	8.00	2.56	21.36	54.68
02	Oficial	hh	1.00	0.32	23.60	7.55
03	Operario	hh	2.00	0.64	29.99	19.19

Según lo indicado en la Tabla 40, el costo de mano de obra para producir 1 m³ de concreto 20%Z+AE, con un rendimiento de 25 m³ por día, asciende a S/ 81.42. En este caso, no se considera un costo adicional por la clasificación de agregados del río, ya que este tipo de concreto utiliza únicamente agregados estándar.

Tabla 41

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MEZCLADO DE 1m³ CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para el mezclado de concreto						81.42
01	Peón	hh	8.00	2.56	21.36	54.68
02	Oficial	hh	1.00	0.32	23.60	7.55
03	Operario	hh	2.00	0.64	29.99	19.19

Tabla 42

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS GRUESO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.18
01	Peón	hh	1.00	0.01	21.36	0.18
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

Tabla 43

Costo de mano de obra para el mezclado de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO FINO DE RÍO DE 1 m³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra para Clasificación de agregados						0.30
01	Peón	hh	1.00	0.01	21.36	0.30
02	Oficial	hh	0.00	0.00	23.60	0.00
03	Operario	hh	0.00	0.00	29.99	0.00

En la Tabla 41 se estableció que el costo de mano de obra para mezclar 1 m³ de concreto con una composición de 20% AFR, 20% AGR y 20% Z, y un rendimiento de 25 m³ diarios, es de S/ 81.42. Este diseño incluyó también un 20% de agregado grueso de río y un 20% de agregado fino de río, lo que implicó la necesidad de mano de obra adicional para su clasificación. Para ello, se consideraron rendimientos de 56 m³/día y 40 m³/día, respectivamente, cuyos costos se determinaron en las Tablas 42 y 43, resultando en S/ 0.18 para el agregado grueso y S/ 0.30 para el fino. De este modo, el costo total de mano de obra para producir 1 m³ de este concreto asciende a S/ 81.90.

Para el caso del cálculo del costo para la maquinaria y equipos se consideraron para el mezclado, clasificación de agregados gruesos de río, clasificación de agregados finos de río, traslado de agregado grueso de río hacia el punto de producción de concreto y el traslado de agregado fino de río hacia el punto de producción de concreto.

Tabla 44

Costo de maquinaria y equipo para el mezclado de concreto PATRÓN,

20%AFR+20%AGR, 30%AFR+30%AGR, 20%Z+AE y 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO MAQUINARIAS Y EQUIPOS PARA MEZCLADO DE 1 M³ DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para el mezclado de concreto						10.80
01	Herramientas manuales	%MO		3.00	81.42	2.44
02	Mezcladora de concreto T.tambor 23HP 11-12P3	hm	1.00	0.32	26.12	8.36

Para el mezclado de concreto para cualquiera de los cinco diseños de mezcla indicados en el título de la Tabla 44 se usará S/10.80, con un rendimiento de 25 m³ por día.

En el caso del costo de maquinaria y equipo para las mezclas PATRÓN y 20%Z+AE, será el total de costo en maquinaria y equipo, debido a que los costos de los agregados son puestos en obra. Sin embargo, para los otros tres diseños se generan costos adicionales para la clasificación y traslado de los agregados del río al punto del mezclado del concreto.

Tabla 45

Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso de río para 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.01
01	Retroexcavadora cargadora S/lantas 90-110 hp	hm	1.00	0.01	160.48	0.01

Tabla 46

Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado fino de río para 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO FINO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.02
01	Retroexcavadora cargadora S/lantas 90-110 hp	hm	1.00	0.01	160.48	0.02

Tabla 47

Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRASLADO DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.01
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.00	160.48	0.00
02	Volquete de 15 m ³	hm	1.00	0.00	388.60	0.01

Tabla 48

Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRASLADO DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.01
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.00	160.48	0.00
02	Volquete de 15 m ³	hm	1.00	0.00	388.60	0.01

En las tablas 45, 46, 47 y 48, se presentan costos de maquinarias y equipos de S/ 0.01, S/ 0.01, S/ 0.01 y S/ 0.01, para rendimientos de 56 m³/días en la clasificación de agregado grueso de río, 40 m³/día en la clasificación de agregado fino de río, 300 m³/día para el traslado de agregado grueso de río y 300 m³/días en el traslado de agregado fino de río, respectivamente. Resultando un costo total de maquinaria y equipos de S/ 10.85 para la producción de 1 m³ de concreto 20%AFR+20%AGR y 20%AFR+20%AGR+20%Z, estos costos son iguales, debido a que ambos diseños emplean los mismos porcentajes de reemplazo de agregados estándar por agregados de río.

Tabla 49

Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso de río para 1 m3 de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.02
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.01	160.48	0.02

Tabla 50

Costo de Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado fino de río para 1 m3 de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CLASIFICACIÓN DE AGREGADO FINO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.04
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.02	160.48	0.04

Tabla 51

Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m3 de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRASLADO DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.01
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.00	160.48	0.00
02	Volquete de 15 m ³	hm	1.00	0.00	388.60	0.01

Tabla 52

Costo de Maquinaria y equipo para el traslado de agregado fino de río para 1 m³ de concreto 30%AFR+30%AGR

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRASLADO DE AGREGADO GRUESO DE RÍO PARA 1 M3 DE CONCRETO						
Ítem	Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	P.U. (S/)	Parcial (S/)
Maquinaria y equipo para la clasificación de agregado grueso						0.01
01	Retroexcavadora cargadora S/llantas 90-110 hp	hm	1.00	0.00	160.48	0.00
02	Volquete de 15 m ³	hm	1.00	0.00	388.60	0.01

En las tablas 49, 50, 51 y 52, se presentan costos de maquinarias y equipos de S/ 0.02, S/ 0.04, S/ 0.01 y S/ 0.01, para rendimientos de 56 m³/días en la clasificación de agregado grueso de río, 40 m³/día en la clasificación de agregado fino de río, 300 m³/día para el traslado de agregado grueso de río y 300 m³/días en el traslado de agregado fino de río, respectivamente. Resultando un costo total de maquinaria y equipos de S/ 10.88 para la producción de 1 m³ de concreto 30%AFR+30%AGR.

4.4.2. Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolección de información

La técnica de observación es el proceso de conocer los hechos a través del contacto directo entre investigador y el fenómeno investigado mediante los sentidos; además, se requiere de concentración consciente y curiosidad. La observación experimental radica en escrutar con atención el efecto producido tras la manipulación de la variable independiente en la dependiente, teniendo en cuenta el grupo de control (Ñaupas et al., 2018).

Para nuestra investigación se utilizó la observación experimental como técnica de recolección de datos para cada uno de nuestros indicadores ya que los investigadores obtuvimos la información al examinar la consecuencia en la estabilidad de defensas ribereñas del tratamiento o manejo de las dimensiones de la variable dependiente, bloques de concreto con adición de zeolita.

Como instrumento de registro de datos acorde a la técnica usada, se utilizó la ficha técnica o ficha de observación para cada indicador a manipular de la variable dependiente. Esta fue validada por juicio de expertos y se garantizó su confiabilidad mediante el certificado de calibración de los equipos usados.

A continuación, se presenta la lista de fichas técnicas y certificados de calibración ubicadas en los Anexos.

Anexo C: Ficha técnica de resistencia a la compresión

Anexo D: Ficha técnica de la permeabilidad del concreto

Anexo E: Ficha técnica de carbonatación del concreto

Anexo F: Ficha técnica del revenimiento del concreto

Anexo J: Certificado de calibración de máquina

4.5. Análisis estadístico

Después de recopilar la información a través de fichas de laboratorio, se procedió a procesar los datos mediante hojas de cálculo en Excel, calculando así los diversos indicadores de las muestras preparadas. La evaluación estadística de los datos de las muestras estudiadas se llevó a cabo utilizando el software estadístico IMB SPSS. Inicialmente, se verificó la normalidad de la distribución de los datos de las muestras mediante la prueba de Shapiro-Wilk, dado que el número de muestras analizadas no superaba las 50 para cada grupo de indicadores. Además, se utilizó la prueba paramétrica t de Student para comparar las medidas muestrales para finalmente obtener los coeficientes del modelo de regresión múltiple para las variables dependientes Resistencia a la compresión y costos de producción. En consecuencia, según de lo descrito, análisis estadístico efectuado es descriptivo mediante el

uso de cuadros y tablas que nos permitan interpretar los resultados; además se utilizó la estadística inferencial para la contrastación de las hipótesis.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1. Resistencia a Compresión

Tabla 53

Resistencia a la compresión a los 7, 28, 60 y 90 días de edad

Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)				F'c de diseño
	7 días	28 días	60 días	90 días	
D0: PATRON	162.15	212.97	222.69	229.29	210.00
D1: 20%AFR+20%AGR	211.24	247.57	264.12	268.77	210.00
D2: 30%AFR+30%AGR	239.26	281.42	296.14	301.67	210.00
D3: 20%Z+AE	145.42	189.26	214.63	221.68	210.00
D4: 20%AGR+20%AFR+20%Z	144.47	185.03	210.61	217.20	210.00
D5: 30%AGR+30%AFR+20%Z	132.17	173.09	196.40	203.95	210.00
D6: 25%Z+AE	122.26	159.36	195.38	200.80	210.00
D7: 20%AFR+20%AGR+25%Z	117.74	159.36	177.63	188.37	210.00
D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z	113.14	148.52	169.54	176.86	210.00

Figura 43

Resistencia a la compresión a los 7, 28, 60 y 90 días de edad

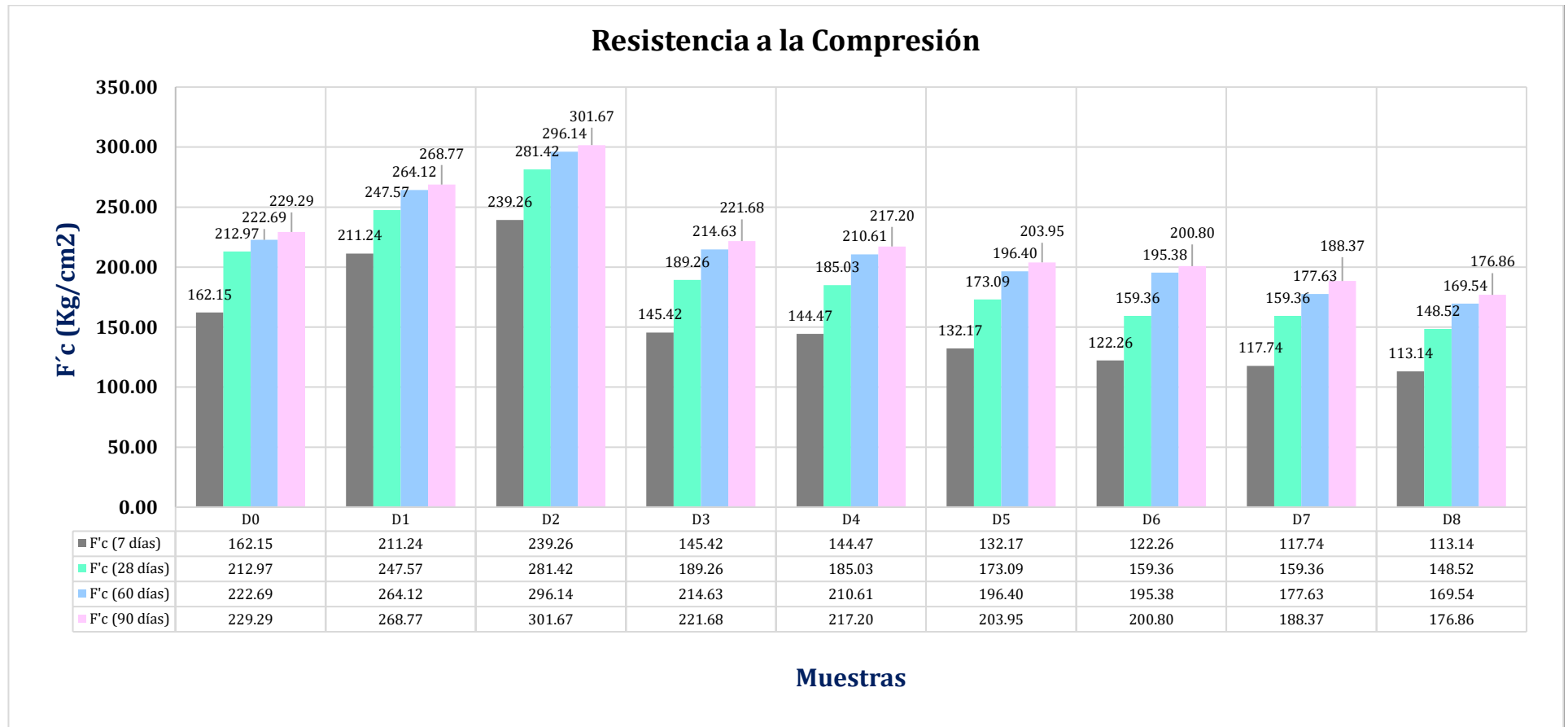
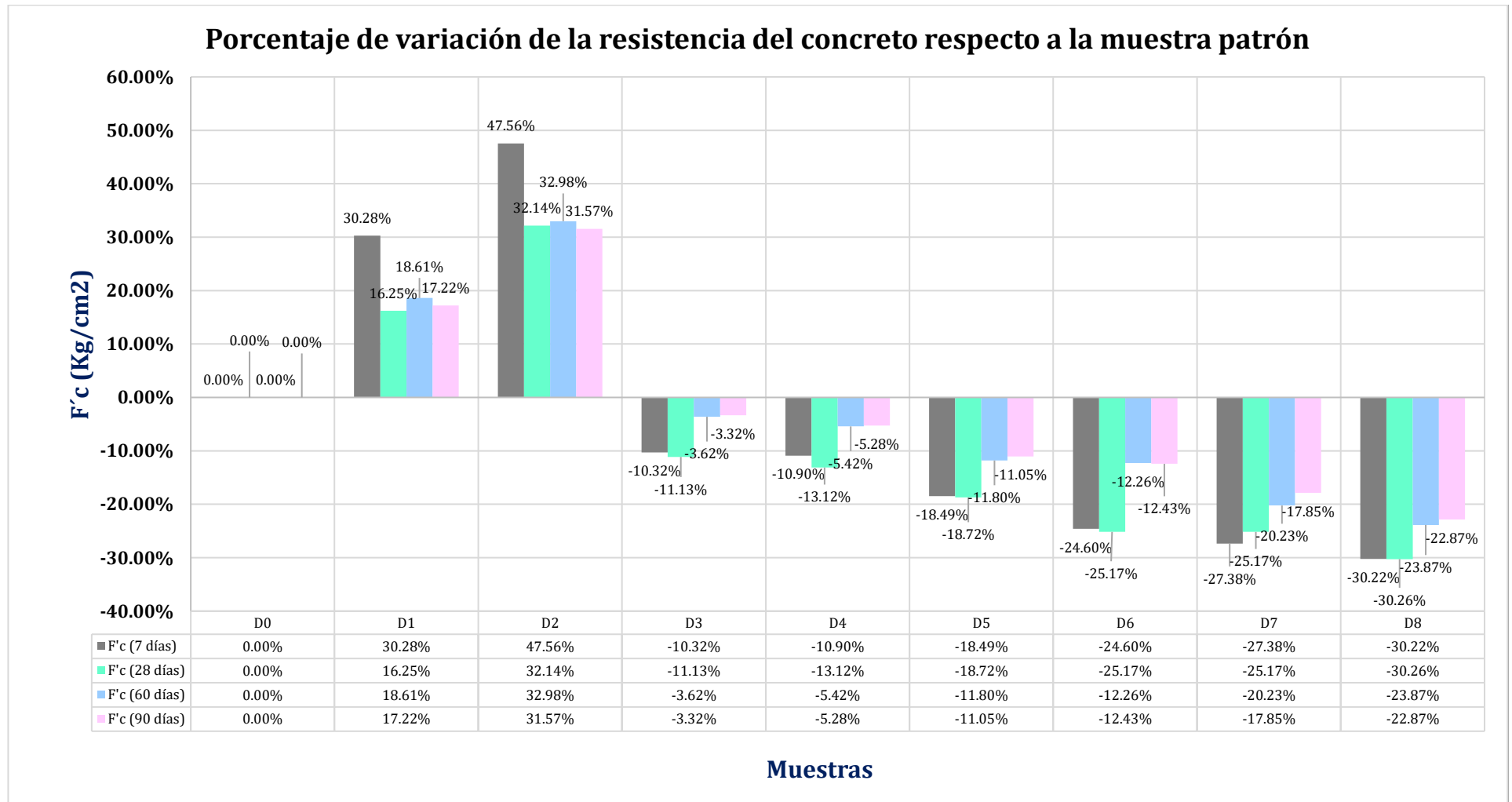


Figura 44

Porcentaje de resistencia a la compresión de los diseños de mezcla respecto a la muestra patrón a los 7, 28, 60 y 90 días de edad



Interpretación:

El análisis de las resistencias para los diseños sin contenido de zeolita se realiza a los 28 días de edad, porque según la Norma E.060 se espera que las resistencias a la compresión sean iguales o superen al valor de diseño a los 28 días de edad; sin embargo, para los que incluyen zeolita en la presente investigación se consideran el desarrollo de la resistencia de diseño a los 90 días de edad, porque estos alcanzan resistencias a la compresión óptimas a edades tardías. Según la Tabla 53 y Figuras 43 y 44 se observa que con la dosificación D2 se obtienen los mayores incrementos de resistencia con 32.14 % respecto al patrón presentando el mayor valor de 281.42 Kg/cm² a los 28 días. Luego se observa que la tendencia de las muestras con contenido de zeolita y el D6 es de descenso progresivo hasta alcanzar el menor valor con la dosificación D8 con el valor 176.86 Kg/cm² a los 90 días de edad, además este alcanza un valor incluso menor en 22.87% que el patrón.

Los diseños de concreto D1 y D2, tienen una sustitución de los agregados estándar grueso y fino por los sedimentos provenientes de la descolmatación del río Cañete, en un 20% y 30% tanto para los finos y gruesos, respectivamente. Los resultados para estos dos diseños de mezcla indican que conforme se fue incrementando el porcentaje de reemplazo de los agregados se fue incrementando las resistencias a la compresión, con 147.57 Kg/cm² para la dosificación D1 y de 281.42 Kg/cm² para el D2 a los 28 días de edad, representando un incremento del 16.25% y 32.14% respecto al D0. Por lo tanto, la sustitución de los agregados estándar por los sedimentos del río Cañete genera un incremento en la resistencia a la compresión del concreto y queda como limitación en la presente investigación el desarrollo de los ensayos con sustituciones de agregados finos y gruesos en valores mayores al 30% dado que se consideraron los porcentajes de sustitución según los antecedentes revisados.

Los diseños D3 y D5 presentan sustitución del 20% y 25% en peso del cemento por zeolita, respectivamente. Para ambos diseños los valores de la resistencia a los 28 días de edad no superan a la resistencia de diseño de 210 Kg/cm^2 , con valores de 189.26 Kg/cm^2 para el D3 y 173.09 Kg/cm^2 para el D5, cuyos valores son menores en un 11.13% y 18.72% respecto a la resistencia del diseño D0. El diseño D3 logra superar los 210 Kg/cm^2 a los 60 días de edad, con un valor de 214.63 Kg/cm^2 y a los 90 días de edad logra una resistencia a la compresión de 221.68 Kg/cm^2 ; sin embargo, el diseño D5, no logra superar la resistencia de diseño a los 90 días, alcanzando solo una resistencia de 203.95 Kg/cm^2 , el cual es menor en un 11.05% respecto a la muestra patrón.

También se tiene el grupo de diseños D4, D5, D7 y D8 los cuales tienen porcentajes de reemplazo de agregado estándar por agregados del río Cañete y porcentajes en peso de reemplazo del cemento por zeolita. De este grupo solo el diseño D4, logró superar la resistencia a la compresión de 210 Kg/cm^2 a los 90 días de edad, alcanzando un valor de 217.20 Kg/cm^2 , el cual es menor en un 5.28% respecto a la resistencia de la muestra PATRÓN para esta edad; sin embargo, supera la resistencia de diseño.

Constatación de hipótesis:

Según el anexo G, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos de resistencia a la compresión en función al porcentaje de zeolita, el porcentaje de sedimentos fluviales del río Cañete y a la edad del concreto. En todos los casos se obtuvieron valores de significancia mayores a 0.05, lo que permitió confirmar que los datos siguen una distribución normal y por lo tanto se aplicó un análisis paramétrico mediante ANOVA, para el cual las hipótesis planteadas fueron:

- Ho: La adición de zeolita y sedimentos fluviales no influyen significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- H1: La adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

El análisis de correlación mostró un valor de $R=0.899$, indicando una relación muy fuerte y positiva entre las variables independientes y la resistencia, mientras que el coeficiente de determinación $R^2=0.808$ evidenció que el 81% de la variabilidad de la resistencia es explicada por las variables consideradas. El ANOVA arrojó un nivel de significancia menor a 0.001, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa confirmando la influencia de las adiciones en la resistencia de compresión del concreto. El modelo de regresión múltiple reveló que los sedimentos del río Cañete no presentaron significancia estadística, la zeolita mostró un efecto negativo y altamente significativo que disminuye la resistencia a medida que aumenta su proporción y la edad del concreto presentó un efecto positivo y significativo que incrementa la resistencia conforme avanza el tiempo de curado. En conclusión, la zeolita disminuye la resistencia a la compresión del concreto, la edad incrementa la resistencia y los sedimentos fluviales no presentan un efecto estadísticamente comprobable.

Tabla 54

Diseños de mezcla con viabilidad técnica referente a la resistencia a la compresión

Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)				F'c de diseño
	7 días	28 días	60 días	90 días	
D0: PATRON	162.15	212.97	222.69	229.29	210.00
D1: 20%AFR+20%AGR	211.24	247.57	264.12	268.77	210.00
D2: 30%AFR+30%AGR	239.26	281.42	296.14	301.67	210.00
D3: 20%Z+AE	145.42	189.26	214.63	221.68	210.00

Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)				F'c de diseño
	7 días	28 días	60 días	90 días	
D4: 20%AGR+20%AFR+20%Z	144.47	185.03	210.61	217.20	210.00

Según la Tabla 54 y lo indicado en los párrafos anteriores, los diseños de mezcla D0, D1, D2, D3 y D4 son los que lograron superar la resistencia a la compresión de diseño a los 28 días de edad para los diseños sin contenido de zeolita y a los 60 o 90 días para los que contienen zeolita.

5.2. Revenimiento

Tabla 55

Revenimiento (slump) de las mezclas de concreto fresco

Dosificación	Slump
D0: PATRÓN	4 3/4"
D1: 20%AFR/20%AGR	4 1/2"
D2: 30%AFR/30%AGR	4 1/2"
D3: 20%Z+AE	4"
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	3 3/4"
D5: 30%AGR+30%AFR+20%Z	3 3/4"
D6: 25%Z+AE	3 1/2"
D7: 20%AFR+20%AGR+25%Z	3 3/4"
D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z	3"

Interpretación:

Según la Tabla 55 los valores de asentamiento obtenidos varían entre 3" y 4 3/4", lo que corresponde a una trabajabilidad de baja a alta. La mezcla con 30 % AFR + 30 % AGR + 25 % Z registró el slump más bajo (3"), reflejando una menor trabajabilidad, en tanto que la mezcla PATRÓN alcanzó el mayor valor (4 3/4"), indicando mejor comportamiento en estado fresco. El ACI 211.1-91 establece un intervalo de 25 mm (1") a 100 mm (4"), mientras que la norma peruana E.060 permite una tolerancia de ± 20 mm sobre el límite superior, ampliando así el rango hasta 120 mm (4 3/4"). En consecuencia, todas las mezclas cumplen con los límites establecidos por las normativas técnicas citadas; por lo tanto, todos los diseños de mezcla son viables técnicamente respecto al revenimiento.

5.3. Permeabilidad

Tabla 56

Profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido

Dosificación	Penetración promedio (mm)	Porcentajes respecto al PATRÓN
D0: PATRÓN	34.70	100.00%
D1: 20%AFR/20%AGR	35.20	101.44%
D2: 30%AFR/30%AGR	33.40	96.25%
D3: 20%Z+AE	43.07	124.12%
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	44.03	126.89%
D5: 30%AGR+30%AFR+20%Z	62.67	180.61%
D6: 25%Z+AE	73.77	212.59%
D7: 20%AFR+20%AGR+25%Z	74.10	213.54%
D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z	74.30	214.12%

Figura 45

Profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido

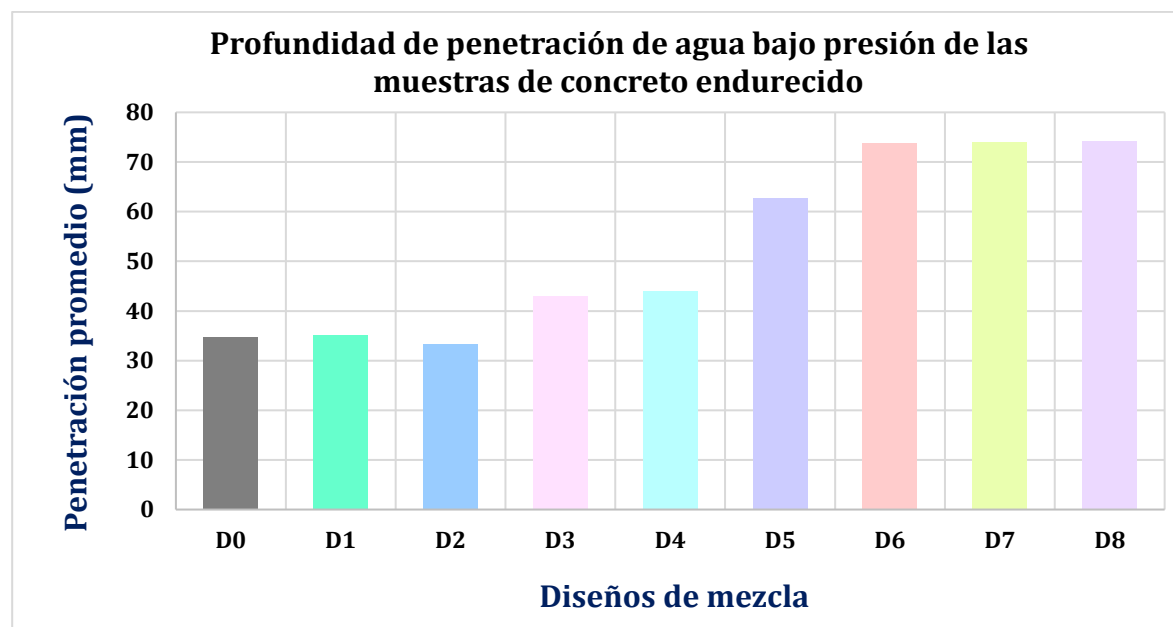
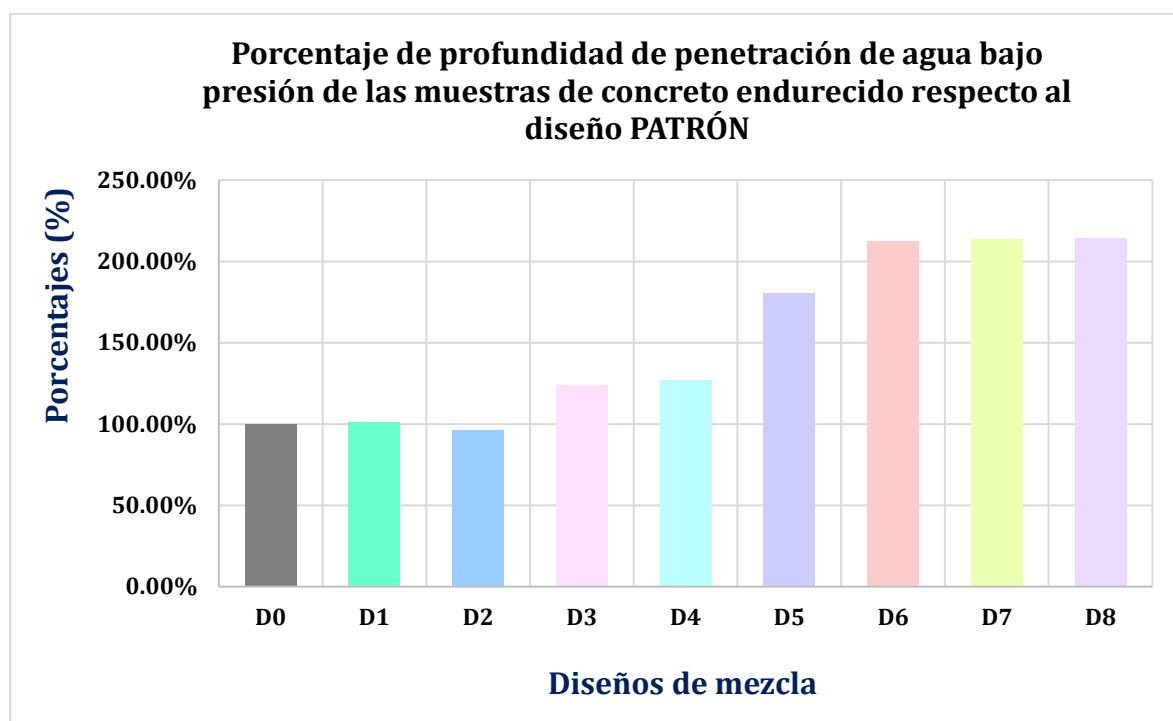


Figura 46

Porcentaje de profundidad de penetración de agua bajo presión de las muestras de concreto endurecido respecto al diseño PATRÓN



Interpretación:

La Tabla 56 y las Figuras 45 y 46 presenta los resultados de la profundidad de penetración de agua en diferentes dosificaciones de concreto, con valores que oscilan entre 33.40 mm (D2) y 74.30 mm (D8). Según la norma NTC 4483, la permeabilidad del concreto se clasifica como baja si la penetración es menor a 30 mm, media entre 30 y 60 mm, y alta si supera los 60 mm. En este contexto, las dosificaciones D5, D6, D7 y D8 presentan una permeabilidad alta, lo que podría comprometer la durabilidad del acero de refuerzo en estructuras hidráulicas. Por otro lado, las dosificaciones D0, D1, D2, D3 y D4 presentan permeabilidad media, siendo más adecuadas para estructuras hidráulicas. Destaca la dosificación D2 (30%AFR/30%AGR) con la menor penetración (33.40 mm), con un 96.25% respecto al D0, mostrando el mejor desempeño frente al ingreso de agua, mientras que la D8 (30%AFR + 30%AGR + 25%Z) exhibe la mayor penetración (74.30 mm), lo que representa un incremento del 214.12% respecto al patrón D0.

5.4. Profundidad de carbonatación

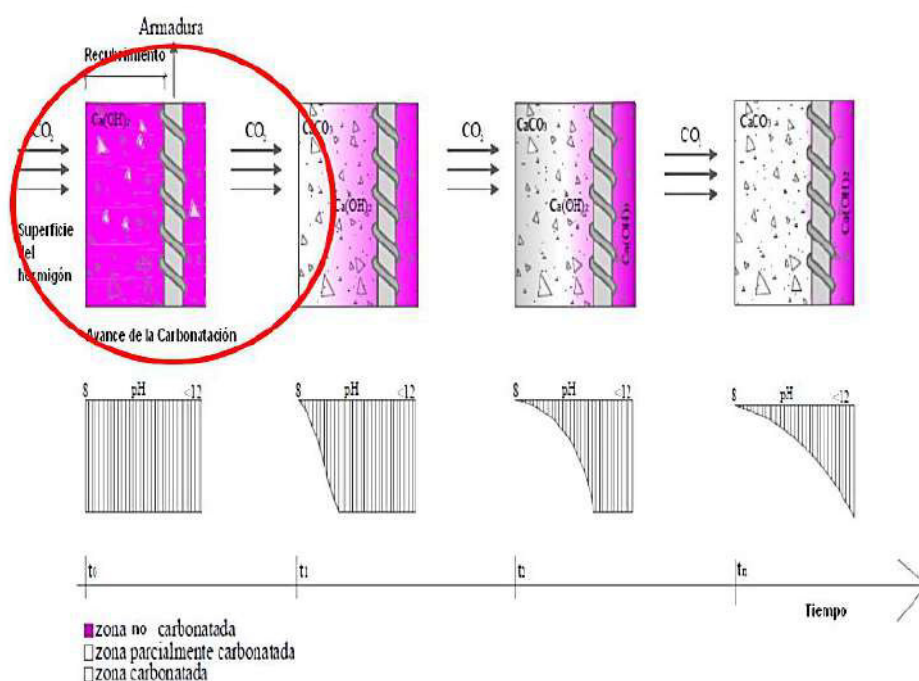
Tabla 57

Profundidad de carbonatación de las muestras de concreto endurecido

Dosificación	Carbonatación
D0: PATRÓN	No carbonatada al 100%
D1: 20%AFR/20%AGR	No carbonatada al 100%
D2: 30%AFR/30%AGR	No carbonatada al 100%
D3: 20%Z+AE	No carbonatada al 100%
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	No carbonatada al 100%
D5: 30%AGR+30%AFR+20%Z	No carbonatada al 100%
D6: 25%Z+AE	No carbonatada al 100%
D7: 20%AFR+20%AGR+25%Z	No carbonatada al 100%
D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z	No carbonatada al 100%

Figura 47

Avance de carbonatación de las muestras de concreto endurecido



Nota: Todas las muestras de concreto desarrollaron zonas no carbonatadas al 100%.

Interpretación:

Según la Tabla 57, todas dosificaciones estudiadas en la presente investigación presentaron muestras no carbonatadas al 100%, debido a que estos presentaron un cambio de color

púrpura intenso tras la aplicación de la fenolftaleína. Este indicativo evidencia que existe una casi nula penetración del CO_2 hacia el interior del concreto, por lo que no representa una amenaza la armadura de acero corrugado en concretos armados, por lo que este concreto tendrá un buen desenvolvimiento en la vida útil de los componentes de las obras hidráulicas, en este caso de las defensas riverenas en el río Cañete. En conclusión, todos los diseños de mezcla son viables técnicamente respecto a la profundidad de carbonatación.

5.5. Costo de material

Tabla 58

Costo de materiales para la producción de 1 m³ de mezcla

Diseño de mezcla	Costo de materiales (S/)	Diferencia de costo de materiales respecto al diseño PATRÓN (S/)	% de costo de materiales respecto al diseño PATRÓN
D0: PATRÓN	256.33	0.00	100.00%
D1: 20%AFR/20%AGR	247.77	-8.56	96.66%
D2: 30%AFR/30%AGR	242.51	-13.82	94.61%
D3: 20%Z+AE	247.65	-8.68	96.61%
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	239.09	-17.24	93.27%

Figura 48

Costo de materiales para la producción de 1 m³ de mezcla

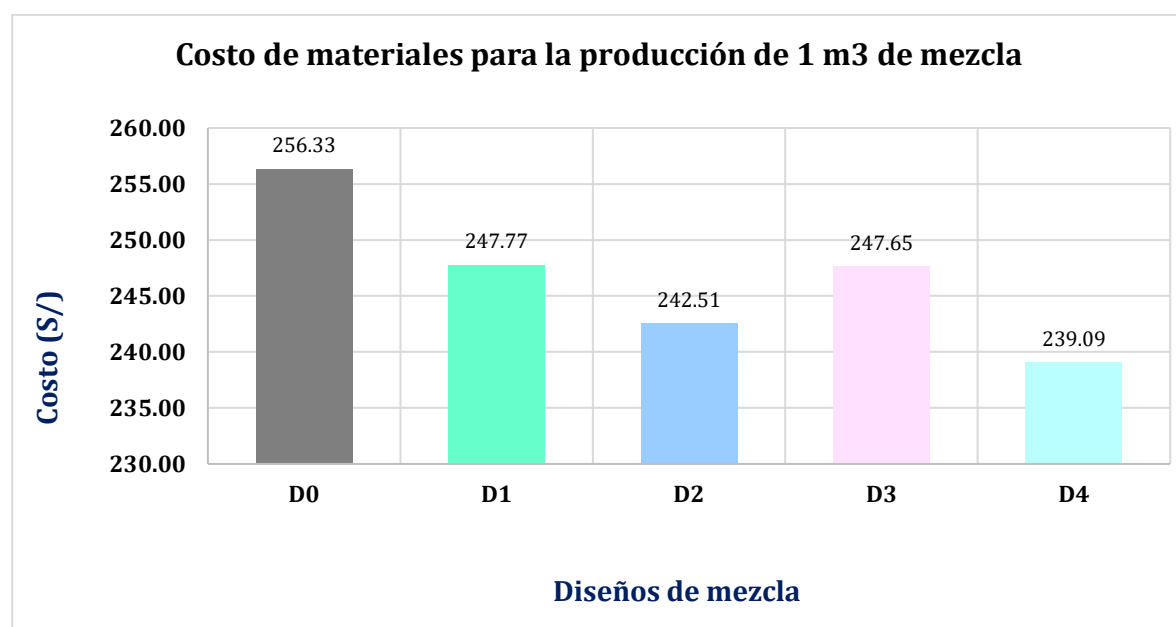
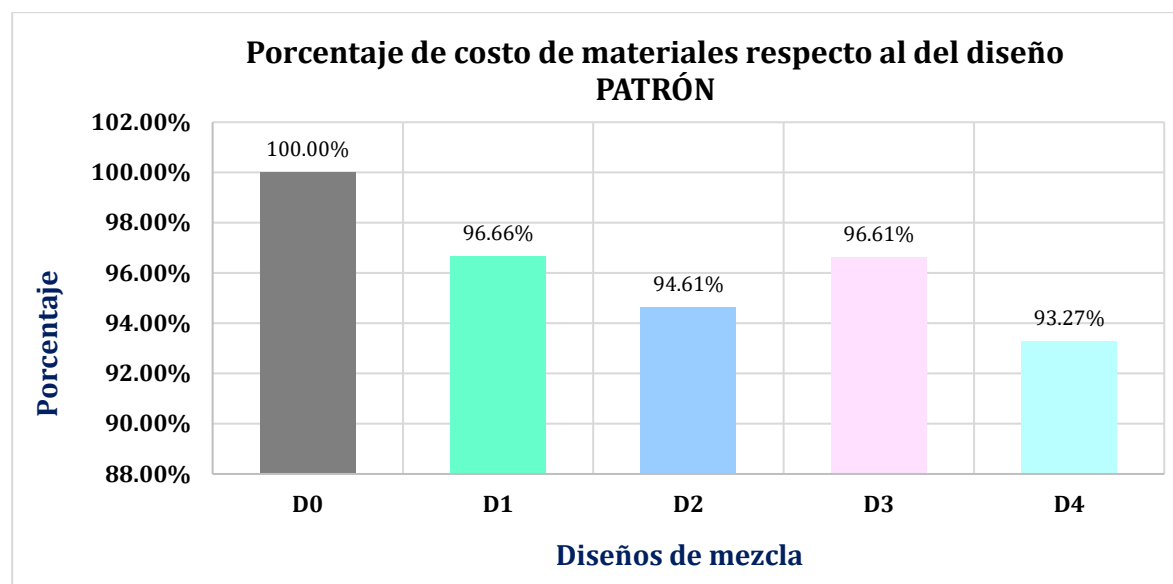


Figura 49

Porcentaje de costo de materiales respecto al del diseño PATRÓN



Interpretación:

El análisis de costos de materiales para la producción de 1 m³ de mezcla, presentado en la Tabla 58 y visualizado en las Figuras 48 y 49, revela una clara tendencia de reducción de costos en los diseños alternativos respecto al diseño PATRÓN (D0). El diseño D1 (20% AFR/20% AGR) representa una disminución de S/ 8.56, equivalente al 96.66% del costo del diseño base. Esta reducción se acentúa en D2 (20%AFR/30%AGR), que alcanza el costo más bajo con S/ 242.51, es decir, una reducción de S/ 13.82 (94.61% respecto al patrón). El diseño D3 (20%+AE) se aproxima a D1 con un costo de S/ 247.65 (96.61%), mientras que D4 (20%AFR+20%AGR+20%GZ) presenta la mayor reducción absoluta de S/ 17.24, alcanzando un costo de S/ 239.09 (93.27%). La Figura 49 refleja visualmente esta disminución progresiva en los costos, y la Figura 49 refuerza esta tendencia al representar el costo relativo porcentual respecto al diseño PATRÓN. Estos resultados indican que la incorporación de materiales alternativos de agregado fino de río, agregado grueso de río y zeolita puede optimizar significativamente los costos de producción sin comprometer el

rendimiento volumétrico, lo que sugiere una viabilidad económica notable en contextos de producción a gran escala.

5.6. Costo de mano de obra

Tabla 59

Costo de mano de obra para la producción de 1 m³ de mezcla

Diseño de mezcla	Costo de mano de obra (S/)	Diferencia de costo de mano de obra respecto al diseño PATRÓN (S/)	% de costo de mano de obra respecto al diseño PATRÓN
D0: PATRÓN	81.42	0.00	100.00%
D1: 20%AFR/20%AGR	81.90	0.48	100.59%
D2: 30%AFR/30%AGR	82.20	0.78	100.96%
D3: 20%Z+AE	81.42	0.00	100.00%
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	81.90	0.48	100.59%

Figura 50

Costo de mano de obra para la producción de 1 m³ de mezcla

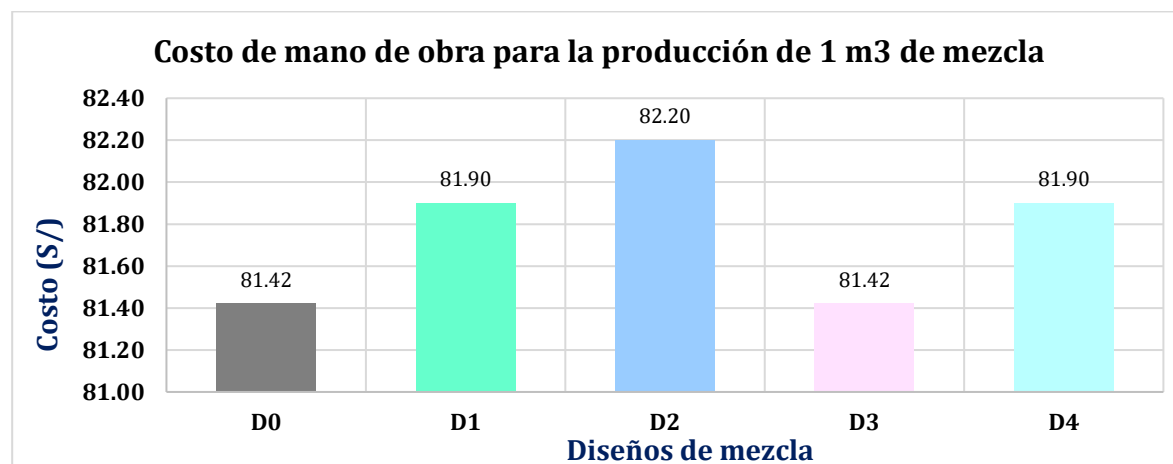
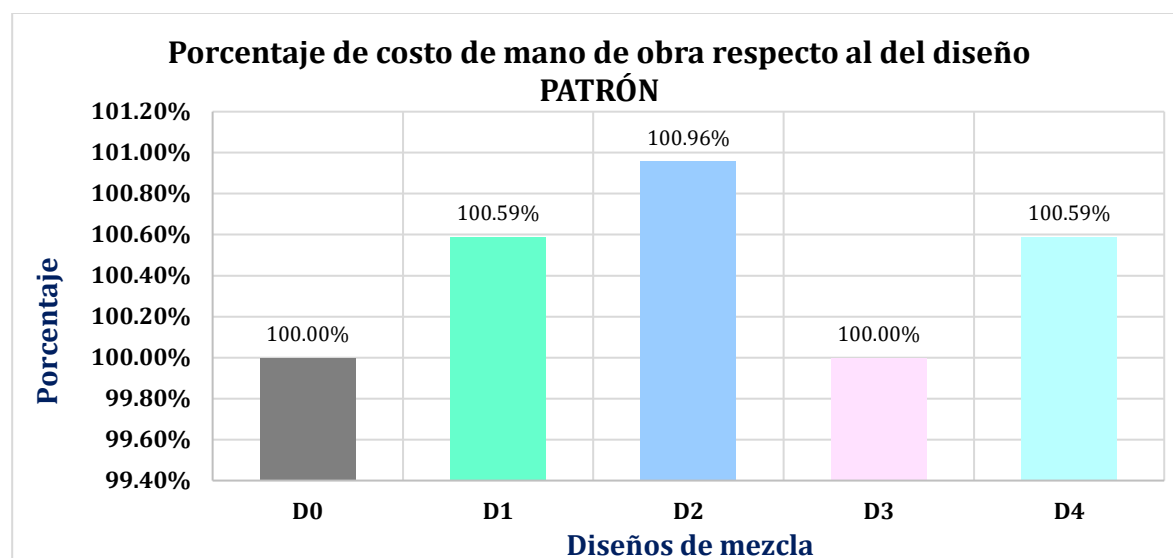


Figura 51

Porcentaje de costo de mano de obra respecto al del diseño PATRÓN



Interpretación:

En relación con el análisis del costo de mano de obra para la producción de 1 m³ de mezcla, la Tabla 59 y las Figuras 50 y 51 indican que, a diferencia del comportamiento observado en los costos de materiales, las variaciones en los costos de mano de obra entre los diferentes diseños de mezcla son mínimas, con incrementos marginales respecto al diseño PATRÓN (D0). El costo base (D0) es de S/ 81.42, y el diseño D3 mantienen este mismo valor, lo que indica una equivalencia del 100%. El diseño D2 (20%AFR/30%AGR) presenta el costo más alto con S/ 82.20, reflejando un incremento de S/ 0.78 (100.96% respecto al patrón), mientras que los diseños D1 (20%AFR/20%AGR) y D4 (20%AFR+20%AGR+20%GZ) muestran un ligero aumento de S/ 0.48 (100.59%). Estos cambios son visualizados claramente en la Figura R3, donde se observa que las barras correspondientes a D1 y D3 se alinean con la del diseño PATRÓN, y en la Figura 52, donde los porcentajes apenas superan el 100% en los casos de D1, D2 y D4. En términos técnicos, estos resultados sugieren que la incorporación de materiales alternativos no representa una carga significativa en los costos de mano de obra

por unidad de volumen producido, lo cual es relevante al evaluar la eficiencia y viabilidad económica de estos diseños en condiciones de producción sostenida.

5.7. Costo de maquinaria y equipo

Tabla 60

Costo de maquinaria y equipo de obra para la producción de 1 m³ de mezcla

Diseño de mezcla	Costo de maquinaria y equipo (S/)	Diferencia de costo de maquinaria y equipo respecto al diseño PATRÓN (S/)	% de costo de maquinaria y equipo respecto al diseño PATRÓN
D0: PATRÓN	10.80	0.00	100.00%
D1: 20%AFR/20%AGR	10.85	0.05	100.46%
D2: 30%AFR/30%AGR	10.88	0.08	100.74%
D3: 20%Z+AE	10.80	0.00	100.00%
D4: 20%AFR+20%AGR+20%Z	10.85	0.05	100.46%

Figura 52

Costo de maquinaria y equipo para la producción de 1 m³ de mezcla

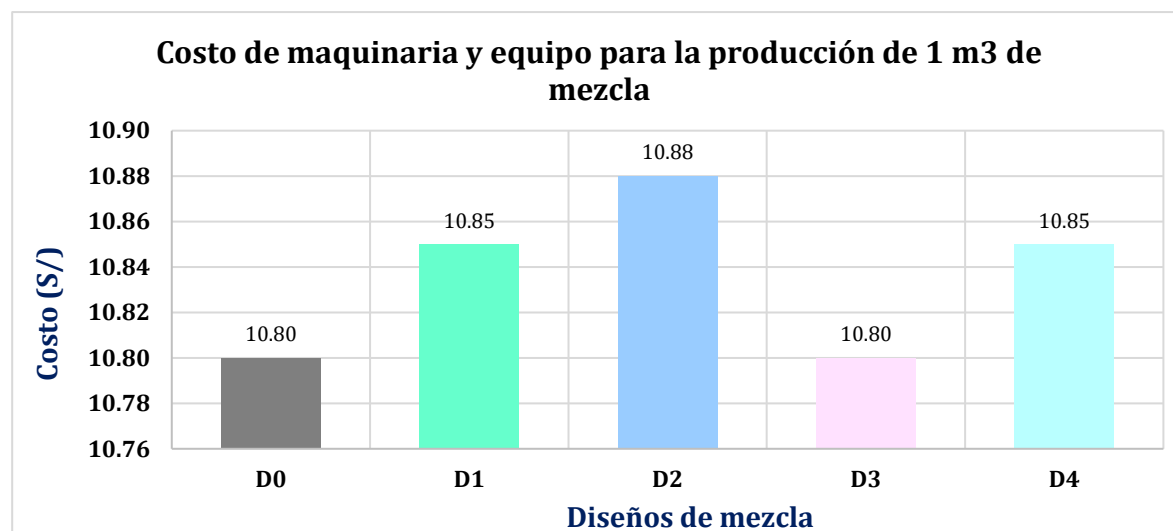
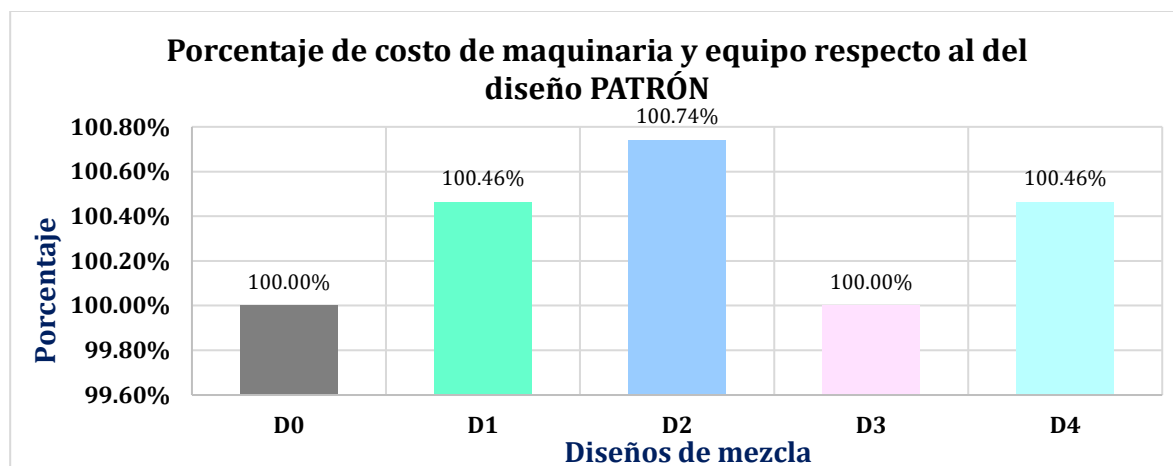


Figura 53

Porcentaje de costo de maquinaria y equipo respecto al del diseño PATRÓN



Interpretación:

Respecto al análisis del costo de maquinaria y equipo de obra para la producción de 1 m³ de mezcla, la Tabla 60 y las Figuras 52 y 53 muestran que las diferencias entre los distintos diseños de mezcla son marginales, aunque con ligeras variaciones respecto al diseño PATRÓN (D0), cuyo costo base es de S/ 10.80. El diseño D1 (20%AFR/20%AGR) mantiene este mismo valor, reflejando un 100.00% de equivalencia. El diseño D2 (20%AFR/30%AGR) registra el mayor incremento con S/ 10.88, lo que representa un aumento de S/ 0.08 (100.74% respecto al patrón). Por otro lado, el diseño D3 (20%+AE) evidencia una ligera reducción, con un costo de S/ 10.78 (99.81%), siendo el único diseño que presenta un valor inferior al de referencia. Finalmente, el diseño D4 (20%AFR+20%AGR+20%GZ) muestra un costo de S/ 10.85, con un incremento de S/ 0.05 (100.46%). Estas variaciones se observan claramente en la Figura 53, donde las diferencias entre las barras, aunque sutiles, evidencian un leve aumento en D2 y D4, y una disminución en D3. La Figura 54 reafirma esta información al presentar los porcentajes de costo relativo respecto al diseño base. Desde un enfoque técnico, se concluye que el uso de materiales alternativos no genera un impacto significativo en el costo de maquinaria y equipo por metro cúbico de mezcla, lo cual es favorable desde una perspectiva de control operativo, ya que

permite implementar diseños optimizados sin implicar inversiones adicionales en recursos mecánicos o logísticos.

Tomando en cuenta lo explicado en las anteriores líneas, se estimó el costo de producción de 1 m³ de concreto de cada diseño de muestra evaluada, considerando el precio de material, mano de obra y equipos/herramientas en conjunto, con el fin de tener un análisis integral en la evaluación económica.

Tabla 61

Costo total (materiales, mano de obra y equipos) para la producción de 1 m³ de mezcla

Diseño de mezcla	Costo total (S/)	Diferencia de costo respecto al diseño PATRÓN	% de costo del diseño PATRÓN
D0 (Patrón)	348.55	0.00	100.00%
D1	340.52	-8.03	97.70%
D2	335.59	-12.96	96.28%
D3	339.87	-8.68	97.51%
D4	331.84	-16.71	95.21%

Figura 54

Costo total de recursos para la producción de 1 m³ de mezcla

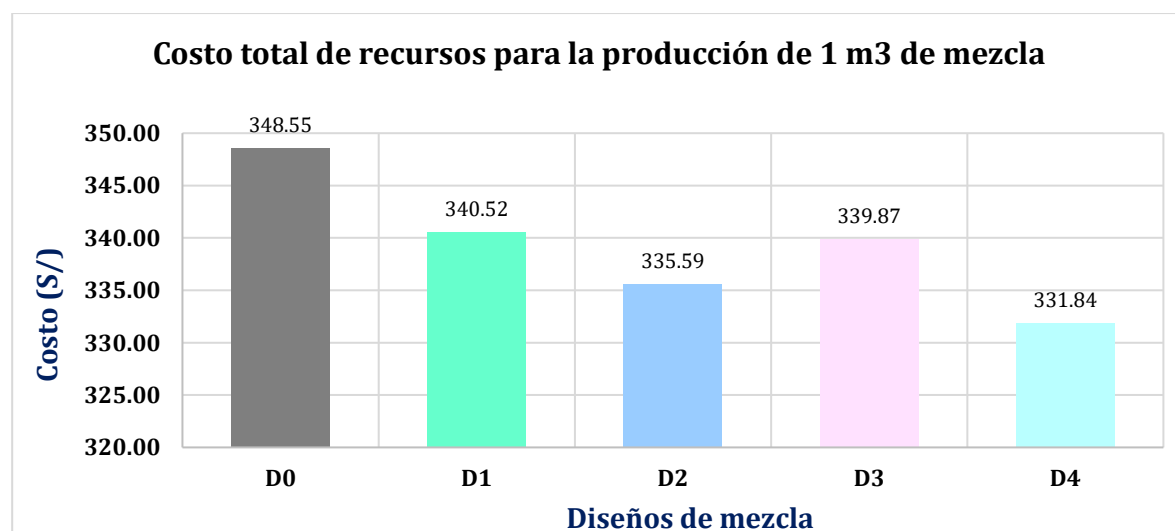
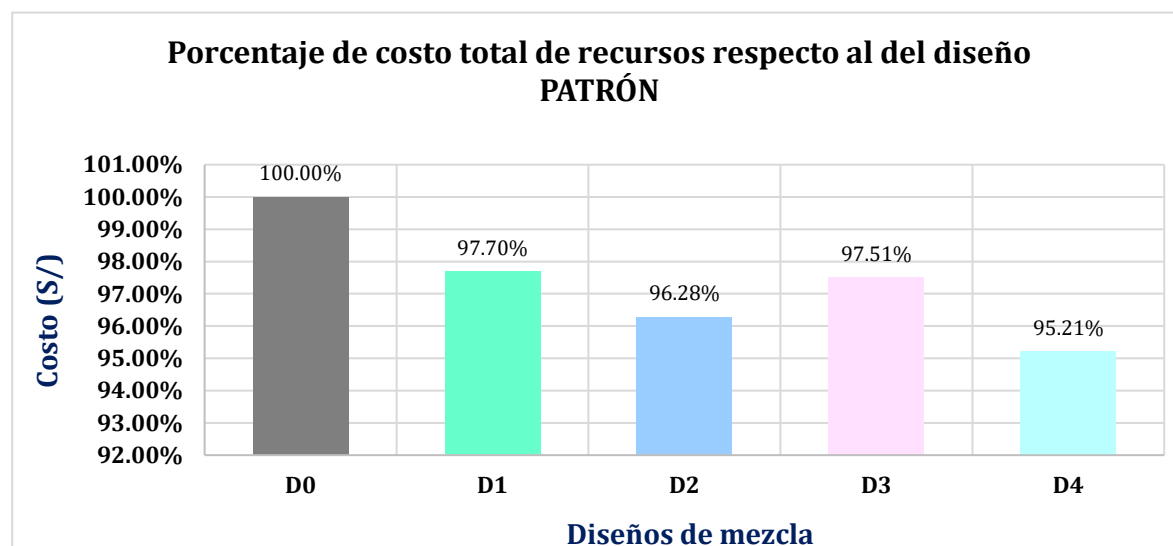


Figura 55

Porcentaje de costo total de recursos respecto al del diseño PATRÓN

D



Interpretación:

Considerando la Tabla 61 y las Figuras 54 y 55, se concluye que el diseño de mezcla D4 representa la alternativa más económica para la producción de 1 m³ de mezcla, con un costo total de S/ 331.84, lo que implica una reducción del 4.79% respecto al diseño patrón D0 (S/ 348.55). Le siguen los diseños D2, D3 y D1, con reducciones de 3.67%, 2.53% y 2.26%, respectivamente. La Figura 54 muestra visualmente que los diseños alternativos presentan costos totales menores al patrón, destacando a D4 como el de menor valor absoluto. Por su parte, la Figura 55 evidencia que todos los diseños alternativos tienen porcentajes de costo total por debajo del 100%, resaltando nuevamente a D4 con el menor porcentaje (95.21%). En conjunto, estos resultados permiten concluir que el diseño D4 no solo reduce significativamente el costo total de recursos, sino que también constituye la opción más eficiente desde el punto de vista económico.

Constatación de hipótesis:

En el Anexo H, la prueba de normalidad Shapiro-Wilk se aplicó a los datos de costo de producción en función de los porcentajes de zeolita y de sedimentos fluviales. En todos los casos los valores de significancia fueron mayores a 0.05, confirmando que los datos siguen una distribución normal, lo cual permitió aplicar pruebas paramétricas mediante ANOVA, para el cual se plantearon las siguientes hipótesis:

- Ho: La adición de zeolita y sedimentos fluviales no influyen significativamente en el costo de producción en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- H1: La adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente en el costo de producción en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

El modelo de regresión mostró un coeficiente de correlación $R=0.999$, lo cual evidencia una relación prácticamente perfecta entre las variables independientes y el costo de producción, mientras que el coeficiente de determinación $R^2=0.998$ indicó que el 99.8% de la variabilidad del costo puede explicarse por los porcentajes de zeolita y sedimentos. El análisis de varianza arrojó un valor de significancia menor a 0.001, rechazándose la hipótesis nula y confirmando que la adición de zeolita y sedimentos ejerce un efecto significativo sobre el costo. El modelo de regresión lineal indicó que tanto la zeolita como los sedimentos presentaron coeficientes negativos y altamente significativos, lo cual demuestra que su incorporación reduce el costo por metro cúbico de concreto en comparación con el concreto patrón. Por lo tanto, la adición de zeolita y sedimentos fluviales permite una disminución significativa del costo de producción del concreto, representando una alternativa económicamente favorable en la construcción de defensas ribereñas en la zona de investigación.

CAPÍTULO VI

6. DISCUSIÓN

Indicador 1: Resistencia a la compresión.

Los resultados de resistencia a la compresión exhiben un comportamiento claramente diferenciado entre las mezclas con incorporación de sedimentos del río Cañete y aquellas que incluyen zeolita. Las mezclas D1 y D2, que sustituyen parcialmente agregados finos y gruesos por sedimentos, superaron la resistencia del diseño patrón (D0) en todos los rangos de edad, alcanzando un incremento del 32.14% en el caso de D2 a los 28 días. Este hallazgo es coherente con lo expuesto por Beddaa et al. (2020), quienes destacan que los sedimentos fluviales, al ser tratados adecuadamente, pueden tener propiedades físicas similares a los agregados convencionales, generando mezclas de concreto con buen desempeño estructural. Por otro lado, las mezclas que incorporan zeolita como sustituto parcial del cemento (D3, D4, D5, D6, D7 y D8) muestran un desarrollo más lento de la resistencia, alcanzando valores óptimos solo a los 90 días. Esto coincide con los estudios de Waghmare et al. (2022), quienes señalan que la zeolita mejora la densidad microestructural del concreto, pero requiere un mayor tiempo de curado debido a su naturaleza puzolánica. Raggiotti et al. (2015) también destacan que el comportamiento mecánico con zeolita depende del porcentaje de reemplazo y el tipo de cemento utilizado. En particular, el diseño D3, con 20% de zeolita, fue el único que alcanzó y superó la resistencia de diseño a los 90 días, corroborando lo afirmado por Panimbosa (2022), quien demostró que el uso de zeolita en proporciones adecuadas incrementa la durabilidad y resistencia en etapas tardías. Finalmente, la combinación de ambos materiales alternativos en el diseño D4 logró cumplir con los requisitos técnicos a los 90 días, validando la viabilidad técnica de su uso combinado.

Indicador 2: Revenimiento

Los valores de slump de las mezclas evaluadas oscilaron entre 3" y 4 ¾", todos dentro de los rangos permitidos por las normas ACI 211.1-91 y la Norma Técnica Peruana E.060. Sin embargo, se evidenció que las mezclas con mayor contenido de zeolita y sedimentos (D8: 30%AFR+30%AGR+25%Z) presentaron la menor trabajabilidad, lo cual es atribuible a la alta capacidad de absorción de agua de la zeolita, como indican Waghmare et al. (2022), y a la textura irregular de los sedimentos del río.

Este comportamiento también se relaciona con la necesidad de ajustar la relación agua/cemento, como señalan Raggiotti et al. (2015), quienes resaltan la importancia del uso de aditivos plastificantes para compensar la demanda de agua en mezclas con zeolita. Aun así, la trabajabilidad alcanzada fue técnicamente aceptable, validando su aplicación en obras reales sin comprometer la facilidad de colocación del concreto.

Indicador 3: Permeabilidad

Los diseños D0 a D4 mostraron un comportamiento favorable frente a la penetración de agua, clasificándose dentro del rango de permeabilidad media según la NTC 4483, siendo la mezcla D2 la más destacada (33.40 mm). Esto respalda la propuesta de Neville (2011), quien plantea que una adecuada selección y tratamiento de sedimentos permite mejorar la compacidad del concreto, reduciendo su permeabilidad.

Por otro lado, las mezclas con mayores porcentajes de zeolita y sedimentos (D5 a D8) presentaron permeabilidades superiores a 60 mm, consideradas altas. Esto sugiere que el uso excesivo de ambos materiales podría comprometer la durabilidad frente a agentes agresivos, especialmente si no se controla el curado y la proporción de mezcla, como también se concluye en los estudios de Beddaa et al. (2021).

Indicador 4: Profundidad de carbonatación

En el ensayo de carbonatación, todos los diseños analizados mantuvieron un color violeta intenso tras la aplicación de fenolftaleína, lo que evidencia un pH alto y una adecuada resistencia frente al ingreso de CO₂. Este resultado garantiza la protección del acero de refuerzo contra la corrosión, lo cual es fundamental en estructuras hidráulicas como defensas ribereñas.

Este comportamiento es consistente con las afirmaciones de Waghmare et al. (2022), quienes destacan la capacidad de la zeolita para densificar la microestructura del concreto, mejorando su durabilidad. Así, se valida la aptitud técnica de todas las dosificaciones estudiadas para entornos expuestos a humedad constante.

Indicador 5: Costo de material

Los resultados indican una reducción significativa del costo en materiales en los diseños que incorporan zeolita y sedimentos fluviales, especialmente en la dosificación D4 (30% sedimentos + 20% zeolita), con un ahorro del 16% respecto al diseño patrón. Esto se debe principalmente al reemplazo parcial del cemento Portland (uno de los insumos más costosos del concreto) por zeolita natural, así como al uso de agregados obtenidos de la descolmatación del río Cañete, los cuales no requieren proceso de extracción ni compra desde cantera.

Este hallazgo es coherente con lo evidenciado por Beddaa et al. (2020), quien plantea que el uso de sedimentos dragados permite una disminución de hasta 41% en el costo de materiales, sin comprometer el desempeño estructural del concreto. Asimismo, Ospina et al. (2017) destacan que el reemplazo parcial de agregados naturales por reciclados puede representar ahorros materiales superiores al 25%, incluso considerando el procesamiento mínimo necesario.

Indicador 6: Costo de mano de obra

En cuanto al costo de mano de obra, el análisis muestra ligeros ahorros en las mezclas con zeolita, debido a la menor complejidad en la dosificación y colocación del concreto estandarizado en bloque, que requiere menos tiempo en obra. No obstante, este ahorro es menos representativo que el de materiales, ya que las tareas básicas de mezclado, transporte y curado no cambian sustancialmente.

Sin embargo, la aplicación de concretos premezclados con componentes locales reduce tiempos de obra, lo que se traduce en menores horas-hombre, como lo argumentan Ospina et al. (2017), al demostrar que la incorporación de materiales alternativos no solo implica ahorro en insumos, sino también en labores de disposición y logística.

Indicador 7: Costo de maquinaria y equipo

Respecto al uso de maquinaria y equipo, los diseños alternativos muestran un impacto económico favorable, principalmente por dos razones: reducción del transporte de materiales (al usar sedimentos locales) y menor uso de maquinaria pesada para manipulación de enrocados, ya que se reemplaza por elementos de concreto moldeado in situ.

Esto está en línea con lo reportado por Beddaa et al. (2021), quienes demostraron que el uso de materiales locales disminuye la huella de carbono y los costos logísticos al evitar traslados largos desde canteras. Asimismo, Singal et al. (2023) plantean que un análisis económico integral debe considerar no solo los precios unitarios, sino también los costos asociados al ciclo completo del proyecto, como consumo energético y operación de maquinaria.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- A partir del análisis realizado, se ha medido que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influye positivamente en la resistencia a la compresión de concreto en defensas ribereñas; de la siguiente manera, la sustitución parcial de agregados estándar por sedimentos del río Cañete en las mezclas D1 y D2 generó un incremento significativo en la resistencia a la compresión del concreto, especialmente en la dosificación D2, que alcanzó el mayor valor con un aumento del 32.14% respecto al diseño patrón. Por otro lado, el uso de zeolita como reemplazo parcial del cemento demostró que su efecto en la resistencia se manifiesta a edades tardías, siendo el diseño D3 el único que superó la resistencia de diseño a partir de los 60 días. Sin embargo, cuando se combinan ambos reemplazos (agregado de río y zeolita), solo el diseño D4 logró superar la resistencia mínima requerida a los 90 días, según se indica en la Tabla 53 y Figuras 43 y 44; esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se rechaza la hipótesis nula, dado que $p < 0.05$ según lo indicado en el Anexo G. Esto evidencia que el uso de sedimentos del río Cañete tiene un efecto positivo en la resistencia del concreto, mientras que la incorporación de zeolita requiere mayor tiempo de curado para obtener resultados favorables. Finalmente, el diseño D2 fue el que tuvo el mayor incremento en la resistencia a la compresión con 281.42 Kg/cm² a los 28 días de edad, el cual representa un 32.14%, respecto al diseño patrón (D0).
- Se determinó que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen positivamente al revenimiento de concreto en defensas ribereñas; debido a que los

valores de asentamiento de las mezclas evaluadas oscilan entre 3" y 4 ¾", lo que indica una trabajabilidad que va de baja a alta; el diseño D8 presentó el menor *slump* (3"), reflejando menor trabajabilidad, mientras que la mezcla patrón alcanzó el mayor valor (4 ¾"), evidenciando mejor comportamiento en estado fresco, cuyos valores se indica en la Tabla 55. De acuerdo con la norma ACI 211.1-91, el rango aceptable de asentamiento es de 25 mm (1") a 100 mm (4"), y la norma peruana E.060 amplía este límite superior hasta 120 mm (4 ¾") al permitir una tolerancia de ± 20 mm. En consecuencia, todas las dosificaciones analizadas se encuentran dentro de los límites establecidos por ambas normativas, por lo que se consideran técnicamente viables en cuanto al parámetro de revenimiento y el que presenta mayor revenimiento es la mezcla D0; el menor, la mezcla D8.

- En base al estudio realizado, se cuantificó que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen positivamente en la permeabilidad de concreto en defensas ribereñas evidenciando que la capacidad de resistencia a la penetración de agua varía significativamente según la dosificación del concreto. Las mezclas D0, D1, D2, D3 y D4 se ubican dentro del rango de permeabilidad media según la NTC 4483, lo que las hace más adecuadas para estructuras hidráulicas expuestas a humedad constante. En particular, la dosificación D2, que incluye un 30% de reemplazo tanto de agregado fino como grueso por sedimentos del río Cañete, presenta el mejor comportamiento con la menor profundidad de penetración (33.40 mm), lo que representa una mejora notable frente al diseño patrón. En contraste, las mezclas D5, D6, D7 y D8 presentan una permeabilidad alta, superando los 60 mm, lo que podría afectar negativamente la durabilidad de las estructuras al exponer el acero de refuerzo a un mayor riesgo de corrosión, según la Tabla 56 y Figuras 45 y 46. Estos hallazgos resaltan la importancia de controlar adecuadamente los

porcentajes de reemplazo y el uso de adiciones como la zeolita, especialmente en aplicaciones donde la impermeabilidad del concreto es crítica.

- Los resultados presentados en la Tabla 57 indican que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen positivamente en la resistencia a la carbonatación del concreto en defensas ribereñas; tal como se muestra, todas las dosificaciones evaluadas en esta investigación mostraron una resistencia adecuada frente al fenómeno de carbonatación, ya que el 100% de las muestras mantuvieron una coloración púrpura intensa tras la aplicación de fenolftaleína, lo que confirma la ausencia de carbonatación en el interior del concreto. Este comportamiento sugiere que el dióxido de carbono no ha penetrado significativamente en las muestras, lo cual garantiza la protección del acero de refuerzo contra la corrosión. Por tanto, todos los diseños de mezcla analizados son técnicamente viables en cuanto a la durabilidad frente a la carbonatación, siendo aptos para su uso en componentes de obras hidráulicas como las defensas ribereñas del río Cañete.
- El análisis de costos de materiales por metro cúbico de mezcla para las defensas ribereñas, basado en la Tabla 58 y las Figuras 48 y 49, demuestra que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen positivamente en el costo de concreto en defensas ribereñas, lo cual se respalda con la prueba de hipótesis, en la que se rechaza la hipótesis nula al obtener un valor $p < 0.05$, de acuerdo con el Anexo H. El reemplazo con los sedimentos del río Cañete y zeolita permiten una reducción significativa en los costos de producción en comparación con el diseño patrón D0. Destaca el diseño D4 por presentar el menor costo total (S/ 239.09), lo que representa un ahorro del 17.24% respecto al patrón, seguido por los diseños D2, D3 y D1, que también muestran reducciones relevantes. Esta tendencia, reflejada de forma clara en

los gráficos, evidencia que es posible optimizar económicamente la producción de concreto, por lo que es viable el uso de estos materiales alternativos en defensas ribereñas de mayor escala en esta zona de estudio.

- El análisis del costo de mano de obra para la producción de 1 m³ de concreto, según la Tabla 59 y las Figuras 50 y 51, revela que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales no influye significativamente en el costo de mano de obra en la producción de concreto para defensas ribereñas; sin embargo, se muestra que las variaciones entre los diferentes diseños son mínimas y no representan un impacto significativo respecto al diseño patrón D0. El diseño base y el D3 mantienen un costo idéntico de S/ 81.42, mientras que los diseños D1 y D4 presentan incrementos leves de S/ 0.48; y el D2 alcanza el valor más alto con S/ 82.20, apenas S/ 0.78 por encima del patrón. Esta estabilidad en los costos de mano de obra indica que la inclusión de materiales alternativos, como agregados del río Cañete y zeolita, no implica una mayor complejidad ni demanda adicional en el proceso constructivo. Por lo tanto, el diseño de mezcla que no presenta incremento en el costo de mano de obra es el D3, cuyo costo se mantiene igual del diseño D0.
- El análisis del costo de maquinaria y equipo para la producción de 1 m³ de mezcla, basado en la Tabla 60 y las Figuras 52 y 53, demuestra que el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales no influyen significativamente en el costo de maquinaria y equipo en la producción de concreto para defensas ribereñas, como se indica a continuación las variaciones entre los distintos diseños son mínimas y no representan un impacto relevante respecto al diseño patrón D0. El diseño D1 mantiene exactamente el mismo costo base (S/ 10.80), mientras que D2 y D4 presentan incrementos marginales de S/ 0.08 y S/ 0.05, respectivamente. Destaca el diseño D3, que incluso muestra una leve reducción en el costo de S/ 0.02. Desde una

perspectiva técnica y operativa, esto respalda la viabilidad de aplicar estos diseños en campo sin requerir ajustes logísticos ni inversiones adicionales, favoreciendo así la eficiencia y sostenibilidad de producción del concreto.

- A partir del análisis integral de los parámetros técnicos y económicos evaluados, el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales del río Cañete influye significativamente en el concreto para la construcción de defensas ribereñas en la zona de estudio. Desde el punto de vista técnico, el diseño D2 mostró el mejor desempeño global, destacando por su mayor resistencia a la compresión (281.42 kg/cm² a los 28 días, con un incremento del 32.14% respecto al patrón D0), su menor permeabilidad (33.40 mm) y el cumplimiento de los requisitos normativos en revenimiento y resistencia a la carbonatación. No obstante, también los diseños D0, D1, D2, D3 y D4 presentan viabilidad técnica dentro de los parámetros establecidos. En este escenario, el factor decisivo es la viabilidad económica; en el cual, el diseño D4 alcanzó un costo total de producción de S/331.84, equivalente al 95.21% del costo del diseño D0, lo que lo posiciona como la alternativa más eficiente en términos técnico-económicos para su aplicación en la construcción de defensas ribereñas en la zona de influencia del estudio.

7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar las investigaciones probando reemplazos superiores al 30% de agregados fluviales e incluso sustitución total, así como distintos porcentajes de zeolita, para identificar la dosificación óptima que maximice la resistencia mecánica sin comprometer la trabajabilidad.
- Se sugiere evaluar el uso de aditivos plastificantes en las mezclas con altos porcentajes de zeolita, a fin de mejorar la trabajabilidad y mantener rangos de asentamiento adecuados según la norma técnica.
- Es recomendable realizar ensayos de durabilidad a largo plazo (más de 1 año) considerando ciclos de humedad–sequedad y exposición a agentes agresivos, con el objetivo de verificar que la menor permeabilidad observada en laboratorio se mantenga en condiciones reales de obra.
- Se aconseja extender la evaluación de la carbonatación en edades mayores a 90 días (180, 365 días) y en ambientes de alta concentración de CO₂, a fin de garantizar el desempeño a largo plazo de las defensas ribereñas en escenarios de cambio climático.
- Se recomienda analizar la viabilidad económica en distintas localidades, considerando variaciones de precios de cemento, transporte y disponibilidad de sedimentos, para validar que el ahorro obtenido (hasta –6.73% en materiales) sea consistente en diferentes contextos geográficos.
- Es aconsejable profundizar en estudios comparativos de productividad en campo, midiendo tiempos de ejecución con concreto estandarizado frente a enrocados tradicionales, para cuantificar con mayor precisión los ahorros en horas-hombre y el menor uso de maquinaria pesada.
- Se recomienda profundizar en el análisis del uso de maquinaria y equipo considerando no solo el costo de operación directa, sino también el mantenimiento y

la eficiencia energética, con el fin de verificar que la propuesta represente una reducción integral de costos frente a las técnicas convencionales de enrocado.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashraf, I., Ahmad, S. R., Ashraf, U., & Khan, M. (2023). Community perspectives to improve flood management and socio-economic impacts of floods at Central Indus River, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103718. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2023.103718>
- Beddaa, H., Fraj, A. Ben, & Ducléroi, S. (2021). Experimental study on river sediment incorporation in concrete as a full aggregate replacement: Technical feasibility and economic viability. *Construction and Building Materials*, 313, 125425. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2021.125425>
- Beddaa, H., Ouazi, I., Ben Fraj, A., Lavergne, F., & Torrenti, J. M. (2020). Reuse potential of dredged river sediments in concrete: Effect of sediment variability. *Journal of Cleaner Production*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121665>
- Cortés Calleja, A. (2009). La importancia de las zeolitas. *Cuadernos del Tomás*, 1, 211–227. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3760685>
- Costafreda J., Martín D., & Costafreda J. (2018). *LAS ZEOLITAS NATURALES DE IBEROAMÉRICA*. Fundación Gómez Pardo.
- Hernández Sampieri, Roberto., Fernández Collado, Carlos., & Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la investigación* (4a ed.). McGraw Hill.
- Holguín, S., Estrada, J., & Chávez, M. (2007). *Los metales alcalinos y alcalinotérreos* (2a ed.). <https://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/422>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (1era Edición). Portland Cement Association.
- Krishna Prasad, S., Indulekha, K. P., & Balan, K. (2016). Analysis of Groyne Placement on Minimising River Bank Erosion. *Procedia Technology*, 24, 47–53. <https://doi.org/10.1016/J.PROTCY.2016.05.008>
- Lehner, P., & Hrabová, K. (2023). Evaluation of degradation and mechanical parameters and sustainability indicators of zeolite concretes. *Construction and Building Materials*, 371, 130791. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2023.130791>
- Madhuri, P. V., Kameswara Rao, B., & Chaitanya, A. (2021). Improved performance of concrete incorporated with natural zeolite powder as supplementary cementitious material. *Materials Today: Proceedings*, 47, 5369–5378. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.06.089>
- Mahmoudi, S., Tomasicchio, G. R., D'Alessandro, F., & Hassanabadi, L. (2019). River bank protection from ship-induced waves and river flow. *Water Science and Engineering*, 12(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/J.WSE.2019.05.002>
- Narasimhulu, K., Prasad Raju, H., Asha Latha, K., & Mahammad, S. (2023). Corrosion characteristics and performance of calcined and natural zeolite concretes. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2023.08.124>
- Navidi, W. (2011). *Statistics for Engineers and Scientists* (R. Srinivasan, Ed.; 3rd ed.). McGraw-Hill Companies, Inc.
- Nawy, E. G. (2008). *Concrete Construction Engineering Handbook* (2da Edición). Taylor & Francis Group, LLC.

- Neville, A. (2011). *Properties of concrete* (5ta ed.). Pearson Education Limited.
- Neville, A. (2013). *Tecnología del Concreto* (4a ed.). M. en A. Soledad Moliné Venanzi.
- NTP 334.001:2022 CEMENTOS. Terminología relacionada al cemento hidráulico y otros cementos inorgánicos, Pub. L. No. 9na Edición, 29-12 (2022).
- NTP 334.009:2023 CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos, Pub. L. No. 9na Edición, 29-12 (2023).
- NTP 334.088:2021 CEMENTOS. Aditivos químicos para concreto. Especificaciones, Pub. L. No. 4a Edición, 29-10 (2021).
- NTP 339.034:2021 CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Métodos de ensayo., Pub. L. No. 5ta Edición (2021).
- NTP 400.037:2021 AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones, Pub. L. No. 5a Edición, 15-11 (2021).
- NTP E.060. (2020). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO*. www.vivienda.gob.pe
- Ñaupas, H., Marcelino, P., Valdivia, R., Jesús, D., Palacios, J., Hugo, V., & Delgado, E. R. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Ediciones de la U, Ed.; 5a.Edición).
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR]. (2020). *El costo humano de los desastres: Una mirada a los últimos 20 años*. <https://www.undrr.org/sites/default/files/inline-files/EI%20Costo%20Humano%20de%20los%20Desastres%202000-2019.pdf>
- Ospina, M., Moreno, L., & Rodriguez, K. (2017). Análisis técnico-económico del uso de concreto reciclado y el concreto convencional en Colombia. *Instituto Antioqueño de Investigación*, 3, 36–47. <https://www.researchgate.net/publication/330661099>
- Oyegbile, B. O., & Oyegbile, B. A. (2017). Applications of geosynthetic membranes in soil stabilization and coastal defence structures. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 636–662. <https://doi.org/10.1016/J.IJSBE.2017.04.001>
- Palomino, C., & Vinatea, B. (2022). *Evaluación de la defensa ribereña mediante muros de contención de concreto reforzado con la adición de fibras de plástico reciclado contra inundaciones en el sector de Cuspanca y la quebrada Acopaya, Huarochiri-Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668416>
- Panimbosa R. (2022). *EFFECTOS DE LA ZEOLITA COMO MATERIAL SUPLEMENTARIO DEL CEMENTO PORTLAND EN LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO ESTRUCTURAL*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO .
- Ponce, L., & Toledo, B. (2025). *Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil* [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/12271>
- Raggiotti, B. B., Positieri, M. J., Locati, F., Murra, J., & Marfil, S. (2015). Zeolite, Study of Aptitude as a Natural Pozzolan Applied to Structural Concrete. *Revista de la construcción*, 14(2), 14–20. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2015000200002>

- Real Academia Española. (s/f). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 28 de septiembre de 2024, de <https://dle.rae.es>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2014). *El fenómeno EL NIÑO en el Perú*.
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/874>
- Singal, S. K., Goel, V., Nautiyal, H., & Papantonis, D. E. (2023). Economic and financial aspects of small hydropower. *Small Hydropower*, 245–257.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91757-5.00001-4>
- Tarback, E., & Lutgens, F. (2013). *Ciencias de la Tierra Una introducción a la geología física* (Vol. 10).
- Waghmare, S., Katdare, A., & Patil, N. (2022). Studies on computing compressive strength of zeolite blended concrete using multiple regression analysis. *Materials Today: Proceedings*, 49, 1239–1245.
<https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.06.296>

9. ANEXOS

Anexo A.			Matriz de consistencia		
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿En qué medida influye el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Evaluar en qué medida la implementación del concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notoriamente en la viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	VI: Concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales	D1: Agregados	Reemplazo 1: (20% agregado grueso+20% agregado fino) Reemplazo 2: (30% agregado grueso+ 30% agregado fino)
				D2: Dosificación	Dosificación 1: 80%hormigón+20%Zeolita Dosificación 2: 75%hormigón+25%Zeolita
¿Cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Medir cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.			Resistencia a la compresión (Kg/cm2)
¿De qué manera el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en el revenimiento en la viabilidad técnica de	Determinar de qué manera el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en el revenimiento en la viabilidad técnica de	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notoriamente en el revenimiento en la viabilidad técnica de			Revenimiento (cm)

defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.			
¿De qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen la permeabilidad en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Cuantificar de qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen en la permeabilidad en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen considerablemente en la permeabilidad en la viabilidad técnica defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	VI: Viabilidad técnica y económica de defensas ribereñas	D3: Viabilidad técnica	Permeabilidad (mm)
¿Cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Calcular cómo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen significativamente a la carbonatación en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.			Profundidad de Carbonatación (%)
¿De qué forma el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de material en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Valorar de qué forma el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de material en la viabilidad económica defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen notablemente al costo de material en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.			Costo de material (S/)
¿Cómo el concreto con adición de zeolita y	Estimar cómo el concreto con adición de zeolita y	El concreto con adición de zeolita y sedimentos		D4: Viabilidad económica	Costo de mano de obra (S/)

sedimentos fluviales influyen al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	sedimentos fluviales influyen al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	fluviales influyen considerablemente al costo de mano de obra en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	
¿De qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024?	Valorar de qué modo el concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales influyen relevantemente al costo de maquinaria y equipos en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.	Costo de maquinaria y equipos (S/)

Anexo B. Matriz de operacionalización de para el análisis de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Niveles de medición
CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES	El concreto con adición de sedimentos fluviales se refiere a una mezcla que incorpora a estos últimos como agregados, los cuales son obtenidos de los ríos. Los sedimentos pueden conformarse de arena, limo y grava los cuales son usados como sustitutos parciales o totales de los agregados convencionales. Esta práctica busca reducir el uso de los agregados extraídos de las canteras y de esta forma promover construcciones más sostenibles donde se aprovechen materiales que generalmente son considerados residuos. (Neville, 2011) Las zeolitas son silicatos de alúmina cristalinos con poros uniformes, presentan alta capacidad de adsorción, por lo que es un agente de curado. Su adición al concreto incrementa la densidad de la microestructura del cemento, lo que reduce la permeabilidad y porosidad. (Waghmare et al., 2022)	Se identificará la zona de extracción de agregados en el río Cañete, Lima, para el reemplazo del 20% o 30% del total de agregado fino y grueso estándar por los obtenidos de la descolmatación; después, se definirá las dosificaciones con un porcentaje de 0% para el control y porcentajes adicionales de 20% y 25% de zeolita. Se efectuará un diseño de mezcla para cada propuesta de dosificación. Por consiguiente, se elaborará los especímenes en probetas cilíndricas para su posterior curado.	D1: Agregados	Reemplazo 1: (20% agregado grueso +20% agregado fino)	Razón
				Reemplazo 2: (30% agregado grueso + 30% agregado fino)	
			D2: Dosificación	Dosificación 1: 80%hormigón+20%Zeolita	Intervalo
				Dosificación 2: 75%hormigón+25%Zeolita	

VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS	La viabilidad económica depende de un análisis económico que implica una comparación de los beneficios y costos asociados durante la vida útil de la propuesta.(Singal et al., 2023)	Se procederá a conocer la resistencia a compresión, a flexión y la permeabilidad en concreto endurecido mediante ensayo de probetas cilíndricas; además, se conocerá la resistencia a la cortante en cada tipo de junta propuesta para cada prototipo en concreto endurecido planteado.	D3. Viabilidad técnica	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Razón	
	Las defensas ribereñas son estructuras conformadas por unidades rocosas de control del proceso natural de erosión en ríos con caudales variables y de alta velocidad para la reducción o prevención inundaciones fluviales.(Mahmoudi Kurdistani et al., 2019)			Revenimiento (cm)	Razón	
				Permeabilidad (mm)	Razón	
				Profundidad de Carbonatación (%)	Razón	
		D4. Viabilidad económica	Costo de material (S/)	Razón		
			Costo de mano de obra (S/)	Razón		
			Costo de maquinaria y equipo (S/)	Razón		
Posteriormente, se modelará la estructura de la defensa riverena compuesta por los prototipos propuestos para verificar los factores de seguridad al deslizamiento, volteo y esfuerzo admisible.						

Anexo C. Ficha técnica de resistencia a la compresión

UNMSM
FICHA TÉCNICA N° 1
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2024

Tesistas : EGUIZABAL JOAQUIN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ubicación de Proyec : CAÑETE, LIMA

Tamaño de la muest : 15cm x 15cm

Muestras : Cilíndricas

Edad de ensayo : 7, 28, 60 y 90 días

Dosificación	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)															
	7 días				28 días				60 días				90 días			
	Muestra			$\bar{x}$	Muestra			$\bar{x}$	Muestra			$\bar{x}$	Muestra			$\bar{x}$
	M ₁	M ₂	M ₃		M ₁	M ₂	M ₃		M ₁	M ₂	M ₃		M ₁	M ₂	M ₃	

VALIDACIÓN

Experto	Nombres	Profesión	CIP	Firma	Nota
1	Katherine G. Landeo Centeno	Ing. Civil	235048		0.80
2	Jhon Cesar Valencia Mamani	Ing. Civil	241229		1.00
3	ROXANA RIVEROS LIZANA	ING. CIVIL	300001		1.00
				PROMEDIO =	0.93

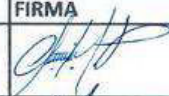
Anexo D. Ficha técnica de permeabilidad del concreto

UNMSM
FICHA TÉCNICA N° 2
PERMEABILIDAD DEL CONCRETO

Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2024
Tesisistas : EGUIZABAL JOAQUIN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY
Ubicación de Proyecto : CAÑETE, LIMA
Tamaño de la muestra : 15cm x 15cm
Muestras : Cilíndricas
Edad de ensayo : 90 días

RELACIÓN A/C	CÓDIGO		FECHA Y HORA DE ELABORACIÓN DE PROBETAS	PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA (mm)			
	DISEÑO			FECHA Y HORA DE SECADO (24 HORAS)	FECHA DE ENSAYO	MEDIDAS (mm)	PROMEDIO (mm)

VALIDACIÓN

Experto	Nombres	Profesión	FIRMA	NOTA
1	Katherine Gabriela Centeno Landeo	Ing. Civil		1.00
2	Jhon Cesar Valencia Mamani	Ing. Civil		0.90
3	ROXANA BUELOS UZANA	ING. CIVIL		0.95
PROMEDIO =				0.95

Anexo E. Ficha técnica de carbonatación de concreto

UNMSM

FICHA TÉCNICA N° 3

CARBONATACIÓN DEL CONCRETO

Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2024

Tesistas : EGUIZABAL JOAQUIN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ubicación de Proyecto : CAÑETE, LIMA

Muestras : Cilíndricas

Edad de ensayo : 90 días

Dosificación	CARBONATACIÓN DEL CONCRETO (%)			
	90 días			
	Muestra			$\bar{x}$
	M ₁	M ₂	M ₃	

VALIDACIÓN

Experto	Nombres	Profesión	CIP	Firma	Nota
1	Katherine G. Landeo Centeno	Ing. Civil	235048		0,90
2	Jhon Cesar Valencia Mamani	Ing. Civil	241229		1.00
3	ROXANA RIVEROS LIZANA	ING. CIVIL	300001		1.00
PROMEDIO =					0.97

Anexo F. Ficha técnica del revenimiento del concreto

UNMSM FICHA TÉCNICA N° 4 REVENIMIENTO DEL CONCRETO

Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2024
Tesistas : EGUIZABAL JOAQUIN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY
Ubicación de Proyecto : CAÑETE, LIMA
Edad de ensayo : Concreto fresco

Dosificación	REVENIMIENTO DEL CONCRETO (cm)			
	0 días			
	Muestra			$\bar{x}$
	M ₁	M ₂	M ₃	

VALIDACIÓN

Experto	Nombres	Profesión	CIP	Firma	Nota
1	Katherine G. Landeo Centeno	Ing. Civil	235048		1.00
2	STAN CESAR VILCENIA MORAÑA	ING. CIVIL	241229		1.00
3	ROXANA RIVEROS LIZANA	ING. CIVIL	300001		1.00
PROMEDIO =					1.00

Anexo G. Análisis estadístico inferencial de la resistencia al concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

a) Análisis de normalidad

En la Tabla 53 se pueden notar las variaciones en las resistencias a la compresión del concreto a los 7, 28, 60 y 90 días de edad; los cuales se usarán para el análisis estadístico inferencial, de los cuales se tienen una muestra patrón y ocho diseños de mezcla con reemplazos de agregados estándar por los sedimentos provenientes de la descolmatación del río Cañete y del cemento por zeolita; en ambos casos en distintos porcentajes. El primer paso para determinar si existe influencia del sedimento del río Cañete y de la zeolita consiste en verificar si los valores de las resistencias a la compresión para los conjuntos de datos cumplen con la hipótesis de normalidad para la distribución de los datos empleando la prueba de Shapiro-Wilk para datos menores a 50 muestras ($n < 50$ muestras).

Tabla G1

Pruebas de normalidad SAR (%Sedimentos agregados de río)

Pruebas de normalidad SAR				
	SAR	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	.00	0.913	12	0.231
	20.00	0.970	12	0.907
	30.00	0.926	12	0.343

Tabla G2

Pruebas de normalidad Z (%Zeolita)

Pruebas de normalidad Z				
	Z	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	0.00	0.966	12	0.859
	20.00	0.898	12	0.149
	25.00	0.922	12	0.303

Tabla G3*Pruebas de normalidad E (Edad)*

Pruebas de normalidad E				
	E	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	7.00	0.848	9	0.071
	28.00	0.896	9	0.228
	60.00	0.908	9	0.305
	90.00	0.911	9	0.321

Luego de analizar la normalidad de los datos de la resistencia a la compresión del concreto mediante la prueba de Shapiro-Wilk, tal como indican las Tablas G1, G2 y G3, se obtuvieron valores de p (Sig.) mayores a la significancia en todas las edades del concreto (E) , porcentaje de zeolita (Z) y sedimentos de agregado de río (SAR) ($p > 0.05$), con lo cual se verifica que los datos siguen una distribución normal; por tanto, para la contrastación de hipótesis corresponde usar el estadístico paramétrico: Análisis de Varianza (ANOVA).

Contrastación de hipótesis:

En base a la hipótesis planteada en la presente investigación referente al indicador Resistencia a la compresión se formula las hipótesis nula y alternativa para realizar la contrastación de hipótesis:

- **H₀:** El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales **no influyen** significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.
- **H₁:** El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales **influyen** significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

Una vez definidas las hipótesis, se analizarán las variables independientes, tanto la zeolita (Z), Agregado del río Cañete (SAR) y la edad del concreto (E).

Tabla G4

Variables de entradas

Variables entradas/eliminadas^a			
Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	E, Z, SAR ^b	.	Introducir

Nota. a. Variable dependiente: Resistencia.

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Tabla G5

Análisis de coeficiente de correlación entre variables

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.899 ^a	0.808	0.790	10.60785

Nota. a. Predictores: (Constante), E, Z, SAR

De la Tabla G5, se evidencia el valor del Coeficiente de correlación $R=0.899$, indica una correlación muy fuerte y positiva entre las variables independientes y la resistencia. Por otro lado, el valor de R^2 de 0.808 indicada que el aproximadamente el 81% de la variabilidad de la resistencia se explica por las variables involucradas, lo que refleja un modelo consistente.

Tabla G6

Análisis de varianza

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	15148.083	3	5049.361	44.873	<0.001 ^b
	Residuo	3600.846	32	112.526		
	Total	18748.929	35			

Nota. a. Variable dependiente: Resistencia

b. Predictores: (Constante), E, Z, SAR

Tras el análisis de varianza (ANOVA), se observa que la significancia $p < 0.001$ se rechaza la hipótesis nula del ANOVA y se acepta la hipótesis alternativa, lo que significa que al menos una variable independiente tiene un efecto significativo en la variable dependiente; por lo tanto, la adición de zeolita y sedimentos fluviales en el concreto influyen significativamente en la resistencia a la compresión en la viabilidad técnica de defensas ribereñas y el modelo en su conjunto es útil para explicar las variaciones en los datos observados.

Tabla G7

Coefficientes para el modelo de regresión lineal simple

Coefficientes^a

	Modelo	Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	96.358	4.633		20.800	<0.001
	SAR	0.205	0.142	0.112	1.445	0.158
	Z	-1.538	0.164	-0.728	-9.394	<0.001
	E	0.373	0.056	0.516	6.655	<0.001

Nota. a. Variable dependiente: Resistencia

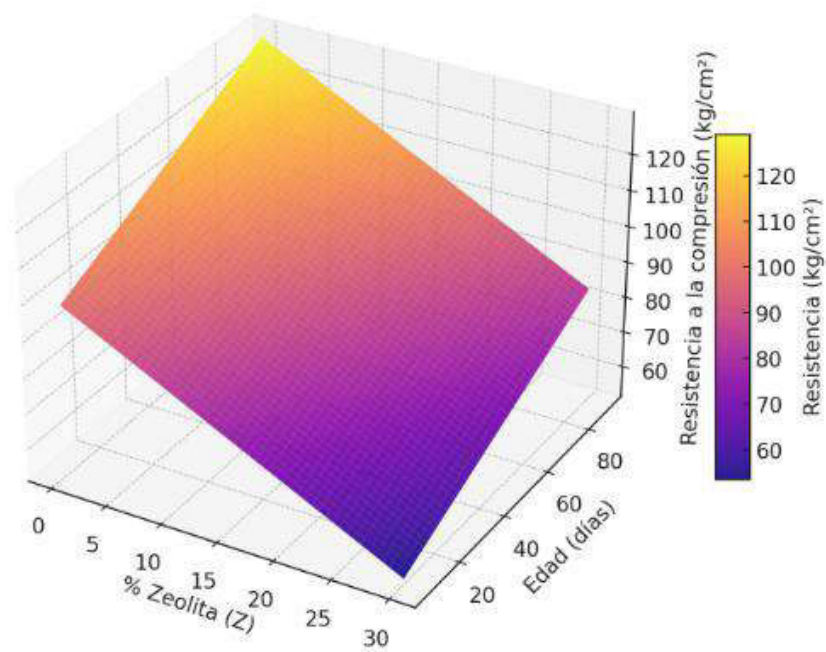
En el modelo de regresión, la variable SAR (sedimentos fluviales del río Cañete) no presentó significancia estadística ($p=0.158$), lo que evidencia que su incorporación no influye de manera comprobable en la resistencia a la compresión. En contraste, la zeolita (Z) mostró un efecto negativo y significativo ($p<0.001$), indicando que a mayor porcentaje de reemplazo disminuye la resistencia del concreto; mientras que la edad de curado (E) resultó con efecto positivo y significativo ($p<0.001$), confirmando el incremento progresivo de la resistencia con el tiempo. Por consiguiente, considerando las variables estadísticamente significativas,

$p < 0.05$, el mejor modelo que se ajusta a los datos se presenta en la Ecuación 1 y en la Figura G1:

$$Y_{F_c} = 96.358 - 1.538Z + 0.373E \quad (9)$$

Figura G1

Modelo de Resistencia a la compresión del concreto



Anexo H. Análisis estadístico inferencial de costos de producción del concreto

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

a) Análisis de normalidad:

Tabla H1

Pruebas de normalidad SAR (%Sedimentos agregados de río) en relación con Costo

Pruebas de normalidad SAR				
	SAR	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Costo	0.00	0.890	3	0.353
	20.00	0.890	3	0.353
	30.00	0.890	3	0.353

Nota. a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla H2

Pruebas de normalidad Z (%Zeolita) en relación con Costo

Pruebas de normalidad Z				
	Z	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Costo	0.00	0.981	3	0.738
	20.00	0.981	3	0.738
	25.00	0.981	3	0.738

Nota. a. Corrección de significación de Lilliefors

En las Tablas H1 y H2 se muestran los resultados de las pruebas de normalidad para los datos de costo en función de los porcentajes de sedimentos fluviales (SAR) y de zeolita (Z). En ambos casos, los valores de significancia obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk fueron mayores a 0.05 ($p > 0.05$), lo que confirma que los datos presentan una distribución normal. En este sentido, es pertinente aplicar pruebas paramétricas, como el Análisis de Varianza (ANOVA), para la contrastación de hipótesis.

b) Contratación de hipótesis:

En base a la hipótesis planteada en esta investigación respecto al indicador costo de producción del concreto, se formularon las siguientes hipótesis:

H₀: El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales **no influyen** significativamente en el costo de producción en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

H₁: El concreto con adición de zeolita y sedimentos fluviales **influyen** significativamente en el costo de producción en la viabilidad económica de defensas ribereñas, río Cañete, Lima-2024.

Una vez definidas las hipótesis, se analizaron las variables independientes correspondientes a los porcentajes de zeolita (Z) y sedimentos del río Cañete (SAR):

Tabla H3

Análisis de coeficiente de correlación entre variables

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.999 ^a	0.998	0.998	0.34718

Nota. a. Predictores: (Constante), SAR, Z

En la Tabla H3 se observa un coeficiente de correlación $R=0.999$, lo que refleja una relación prácticamente perfecta entre las variables independientes y el costo de producción. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2=0.998$ evidencia que el 99.8% de la variabilidad del costo puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo.

Tabla H4*Análisis de varianza en el Método de selección de variables*

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	451.985	2	225.992	1874.882	<0.001 ^b
	Residuo	0.723	6	0.121		
	Total	452.708	8			

Nota. a. Variable dependiente: Costo

b. Predictores: (Constante), SAR, Z

La Tabla H4 muestra el análisis de varianza (ANOVA), en el cual el valor de significancia resultó menor a 0.001 ($p < 0.001$), rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alternativa. Esto confirma que al menos una de las variables independientes ejerce un efecto significativo sobre el costo de producción, por lo que la adición de zeolita y sedimentos fluviales en el concreto influyen significativamente en su costo de producción para la viabilidad económica de defensas ribereñas en la zona de estudio, validando así la utilidad del modelo para explicar las variaciones observadas.

Tabla H5*Coefficientes para el modelo de regresión lineal simple para variable Costo*

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	348.674	0.251		1387.628	<0.001
	Z	-0.432	0.011	-0.658	-40.320	<0.001
	SAR	-0.428	0.009	-0.752	-46.088	<0.001

Nota. a. Variable dependiente: Costo

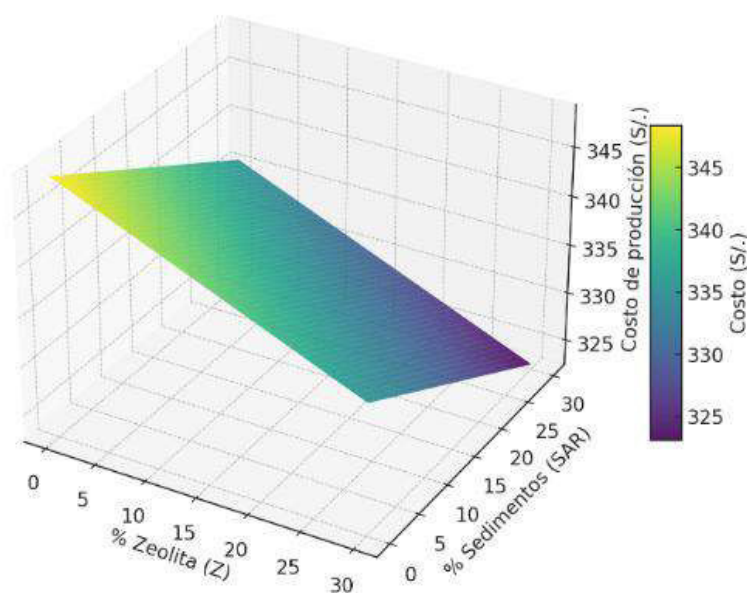
En la Tabla H5 se presentan los coeficientes del modelo de regresión. Se observa que la constante tiene un valor de 348.674, correspondiente al costo base del concreto sin adiciones. La variable zeolita (Z) evidenció un coeficiente negativo y significativo ($B = -0.432$; $p < 0.001$), lo cual indica que el incremento en el porcentaje de zeolita reduce significativamente el costo por metro cúbico. De igual manera, los sedimentos fluviales

(SAR) presentaron un coeficiente negativo y significativo ($B=-0.428$; $p<0.001$), lo que confirma que su incorporación también disminuye el costo. En consecuencia, el modelo de regresión lineal múltiple ajustado para el costo de producción de 1 m³ de concreto se expresa en la Ecuación 1 y en la Figura H1:

$$Y_{Costo} = 348.674 - 0.432Z - 0.428SAR \quad (1)$$

Tabla H1

Modelo de Costo de Producción de 1 m³ de concreto



Anexo I. Resultados de laboratório

Código de crisol	C-1	C-2
Masa de muestra (g)	1.0	1.0
Masa de crisol (g)	23.5849	24.7501
Masa de crisol + muestra tras ignición (g)	23.6045	24.7673
Masa de muestra tras ignición (g)	0.0196	0.0172
Contenido de SO3 en muestra (%)	1.96	1.72
Promedio (%)		1.84

Registro fotográfico:

Revisado por:

Código de crisol	C-1	C-2	C-3
Masa de crisol (g)	23.5852	24.7441	22.8302
Masa de muestra (g)	1.2049	1.2293	1.0325
Masa de crisol + muestra tras ignición (g)	24.6941	25.8763	23.7808
Masa de muestra tras ignición (g)	1.1089	1.1322	0.9506
Pérdida por ignición (%)	7.97	7.90	7.93
Promedio (%)			7.93

Registro fotográfico:

Revisado por:

Código de crisol	C-1	C-2
Masa de crisol (g)	23.5861	24.7438
Masa de crisol + muestra tras ignición (g)	23.8927	25.0439
Masa SiO2 (g)	0.3066	0.3001
Masa del material inicial (g)	0.50	0.50
Contenido de SiO2 en muestra (%)	61.32	60.02
Promedio		60.67

Registro fotográfico

Revisado por:

Código de Matraz	Mtrz-1	Mtrz-2
Masa de muestra (g)	1.00	1.00
Título de solución indicadora (g/mL)	0.0086	0.0086
Gasto de solución indicadora (mL)	1.20	1.30
Gasto de solución indicadora en blanco (mL)	0.30	0.30
Contenido de Fe2O3 en muestra (%)	0.77	0.86
Promedio		0.82

Registro fotográfico

Revisado por:

Código de crisol	Crv-1	Crv-2	Crv-3
Masa de crisol (g)	26.0711	27.2978	27.3105
Masa de muestra (g)	10.0045	10.0015	10.0009
Masa de crisol + muestra tras secado (g)	35.8594	37.0693	37.0921
Masa de muestra tras secado (g)	9.7883	9.7715	9.7816
Contenido de humedad (%)	2.16	2.30	2.19
Promedio (%)			2.22

Registro fotográfico:

Revisado por:

Código de malla	M325-1	M325-2
Masa inicial de muestra (g)	1.0034	1.0015
Masa de muestra tras lavado (g)	0.0215	0.0203
Retenido en malla 325 (%)	2.14	2.03
Promedio (%)		2.08

Registro fotográfico:

Revisado por:

Código de cilindro graduado	Prob-01		
Masa de muestra (g)	25.0014	25.0093	25.0034
Volumen inicial (mL)	70.0	70.0	70.0
Volumen final (mL)	80.4	80.3	80.4
Diferencia de volumen (mL)	10.4	10.3	10.4
Densidad (g/mL)	2.40	2.43	2.40
Promedio (%)			2.41

Registro fotográfico:

Revisado por:

Lectura	6.97	6.85	6.95
Promedio (%)			6.92

Registro fotográfico:

Revisado por:

ÍNDICE DE ACTIVIDAD A 28 DÍAS								
Muestra	Fecha de vaciado	Fluidez	Dimensión 1 (cm)	Dimensión 2 (cm)	Área (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia a compresión (kgf/cm2)	Índice de actividad (%)
Patrón Cemento (100%)	10/12/2024	108	5.04	5.07	25.55	9526.27	373	91
			5.13	5.01	25.70	9601.03	374	
			5.06	5.08	25.70	9583.45	373	
Mortero de Prueba Cemento (90%) Zeolita (10 %)	10/12/2024	104	5.07	5.10	25.86	8849.02	342	
			5.09	5.08	25.86	8832.08	342	
			5.11	5.06	25.86	8623.86	334	

Revisado por:

INDICE DE ACTIVIDAD A 7 DÍAS								
Muestra	Fecha de vaciado	Fluidez	Dimensión 1 (cm)	Dimensión 2 (cm)	Área (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia a compresión (kgf/cm2)	Índice de actividad (%)
Patrón Cemento (100%)	10/12/2024	108	5.10	5.09	25.96	8126.42	313	89
			5.11	5.07	25.91	8263.71	319	
			5.03	5.09	25.60	8109.96	317	
Mortero de Prueba Cemento (90%) Zeolita (10 %)	10/12/2024	104	5.09	5.08	25.86	7483.54	289	
			5.10	5.09	25.96	7277.75	280	
			5.09	5.09	25.91	7197.85	278	

Revisado por:

Código de Barra	B-1	B-2
Longitud barra de referencia (pulg)	-0.3336	-0.3336
Longitud inicial (pulg)	0.1042	0.1156
Longitud tras autoclave (pulg)	0.1097	0.1214
% de Expansión (%)	0.055	0.058
Promedio (%)		0.057

Revisado por:

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG01
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1
Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025		Registro N°:	L25-002-01
Cliente : EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Muestreado por :	Solicitante
Solicitante : EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación del Proyecto : LIMA		Fecha de Ensayo:	13/01/2025
Material : AGREGADOS		Turno :	Diurno
Código de Muestra : ---		Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata : ---		Norte:	---
N° de Muestra : ---		Este:	---
Progresiva : ---		Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	712.0	---
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	9000.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	8966.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.41	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL COMGLOMERADO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	706.0	---
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	6754.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	6722.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.53	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	285.0	---
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	900.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	889.1	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.80	

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-02

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

13/01/2025

Material

: AGREGADO FINO

Turno :

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

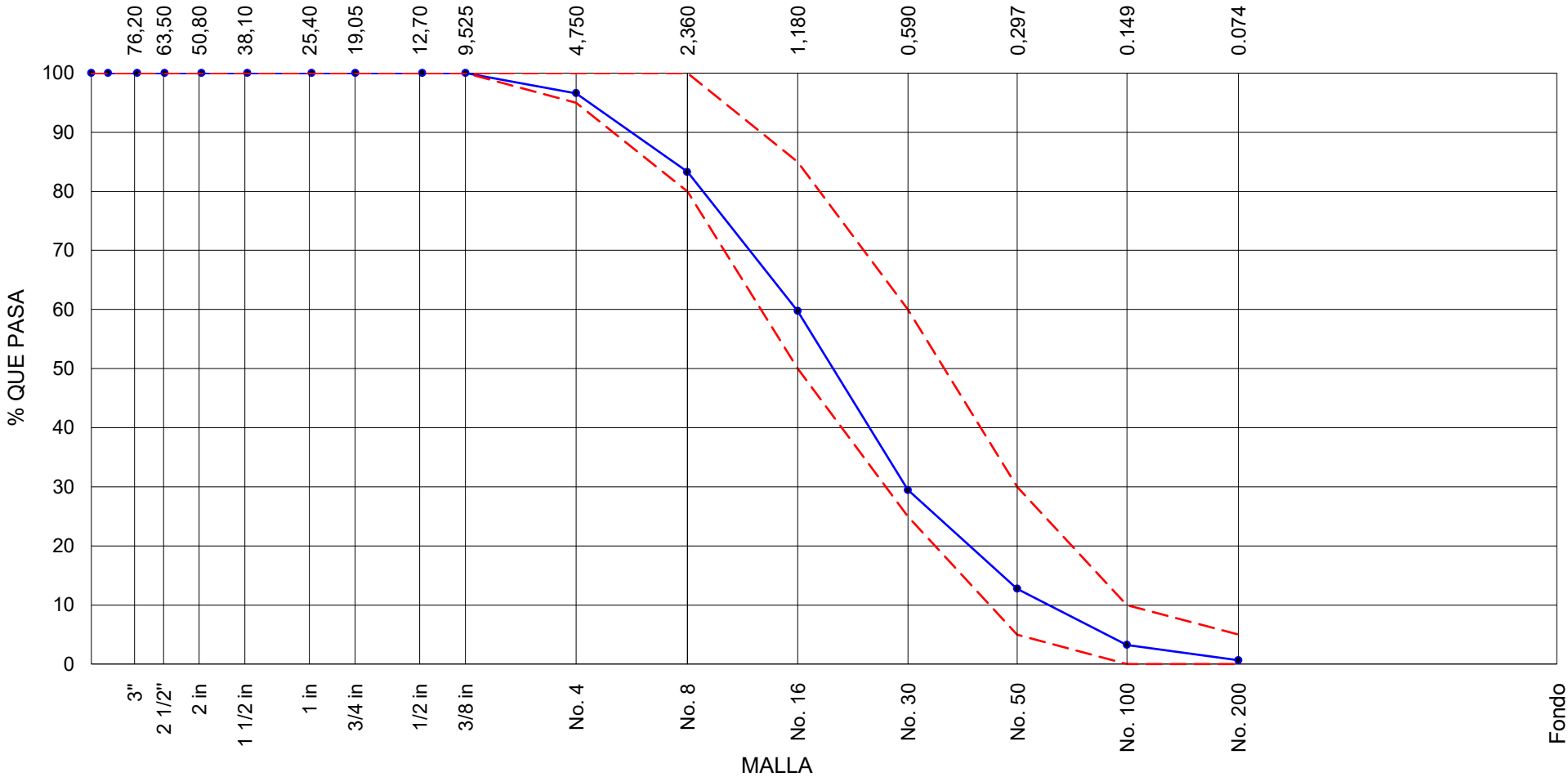
Progresiva

: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	20.5	3.39	3.39	96.61	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	80.4	13.31	16.70	83.30	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	142.4	23.57	40.27	59.73	50.00	85.00
No. 30	600 µm	182.9	30.28	70.55	29.45	25.00	60.00
No. 50	300 µm	100.9	16.70	87.25	12.75	5.00	30.00
No. 100	150 µm	57.4	9.50	96.76	3.24	0.00	10.00
No. 200	75 µm	15.7	2.60	99.35	0.65	0.00	5.00
< No. 200	< No. 200	3.9	0.65	100.00	0.00	-	-
						MF	3.15
						TMN	---

CURVA GRANULOMÉTRICA



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-03

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

13/01/2025

Material

: AGREGADO GRUESO

Turno :

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

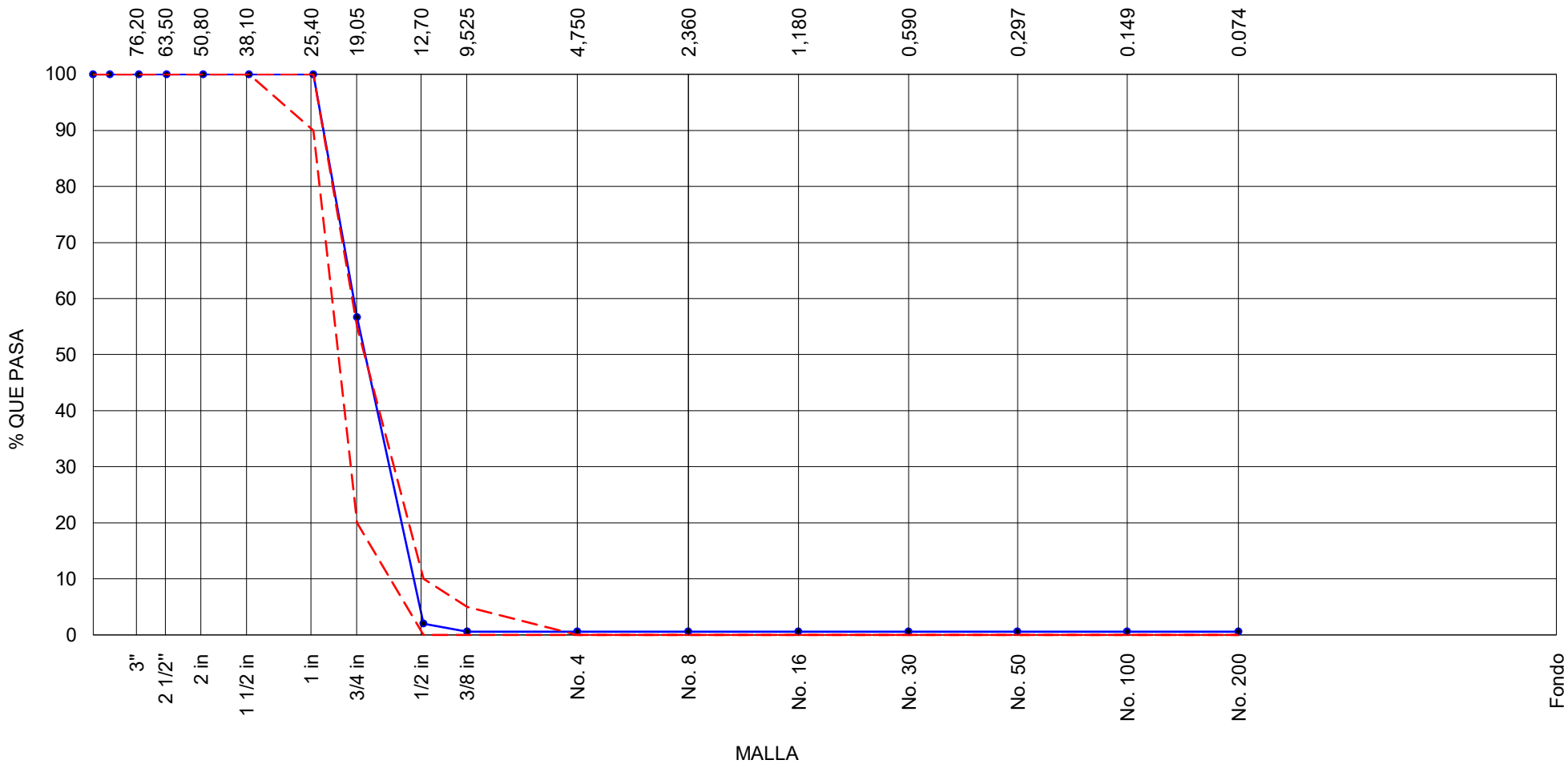
Progresiva

: ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 5

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm				100.00	90.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	3593.0	43.35	43.35	56.65	20.00	55.00
1/2 in	12.50 mm	4529.0	54.65	98.00	2.00	0.00	10.00
3/8 in	9.50 mm	118.0	1.42	99.42	0.58	0.00	5.00
No. 4	4.75 mm				0.5		
No. 8	2.36 mm						
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
< No. 200	< No. 200	48.0	0.58	100.00	0.00	-	-
						MF	7.39
						TMN	1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

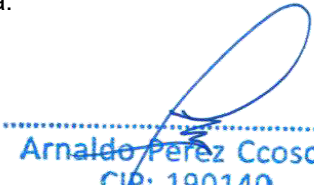
REVISADO POR

Nombre y firma:


Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:


Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-04

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

13/01/2025

Material

: AGREGADO FINO DE RÍO

Turno :

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

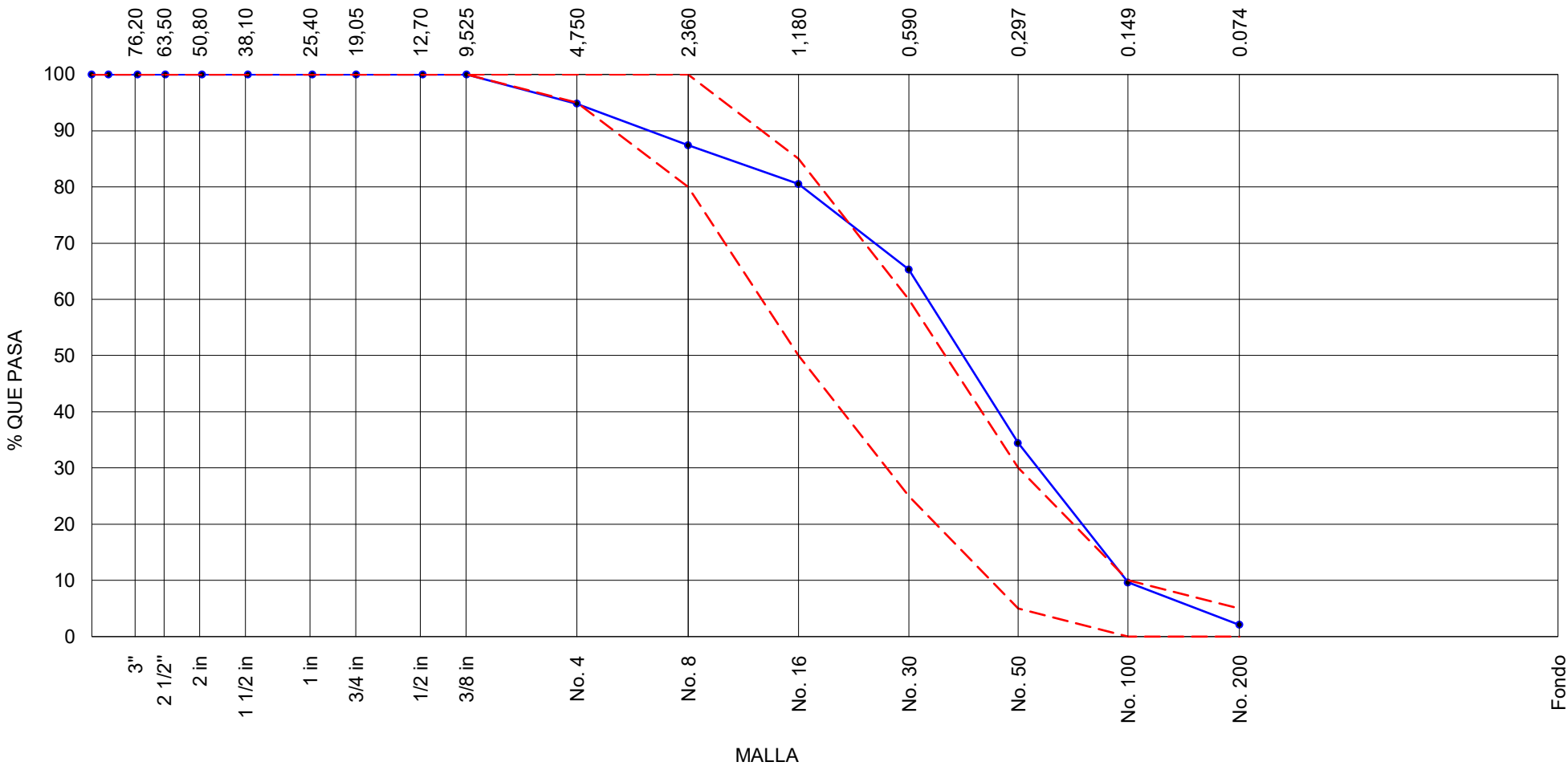
Progresiva

: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	41.2	5.21	5.21	94.79	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	58.5	7.40	12.61	87.39	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	54.4	6.88	19.49	80.51	50.00	85.00
No. 30	600 µm	120.3	15.21	34.70	65.30	25.00	60.00
No. 50	300 µm	244.2	30.88	65.58	34.42	5.00	30.00
No. 100	150 µm	196.2	24.81	90.39	9.61	0.00	10.00
No. 200	75 µm	59.5	7.52	97.91	2.09	0.00	5.00
< No. 200	< No. 200	16.5	2.09	100.00	0.00	-	-
						MF	2.28
						TMN	-

CURVA GRANULOMÉTRICA



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

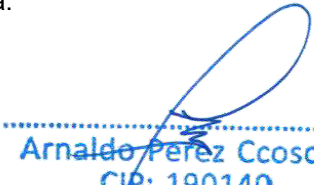
REVISADO POR

Nombre y firma:


Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:


Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-05

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

13/01/2025

Material

: AGREGADO GRUESO DE RÍO

Turno :

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

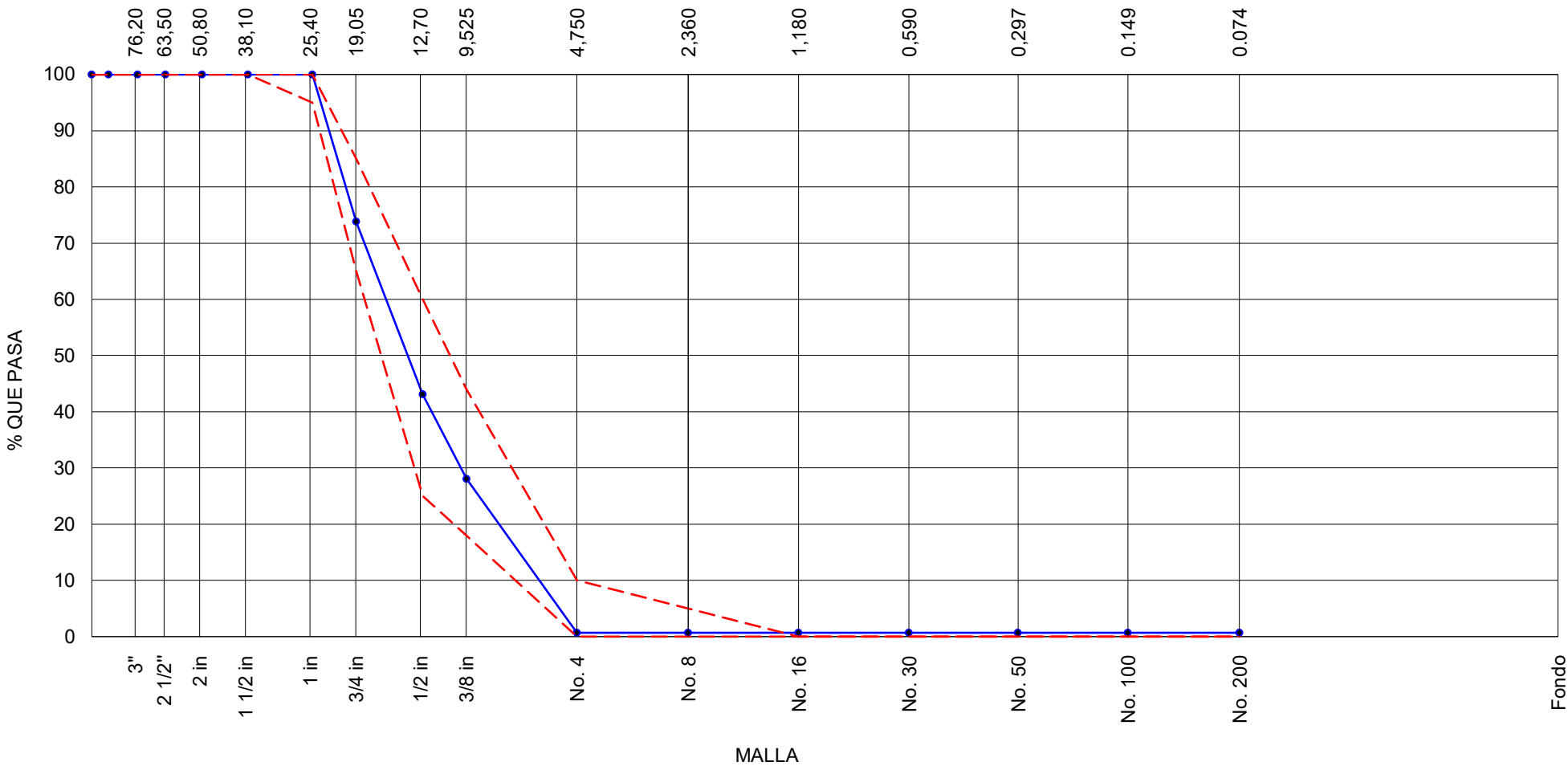
Progresiva

: ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 57

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm				100.00	95.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	383.0	26.20	26.20	73.80	65.00	85.00
1/2 in	12.50 mm	449.0	30.71	56.91	43.09	25.00	60.00
3/8 in	9.50 mm	220.0	15.05	71.96	28.04	18.00	44.00
No. 4	4.75 mm	400.0	27.36	99.32	0.68	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm						
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
< No. 200	< No. 200	10.0	0.68	100.00	0.00	-	-
						MF	6.94
						TMN	3/4"

CURVA GRANULOMÉTRICA



El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-63, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

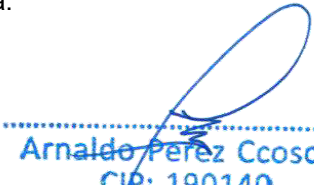
REVISADO POR

Nombre y firma:


Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:


Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG08
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLIT/ Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025		Registro N°: L25-002-06
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Muestreado por : Solicitante
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA		Fecha de Ensayo: 13/01/2025
Material	: AGREGADO FINO		Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

IDENTIFICACIÓN		1
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Masa Frasco + agua	693.2
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	1010.6
D	Masa del Mat. Seco	492.40
Pe Bulk (Base seca) o gravedad específica de masa = D/(B+A-C)		2.697
Pe Bulk (Base Saturada) o gravedad específico SSS = A/(B+A-C)		2.738
Pe Aparente (Base seca) o gravedad específico aparente = D/(B+D-C)		2.814
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.5

(*) El presente documeto reemplaza al doc. AE-FO-67, ver.1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-07

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Atención

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo:

13/01/2025

Material

: AGREGADO GRUESO

Turno:

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: Cantera Los Angeles

N° de Muestra

: ---

Progresiva

: ---

DATOS		A
1	Masa de la muestra sss	2558.6
2	Masa de la muestra sss sumergida	1638.3
3	Masa de la muestra secada al horno	2543.5

RESULTADOS	1
Gravedad Epecífica de Masa	2.764
Gravedad Epecífica de Masa S.S.S	2.780
Gravedad Epecífica de Aparente	2.810
Porcentaje de Absorción (%)	0.6

El presente documento reemplaz al doc. AE-FO-78 , ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG08
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLIT/ Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025		Registro N°: L25-002-08
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Muestreado por : Solicitante
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY		Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA		Fecha de Ensayo: 13/01/2025
Material	: AGREGADO FINO DE RÍO		Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

IDENTIFICACIÓN		1
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Masa Frasco + agua	666.1
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	980.1
D	Masa del Mat. Seco	493.26
Pe Bulk (Base seca) o gravedad específica de masa = D/(B+A-C)		2.652
Pe Bulk (Base Saturada) o gravedad específico SSS = A/(B+A-C)		2.688
Pe Aparente (Base seca) o gravedad específico aparente = D/(B+D-C)		2.752
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.4

(*) El presente documeto reemplaza al doc. AE-FO-67, ver.1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-09

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Atención

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo:

13/01/2025

Material

: AGREGADO GRUESO DE RÍO

Turno:

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

Progresiva

: ---

DATOS		A
1	Masa de la muestra sss	3143.0
2	Masa de la muestra sss sumergida	1982.6
3	Masa de la muestra secada al horno	3134.9

RESULTADOS	1
Gravedad Epecífica de Masa	2.702
Gravedad Epecífica de Masa S.S.S	2.709
Gravedad Epecífica de Aparente	2.721
Porcentaje de Absorción (%)	0.3

El presente documento reemplaz al doc. AE-FO-78 , ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro N°:

L25-002-10

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Atención

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Ieyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo:

13/01/2025

Material

: AGREGADO FINO

Turno:

Diurno

Código de Muestra

: ---

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

Progresiva

: ---

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.624	1.624	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	6.317	6.313	
Masa de muestra suelta (kg)	4.693	4.689	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1671	1669	1670

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.624	1.624	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	6.720	6.745	
Masa de muestra compactado (kg)	5.096	5.121	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1814	1823	1819

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	02
		Fecha	26/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-11
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Ensayo:	13/01/2025
Material	: AGREGADO GRUESO	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ----		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.363	6.363	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	18.980	18.995	
Masa de muestra suelta (kg)	12.617	12.632	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1361	1362	1361

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.363	6.363	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	20.472	20.440	
Masa de muestra suelta (kg)	14.109	14.077	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1522	1518	1520

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	02
		Fecha	26/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-12
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Ensayo:	13/01/2025
Material	: AGREGADO FINO DE RÍO	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ----		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.624	1.624	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	6.093	6.095	
Masa de muestra suelta (kg)	4.469	4.471	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1591	1592	1591

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	1.624	1.624	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	6.587	6.602	
Masa de muestra suelta (kg)	4.963	4.978	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1767	1772	1769

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Atención

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Material

: AGREGADO GRUESO

Código de Muestra

: ----

Procedencia

: ---

N° de Muestra

: ---

Progresiva

: ---

Registro N°:

L24-201-13

Muestreado por :

Solicitante

Ensayado por :

R. Leyva

Fecha de Ensayo:

13/01/2025

Turno:

Diurno

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.376	6.376	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	20.856	20.506	
Masa de muestra suelta (kg)	14.480	14.130	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1562	1524	1543

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.376	6.376	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	21.683	21.860	
Masa de muestra suelta (kg)	15.307	15.484	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1651	1670	1660

(*) El presente documento reemplaza al doc. AR-FO-101, ver. 1 del 30/04/2018.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-15
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	20AFR/20AGR
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	4 1/2
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	29.50
----------------	-------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-16
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	30AFR/30AGR
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	4 1/2
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	29.60
----------------	-------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-17
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	20Z+AE
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	4
----------------------	---

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	30.1
----------------	------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-18
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	20AFR+20AGR+20Z
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	3 3/4
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	30
----------------	----

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-19
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	30AFR+30AGR+20Z
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	3 3/4
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	29.8
----------------	------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-20
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	25Z+AE
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	3 1/2
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	29.5
----------------	------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-21
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	20AFR+20AGR+25Z
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	3 3/4
----------------------	-------

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	29.4
----------------	------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO-LAB-F-C007
	ENSAYO AL CONCRETO FRESCO	Versión	03
		Fecha	18-07-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025	Registro N°:	L25-002-22
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY	Revisado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: LIMA	Fecha de Elaboración :	17/01/2025
Agregado	: AG. GRUESO / AG. FINO	Código de mezcla:	30AFR+30AGR+25Z
Procedencia	: ---		
Cemento	: Cemento SOL		

ENSAYO DE SLUMP ASTM C143 / C143M

Slump obtenido pulg.	3
----------------------	---

ENSAYO DE TEMPERATURA ASTM C1064 / C1064M

Temperatura °C	28.8
----------------	------

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-23

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

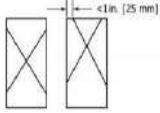
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

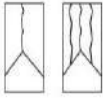
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
PATRÓN M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.76	20.17	5	2.07	12131.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.2%
PATRÓN M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.13	2	2.05	12476.0	164 kg/cm2	210 kg/cm2	78.3%
PATRÓN M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.75	20.1	5	2.06	11938.0	160 kg/cm2	210 kg/cm2	76.1%
PATRÓN M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.15	3	2.02	16732.0	213 kg/cm2	210 kg/cm2	101.4%
PATRÓN M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20.1	5	1.99	16841.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.5%
PATRÓN M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	5	2.02	16772.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	102.3%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

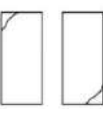
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-24

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

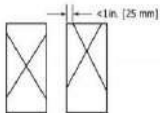
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

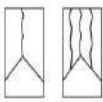
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	10.00	20.1	2	2.01	16389.0	209 kg/cm2	210 kg/cm2	99.4%
20%AFR+20%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.14	5	2.04	16359.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	101.8%
20%AFR+20%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.12	5	2.05	16030.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.6%
20%AFR+20%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.13	5	2.02	18571.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.3%
20%AFR+20%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.07	20.09	5	2.00	19899.0	250 kg/cm2	210 kg/cm2	119.0%
20%AFR+20%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.11	5	2.01	20026.0	255 kg/cm2	210 kg/cm2	121.4%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

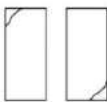
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-25

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

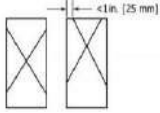
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

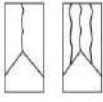
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.13	2	2.04	18268.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.5%
30%AFR+30%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.1	2	2.02	18599.0	240 kg/cm2	210 kg/cm2	114.4%
30%AFR+30%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.89	20.18	3	2.04	18385.0	239 kg/cm2	210 kg/cm2	114.0%
30%AFR+30%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.1	2	2.00	22657.0	287 kg/cm2	210 kg/cm2	136.5%
30%AFR+30%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	21574.0	275 kg/cm2	210 kg/cm2	130.8%
30%AFR+30%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.07	5	2.01	22124.0	283 kg/cm2	210 kg/cm2	134.7%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

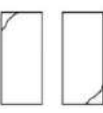
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-26

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

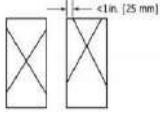
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

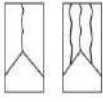
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%Z.+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20.1	5	2.04	11171.0	146 kg/cm2	210 kg/cm2	69.7%
20%Z.+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.96	20.07	2	2.02	11231.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%Z.+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20	3	2.02	11292.0	147 kg/cm2	210 kg/cm2	69.9%
20%Z.+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.09	5	2.01	15395.0	197 kg/cm2	210 kg/cm2	93.7%
20%Z.+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20	3	2.00	15293.0	195 kg/cm2	210 kg/cm2	92.7%
20%Z.+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.03	3	2.00	13927.0	176 kg/cm2	210 kg/cm2	83.9%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

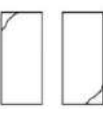
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-27

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

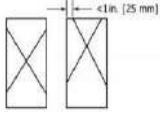
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

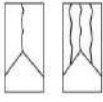
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AGR+20%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.01	5	2.03	11445.0	150 kg/cm2	210 kg/cm2	71.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.07	2	2.02	10797.0	140 kg/cm2	210 kg/cm2	66.5%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20.1	3	2.04	10961.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.10	20	5	1.98	15013.0	187 kg/cm2	210 kg/cm2	89.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.07	3	2.00	14062.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.7%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	14901.0	190 kg/cm2	210 kg/cm2	90.3%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Coefficient of Variation⁴

Acceptable Range⁴ of Individual Cylinder Strengths
2 cylinders 3 cylinders

150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-28

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

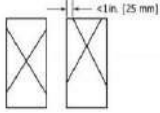
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

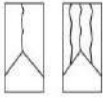
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AGR+30%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20	5	2.03	10108.0	132 kg/cm2	210 kg/cm2	63.0%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.08	5	2.04	10134.0	134 kg/cm2	210 kg/cm2	63.6%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.03	2	2.02	10113.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.2%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20	5	1.98	13467.0	169 kg/cm2	210 kg/cm2	80.4%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	19.98	2	1.99	13737.0	174 kg/cm2	210 kg/cm2	82.8%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.02	20.05	3	2.00	13930.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.1%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

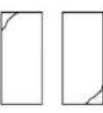
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-29

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

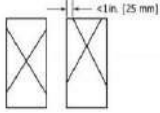
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

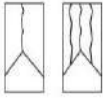
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
25% Z+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.14	2	2.03	9449.0	122 kg/cm2	210 kg/cm2	58.2%
25% Z+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.1	5	2.03	9501.0	124 kg/cm2	210 kg/cm2	59.0%
25% Z+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.08	5	2.01	9415.0	121 kg/cm2	210 kg/cm2	57.4%
25% Z+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.89	20	2	2.02	12800.0	167 kg/cm2	210 kg/cm2	79.3%
25% Z+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.11	5	2.00	12751.0	161 kg/cm2	210 kg/cm2	76.8%
25% Z+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12717.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.1%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

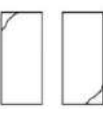
8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]		
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]		
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-30

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 14/02/2025

Fecha de emisión

: 14/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

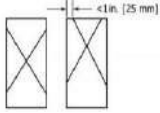
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

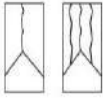
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR+25% Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20	3	2.03	9085.0	119 kg/cm2	210 kg/cm2	56.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20.07	3	2.03	9031.0	117 kg/cm2	210 kg/cm2	55.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.04	5	2.01	9091.0	116 kg/cm2	210 kg/cm2	55.5%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.94	20.1	3	2.02	12211.0	157 kg/cm2	210 kg/cm2	74.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12501.0	159 kg/cm2	210 kg/cm2	75.8%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	4	2.02	12612.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	76.9%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

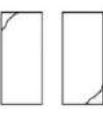
8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-31

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 15/02/2025

Fecha de emisión

: 15/02/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

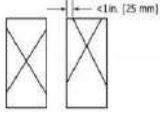
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

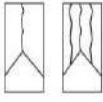
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR+25% Z M-1	18/01/2025	25/01/2025	7	9.88	20.06	5	2.03	8779.0	115 kg/cm2	210 kg/cm2	54.5%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-2	18/01/2025	25/01/2025	7	9.90	20	5	2.02	8606.0	112 kg/cm2	210 kg/cm2	53.2%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-3	18/01/2025	25/01/2025	7	9.97	20.01	2	2.01	8832.0	113 kg/cm2	210 kg/cm2	53.9%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-4	18/01/2025	15/02/2025	28	10.10	20.1	3	1.99	12510.0	156 kg/cm2	210 kg/cm2	74.4%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-5	18/01/2025	15/02/2025	28	10.12	20.07	3	1.98	10531.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-6	18/01/2025	15/02/2025	28	10.00	19.98	2	2.00	12448.0	158 kg/cm2	210 kg/cm2	75.5%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

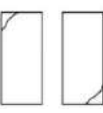
8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-23

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

18/03/2025

Fecha de emisión

: 18/03/2025

Turno :

Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

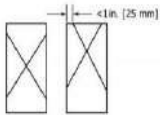
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

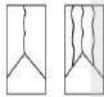
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
PATRÓN M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.76	20.17	5	2.07	12131.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.2%
PATRÓN M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.13	2	2.05	12476.0	164 kg/cm2	210 kg/cm2	78.3%
PATRÓN M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.75	20.1	5	2.06	11938.0	160 kg/cm2	210 kg/cm2	76.1%
PATRÓN M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.15	3	2.02	16732.0	213 kg/cm2	210 kg/cm2	101.4%
PATRÓN M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20.1	5	1.99	16841.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.5%
PATRÓN M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	5	2.02	16772.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	102.3%
PATRÓN M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.11	5	2.01	16925.0	215 kg/cm2	210 kg/cm2	102.2%
PATRÓN M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.13	3	2.02	17581.0	225 kg/cm2	210 kg/cm2	107.0%
PATRÓN M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.09	5	2.02	17782.0	229 kg/cm2	210 kg/cm2	108.9%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

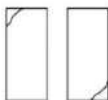
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]	Laboratory conditions	6.6 %	7.8 %
	Field conditions	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]	Laboratory conditions	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



Teléfono
01-729 3710
997069600 / 997070406



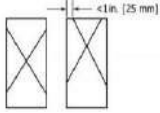
Correo electrónico
laboratorio@ingeocontrol.com.pe
proyectos@ingeocontrol.com.pe



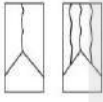
Dirección
Jr. Hurtado de Mendoza 280, Urb. Santa Luzmila
etapa 1- Comas - Lima

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-24
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	10.00	20.1	2	2.01	16389.0	209 kg/cm2	210 kg/cm2	99.4%
20%AFR+20%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.14	5	2.04	16359.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	101.8%
20%AFR+20%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.12	5	2.05	16030.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.6%
20%AFR+20%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.13	5	2.02	18571.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.3%
20%AFR+20%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.07	20.09	5	2.00	19899.0	250 kg/cm2	210 kg/cm2	119.0%
20%AFR+20%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.11	5	2.01	20026.0	255 kg/cm2	210 kg/cm2	121.4%
20%AFR+20%AGR M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.09	5	2.00	21050.0	267 kg/cm2	210 kg/cm2	127.1%
20%AFR+20%AGR M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.14	5	2.01	20933.0	266 kg/cm2	210 kg/cm2	126.7%
20%AFR+20%AGR M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.10	20.12	5	1.99	20785.0	259 kg/cm2	210 kg/cm2	123.5%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

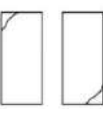
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

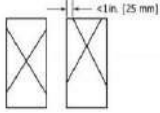
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

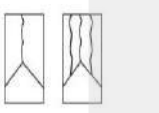
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-25
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.13	2	2.04	18268.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.5%
30%AFR+30%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.1	2	2.02	18599.0	240 kg/cm2	210 kg/cm2	114.4%
30%AFR+30%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.89	20.18	3	2.04	18385.0	239 kg/cm2	210 kg/cm2	114.0%
30%AFR+30%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.1	2	2.00	22657.0	287 kg/cm2	210 kg/cm2	136.5%
30%AFR+30%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	21574.0	275 kg/cm2	210 kg/cm2	130.8%
30%AFR+30%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.07	5	2.01	22124.0	283 kg/cm2	210 kg/cm2	134.7%
30%AFR+30%AGR M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.1	5	2.01	23454.0	297 kg/cm2	210 kg/cm2	141.6%
30%AFR+30%AGR M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.09	5	2.01	23302.0	296 kg/cm2	210 kg/cm2	141.0%
30%AFR+30%AGR M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.11	4	2.02	23068.0	295 kg/cm2	210 kg/cm2	140.4%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

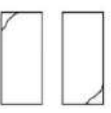
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

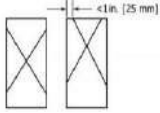
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

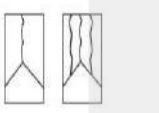
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-26
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%Z.+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20.1	5	2.04	11171.0	146 kg/cm2	210 kg/cm2	69.7%
20%Z.+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.96	20.07	2	2.02	11231.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%Z.+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20	3	2.02	11292.0	147 kg/cm2	210 kg/cm2	69.9%
20%Z.+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.09	5	2.01	15395.0	197 kg/cm2	210 kg/cm2	93.7%
20%Z.+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20	3	2.00	15293.0	195 kg/cm2	210 kg/cm2	92.7%
20%Z.+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.03	3	2.00	13927.0	176 kg/cm2	210 kg/cm2	83.9%
20%Z.+AE M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.11	5	2.01	16905.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	102.1%
20%Z.+AE M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.09	3	2.00	16785.0	212 kg/cm2	210 kg/cm2	101.0%
20%Z.+AE M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.04	3	2.01	16911.0	217 kg/cm2	210 kg/cm2	103.6%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

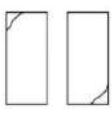
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

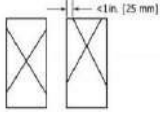
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

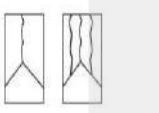
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-27
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AGR+20%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.01	5	2.03	11445.0	150 kg/cm2	210 kg/cm2	71.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.07	2	2.02	10797.0	140 kg/cm2	210 kg/cm2	66.5%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20.1	3	2.04	10961.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.10	20	5	1.98	15013.0	187 kg/cm2	210 kg/cm2	89.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.07	3	2.00	14062.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.7%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	14901.0	190 kg/cm2	210 kg/cm2	90.3%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.11	3	2.00	16501.0	209 kg/cm2	210 kg/cm2	99.4%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.09	3	2.01	16585.0	212 kg/cm2	210 kg/cm2	101.0%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.13	5	2.00	16704.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.5%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

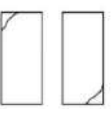
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

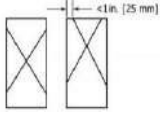
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

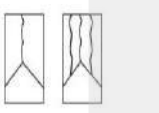
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-28
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AGR+30%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20	5	2.03	10108.0	132 kg/cm2	210 kg/cm2	63.0%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.08	5	2.04	10134.0	134 kg/cm2	210 kg/cm2	63.6%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.03	2	2.02	10113.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.2%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20	5	1.98	13467.0	169 kg/cm2	210 kg/cm2	80.4%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	19.98	2	1.99	13737.0	174 kg/cm2	210 kg/cm2	82.8%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.02	20.05	3	2.00	13930.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.1%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.09	5	2.01	15024.0	191 kg/cm2	210 kg/cm2	90.9%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.11	5	2.02	15502.0	199 kg/cm2	210 kg/cm2	94.9%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.13	5	2.01	15718.0	199 kg/cm2	210 kg/cm2	94.7%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

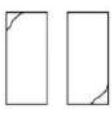
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

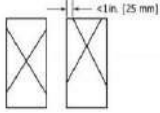
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

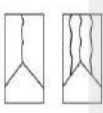
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-29
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
25% Z+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.14	2	2.03	9449.0	122 kg/cm2	210 kg/cm2	58.2%
25% Z+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.1	5	2.03	9501.0	124 kg/cm2	210 kg/cm2	59.0%
25% Z+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.08	5	2.01	9415.0	121 kg/cm2	210 kg/cm2	57.4%
25% Z+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.89	20	2	2.02	12800.0	167 kg/cm2	210 kg/cm2	79.3%
25% Z+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.11	5	2.00	12751.0	161 kg/cm2	210 kg/cm2	76.8%
25% Z+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12717.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.1%
25% Z+AE M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.06	5	2.00	15225.0	193 kg/cm2	210 kg/cm2	91.8%
25% Z+AE M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.1	3	2.01	15395.0	196 kg/cm2	210 kg/cm2	93.2%
25% Z+AE M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.07	5	2.01	15475.0	198 kg/cm2	210 kg/cm2	94.2%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

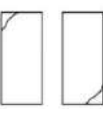
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

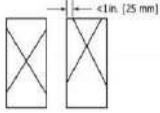
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

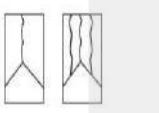
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-30
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/03/2025
Fecha de emisión	: 18/03/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR+25% Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20	3	2.03	9085.0	119 kg/cm2	210 kg/cm2	56.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20.07	3	2.03	9031.0	117 kg/cm2	210 kg/cm2	55.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.04	5	2.01	9091.0	116 kg/cm2	210 kg/cm2	55.5%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.94	20.1	3	2.02	12211.0	157 kg/cm2	210 kg/cm2	74.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12501.0	159 kg/cm2	210 kg/cm2	75.8%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	4	2.02	12612.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	76.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.11	4	2.00	13954.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.1%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.08	5	2.01	14054.0	179 kg/cm2	210 kg/cm2	85.0%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.07	5	2.00	14068.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.6%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

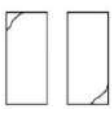
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-31

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 19/03/2025

Fecha de emisión

: 19/03/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

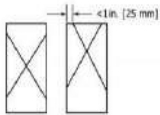
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

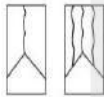
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR+25% Z M-1	18/01/2025	25/01/2025	7	9.88	20.06	5	2.03	8779.0	115 kg/cm2	210 kg/cm2	54.5%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-2	18/01/2025	25/01/2025	7	9.90	20	5	2.02	8606.0	112 kg/cm2	210 kg/cm2	53.2%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-3	18/01/2025	25/01/2025	7	9.97	20.01	2	2.01	8832.0	113 kg/cm2	210 kg/cm2	53.9%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-4	18/01/2025	15/02/2025	28	10.10	20.1	3	1.99	12510.0	156 kg/cm2	210 kg/cm2	74.4%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-5	18/01/2025	15/02/2025	28	10.12	20.07	3	1.98	10531.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-6	18/01/2025	15/02/2025	28	10.00	19.98	2	2.00	12448.0	158 kg/cm2	210 kg/cm2	75.5%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-7	18/01/2025	19/03/2025	60	10.03	20.1	5	2.00	13824.0	175 kg/cm2	210 kg/cm2	83.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-8	18/01/2025	19/03/2025	60	10.04	20.04	3	2.00	13065.0	165 kg/cm2	210 kg/cm2	78.6%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-9	18/01/2025	19/03/2025	60	9.98	20.06	3	2.01	13191.0	169 kg/cm2	210 kg/cm2	80.3%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

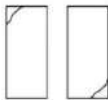
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

150 by 300 mm
[6 by 12 in.]

Laboratory conditions
Field conditions
100 by 200 mm
[4 by 8 in.]
Laboratory conditions

Coefficient of Variation⁴

Acceptable Range⁴ of Individual Cylinder Strengths
2 cylinders
3 cylinders

2.4 %

2.9 %

3.2 %

6.6 %

8.0 %

9.0 %

7.8 %

9.5 %

10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



Teléfono
01-729 3710
997069600 / 997070406



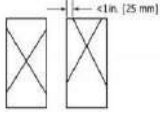
Correo electrónico
laboratorio@ingeocontrol.com.pe
proyectos@ingeocontrol.com.pe



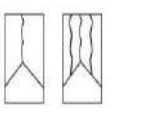
Dirección
Jr. Hurtado de Mendoza 280, Urb. Santa Luzmila
etapa 1- Comas - Lima

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-23
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/04/2025
Fecha de emisión	: 18/04/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
PATRÓN M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.76	20.17	5	2.07	12131.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.2%
PATRÓN M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.13	2	2.05	12476.0	164 kg/cm2	210 kg/cm2	78.3%
PATRÓN M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.75	20.1	5	2.06	11938.0	160 kg/cm2	210 kg/cm2	76.1%
PATRÓN M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.15	3	2.02	16841.0	213 kg/cm2	210 kg/cm2	101.4%
PATRÓN M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20.1	5	1.99	16841.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.5%
PATRÓN M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	5	2.02	16772.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	102.3%
PATRÓN M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.11	5	2.01	16925.0	215 kg/cm2	210 kg/cm2	102.2%
PATRÓN M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.13	3	2.02	17581.0	225 kg/cm2	210 kg/cm2	107.0%
PATRÓN M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.09	5	2.02	17782.0	229 kg/cm2	210 kg/cm2	108.9%
PATRÓN M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.02	20.08	5	2.00	17958.0	228 kg/cm2	210 kg/cm2	108.4%
PATRÓN M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	9.96	20.05	5	2.01	18119.0	233 kg/cm2	210 kg/cm2	110.7%
PATRÓN M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.03	20.07	5	2.00	17980.0	228 kg/cm2	210 kg/cm2	108.4%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

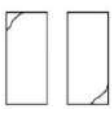
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



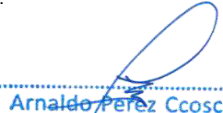
Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

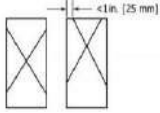
	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

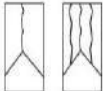
INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-24
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/04/2025
Fecha de emisión	: 18/04/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	10.00	20.1	2	2.01	16389.0	209 kg/cm2	210 kg/cm2	99.4%
20%AFR+20%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.14	5	2.04	16359.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	101.8%
20%AFR+20%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.12	5	2.05	16030.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.6%
20%AFR+20%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.13	5	2.02	18571.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.3%
20%AFR+20%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.07	20.09	5	2.00	19899.0	250 kg/cm2	210 kg/cm2	119.0%
20%AFR+20%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.11	5	2.01	20026.0	255 kg/cm2	210 kg/cm2	121.4%
20%AFR+20%AGR M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.09	5	2.00	21050.0	267 kg/cm2	210 kg/cm2	127.1%
20%AFR+20%AGR M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.14	5	2.01	20933.0	266 kg/cm2	210 kg/cm2	126.7%
20%AFR+20%AGR M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.10	20.12	5	1.99	20785.0	259 kg/cm2	210 kg/cm2	123.5%
20%AFR+20%AGR M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.02	20.11	5	2.01	21381.0	271 kg/cm2	210 kg/cm2	129.1%
20%AFR+20%AGR M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	9.98	20.09	5	2.01	21095.0	270 kg/cm2	210 kg/cm2	128.4%
20%AFR+20%AGR M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.03	20.1	5	2.00	20978.0	266 kg/cm2	210 kg/cm2	126.4%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

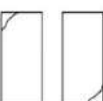
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-25

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por :

Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por :

R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo :

18/04/2025

Fecha de emisión

: 18/04/2025

Turno :

Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.13	2	2.04	18268.0	238 kg/cm2	210 kg/cm2	113.5%
30%AFR+30%AGR M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.1	2	2.02	18599.0	240 kg/cm2	210 kg/cm2	114.4%
30%AFR+30%AGR M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.89	20.18	3	2.04	18385.0	239 kg/cm2	210 kg/cm2	114.0%
30%AFR+30%AGR M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.1	2	2.00	22657.0	287 kg/cm2	210 kg/cm2	136.5%
30%AFR+30%AGR M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	21574.0	275 kg/cm2	210 kg/cm2	130.8%
30%AFR+30%AGR M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.07	5	2.01	22124.0	283 kg/cm2	210 kg/cm2	134.7%
30%AFR+30%AGR M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.1	5	2.01	23454.0	297 kg/cm2	210 kg/cm2	141.6%
30%AFR+30%AGR M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.09	5	2.01	23302.0	296 kg/cm2	210 kg/cm2	141.0%
30%AFR+30%AGR M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.11	4	2.02	23068.0	295 kg/cm2	210 kg/cm2	140.4%
30%AFR+30%AGR M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.03	20.13	5	2.01	23751.0	301 kg/cm2	210 kg/cm2	143.1%
30%AFR+30%AGR M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	10.01	20.06	5	2.00	23823.0	303 kg/cm2	210 kg/cm2	144.2%
30%AFR+30%AGR M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.04	20.09	5	2.00	23885.0	302 kg/cm2	210 kg/cm2	143.7%

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-26

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 18/04/2025

Fecha de emisión

: 18/04/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

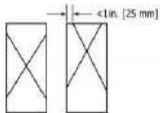
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

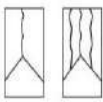
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%Z.+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20.1	5	2.04	11171.0	146 kg/cm2	210 kg/cm2	69.7%
20%Z.+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.96	20.07	2	2.02	11231.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%Z.+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20	3	2.02	11292.0	147 kg/cm2	210 kg/cm2	69.9%
20%Z.+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.98	20.09	5	2.01	15395.0	197 kg/cm2	210 kg/cm2	93.7%
20%Z.+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20	3	2.00	15293.0	195 kg/cm2	210 kg/cm2	92.7%
20%Z.+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.03	3	2.00	13927.0	176 kg/cm2	210 kg/cm2	83.9%
20%Z.+AE M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.02	20.11	5	2.01	16905.0	214 kg/cm2	210 kg/cm2	102.1%
20%Z.+AE M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.09	3	2.00	16785.0	212 kg/cm2	210 kg/cm2	101.0%
20%Z.+AE M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.04	3	2.01	16911.0	217 kg/cm2	210 kg/cm2	103.6%
20%Z.+AE M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.03	20.08	5	2.00	17595.0	223 kg/cm2	210 kg/cm2	106.0%
20%Z.+AE M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	10.04	20.1	4	2.00	17556.0	222 kg/cm2	210 kg/cm2	105.6%
20%Z.+AE M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	9.95	20.06	5	2.02	17154.0	221 kg/cm2	210 kg/cm2	105.1%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



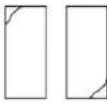
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidas en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-27

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 18/04/2025

Fecha de emisión

: 18/04/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

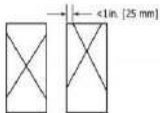
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

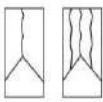
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AGR+20%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.87	20.01	5	2.03	11445.0	150 kg/cm2	210 kg/cm2	71.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.07	2	2.02	10797.0	140 kg/cm2	210 kg/cm2	66.5%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20.1	3	2.04	10961.0	144 kg/cm2	210 kg/cm2	68.6%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.10	20	5	1.98	15013.0	187 kg/cm2	210 kg/cm2	89.2%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.07	3	2.00	14062.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.7%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	20.1	2	2.01	14901.0	190 kg/cm2	210 kg/cm2	90.3%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.11	3	2.00	16501.0	209 kg/cm2	210 kg/cm2	99.4%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.09	3	2.01	16585.0	212 kg/cm2	210 kg/cm2	101.0%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.13	5	2.00	16704.0	211 kg/cm2	210 kg/cm2	100.5%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	9.98	20.07	3	2.01	17195.0	220 kg/cm2	210 kg/cm2	104.7%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	10.03	20.12	3	2.01	17064.0	216 kg/cm2	210 kg/cm2	102.8%
20%AGR+20%AFR+20%Z M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.05	20.09	5	2.00	17121.0	216 kg/cm2	210 kg/cm2	102.8%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



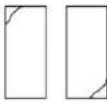
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-28

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 18/04/2025

Fecha de emisión

: 18/04/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AGR+30%AFR+20%Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.86	20	5	2.03	10108.0	132 kg/cm2	210 kg/cm2	63.0%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.83	20.08	5	2.04	10134.0	134 kg/cm2	210 kg/cm2	63.6%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.93	20.03	2	2.02	10113.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.2%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	10.08	20	5	1.98	13467.0	169 kg/cm2	210 kg/cm2	80.4%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	19.98	2	1.99	13737.0	174 kg/cm2	210 kg/cm2	82.8%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.02	20.05	3	2.00	13930.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.1%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.09	5	2.01	15024.0	191 kg/cm2	210 kg/cm2	90.9%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	9.95	20.11	5	2.02	15502.0	199 kg/cm2	210 kg/cm2	94.9%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.13	5	2.01	15718.0	199 kg/cm2	210 kg/cm2	94.7%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.02	20.07	3	2.00	16081.0	204 kg/cm2	210 kg/cm2	97.1%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	10.07	20.09	5	2.00	16154.0	203 kg/cm2	210 kg/cm2	96.6%
30%AGR+30%AFR+20%Z M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	9.95	20.05	5	2.02	15947.0	205 kg/cm2	210 kg/cm2	97.7%

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

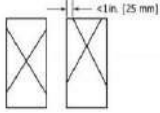
Nombre y firma:



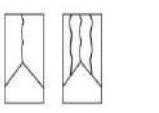
Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-CO08	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	02	
			Fecha	10/10/2022	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro	L25-002-29
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo	: 18/04/2025
Fecha de emisión	: 18/04/2025			Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"				
F'c de diseño	: 210 kg/cm2				

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21											
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
25% Z+AE M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.92	20.14	2	2.03	9449.0	122 kg/cm2	210 kg/cm2	58.2%
25% Z+AE M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.88	20.1	5	2.03	9501.0	124 kg/cm2	210 kg/cm2	59.0%
25% Z+AE M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.08	5	2.01	9415.0	121 kg/cm2	210 kg/cm2	57.4%
25% Z+AE M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.89	20	2	2.02	12800.0	167 kg/cm2	210 kg/cm2	79.3%
25% Z+AE M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.03	20.11	5	2.00	12751.0	161 kg/cm2	210 kg/cm2	76.8%
25% Z+AE M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12717.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	77.1%
25% Z+AE M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.06	5	2.00	15225.0	193 kg/cm2	210 kg/cm2	91.8%
25% Z+AE M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.1	3	2.01	15395.0	196 kg/cm2	210 kg/cm2	93.2%
25% Z+AE M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	9.98	20.07	5	2.01	15475.0	198 kg/cm2	210 kg/cm2	94.2%
25% Z+AE M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.02	20.08	3	2.00	15754.0	200 kg/cm2	210 kg/cm2	95.1%
25% Z+AE M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	10.08	20.12	4	2.00	15954.0	200 kg/cm2	210 kg/cm2	95.2%
25% Z+AE M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.04	20.07	3	2.00	16045.0	203 kg/cm2	210 kg/cm2	96.5%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

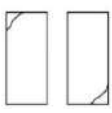
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:
* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE
* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-30

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 18/04/2025

Fecha de emisión

: 18/04/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

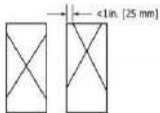
: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

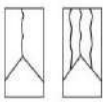
: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
20%AFR+20%AGR+25% Z M-1	17/01/2025	24/01/2025	7	9.84	20	3	2.03	9085.0	119 kg/cm2	210 kg/cm2	56.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-2	17/01/2025	24/01/2025	7	9.90	20.07	3	2.03	9031.0	117 kg/cm2	210 kg/cm2	55.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-3	17/01/2025	24/01/2025	7	9.97	20.04	5	2.01	9091.0	116 kg/cm2	210 kg/cm2	55.5%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-4	17/01/2025	14/02/2025	28	9.94	20.1	3	2.02	12211.0	157 kg/cm2	210 kg/cm2	74.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-5	17/01/2025	14/02/2025	28	10.00	19.98	5	2.00	12501.0	159 kg/cm2	210 kg/cm2	75.8%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-6	17/01/2025	14/02/2025	28	9.97	20.1	4	2.02	12612.0	162 kg/cm2	210 kg/cm2	76.9%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-7	17/01/2025	18/03/2025	60	10.03	20.11	4	2.00	13954.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.1%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-8	17/01/2025	18/03/2025	60	10.01	20.08	5	2.01	14054.0	179 kg/cm2	210 kg/cm2	85.0%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-9	17/01/2025	18/03/2025	60	10.04	20.07	5	2.00	14068.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.6%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-10	17/01/2025	17/04/2025	90	10.02	20.05	5	2.00	14804.0	188 kg/cm2	210 kg/cm2	89.4%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-11	17/01/2025	17/04/2025	90	9.97	20.03	3	2.01	14772.0	189 kg/cm2	210 kg/cm2	90.1%
20%AFR+20%AGR+25% Z M-12	17/01/2025	17/04/2025	90	10.05	20.1	3	2.00	14927.0	188 kg/cm2	210 kg/cm2	89.6%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



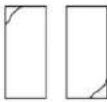
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]	Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
	Field conditions	2.9 %	8.0 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]	Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
			10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código

INGEO-LAB-F-CO08

Versión

02

Fecha

10/10/2022

Proyecto

: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025

Registro

L25-002-31

Solicitante

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Muestreado por

: Solicitante

Cliente

: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY

Ensayado por

: R. Leyva

Ubicación de Proyecto

: LIMA

Fecha de Ensayo

: 19/04/2025

Fecha de emisión

: 19/04/2025

Turno

: Diurno

Tipo de muestra

: Concreto endurecido

Presentación

: Especímenes cilíndricos 4" x 8"

F'c de diseño

: 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
30%AFR+30%AGR+25% Z M-1	18/01/2025	25/01/2025	7	9.88	20.06	5	2.03	8779.0	115 kg/cm2	210 kg/cm2	54.5%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-2	18/01/2025	25/01/2025	7	9.90	20	5	2.02	8606.0	112 kg/cm2	210 kg/cm2	53.2%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-3	18/01/2025	25/01/2025	7	9.97	20.01	2	2.01	8832.0	113 kg/cm2	210 kg/cm2	53.9%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-4	18/01/2025	15/02/2025	28	10.10	20.1	3	1.99	12510.0	156 kg/cm2	210 kg/cm2	74.4%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-5	18/01/2025	15/02/2025	28	10.12	20.07	3	1.98	10531.0	131 kg/cm2	210 kg/cm2	62.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-6	18/01/2025	15/02/2025	28	10.00	19.98	2	2.00	12448.0	158 kg/cm2	210 kg/cm2	75.5%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-7	18/01/2025	19/03/2025	60	10.03	20.1	5	2.00	13824.0	175 kg/cm2	210 kg/cm2	83.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-8	18/01/2025	19/03/2025	60	10.04	20.04	3	2.00	13065.0	165 kg/cm2	210 kg/cm2	78.6%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-9	18/01/2025	19/03/2025	60	9.98	20.06	3	2.01	13191.0	169 kg/cm2	210 kg/cm2	80.3%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-10	18/01/2025	18/04/2025	90	9.96	20.03	5	2.01	13776.0	177 kg/cm2	210 kg/cm2	84.2%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-11	18/01/2025	18/04/2025	90	10.02	20.09	5	2.00	14052.0	178 kg/cm2	210 kg/cm2	84.9%
30%AFR+30%AGR+25% Z M-12	18/01/2025	18/04/2025	90	10.06	20.11	3	2.00	13954.0	176 kg/cm2	210 kg/cm2	83.6%

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

* Muestras elaboradas y curadas por el SOLICITANTE

* En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGEOCONTROL SAC



Certificados de calibración de equipos utilizados.

REVISADO POR

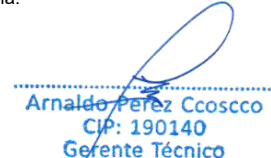
Nombre y firma:



Luis Melgar Angeles
JEFE DE LABORATORIO
INGEOCONTROL S.A.C.

AUTORIZADO POR

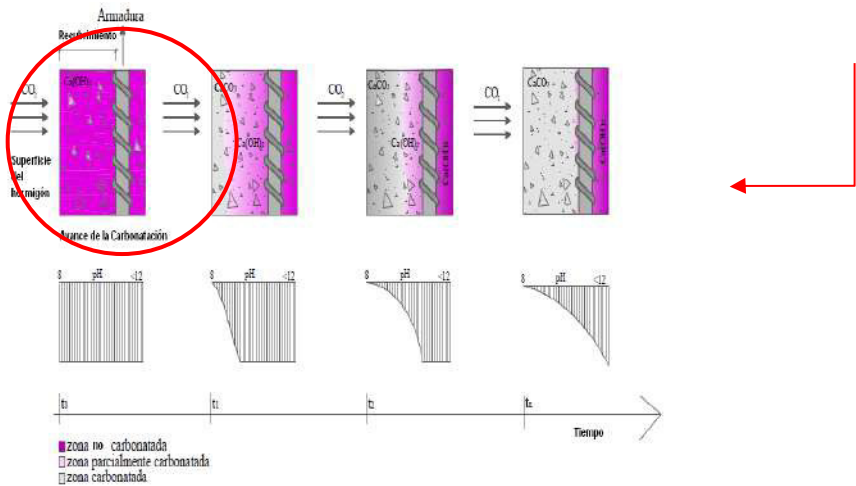
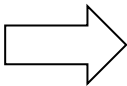
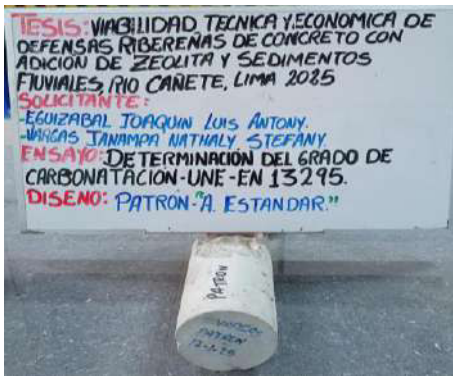
Nombre y firma:



Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

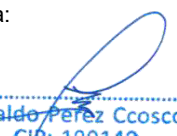
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-32
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: Patron			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



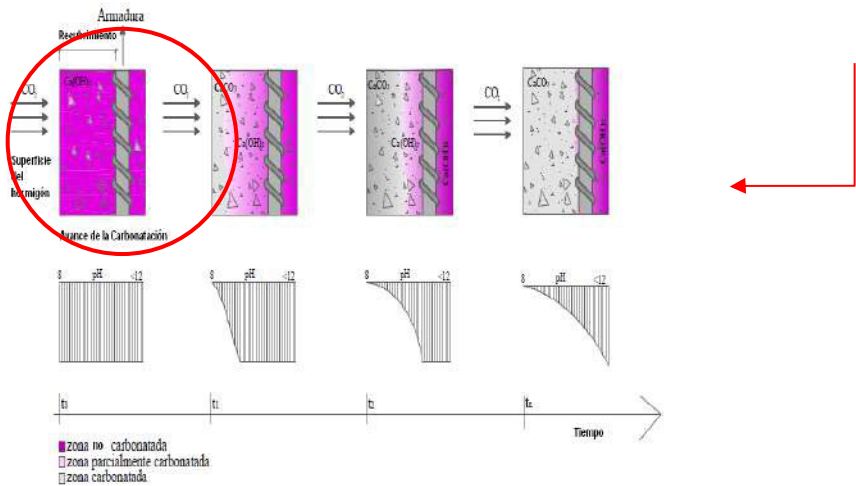
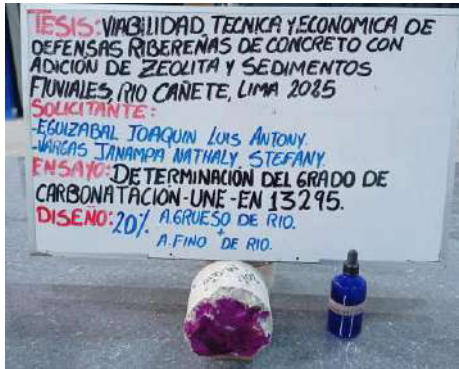
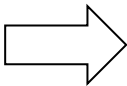
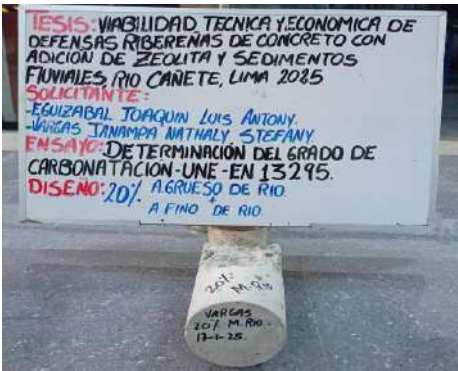
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

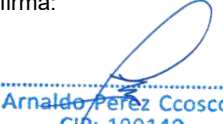
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-33
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 20% AFR+20AGR			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



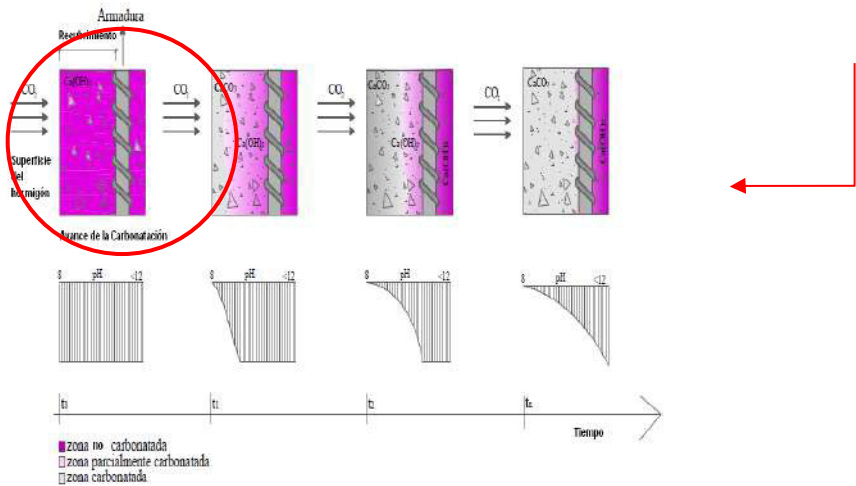
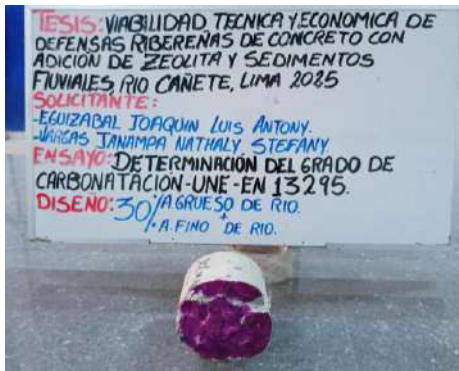
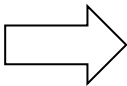
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

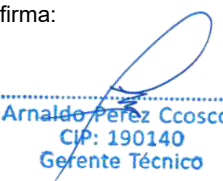
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-34
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 30% AFR+30AGR			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



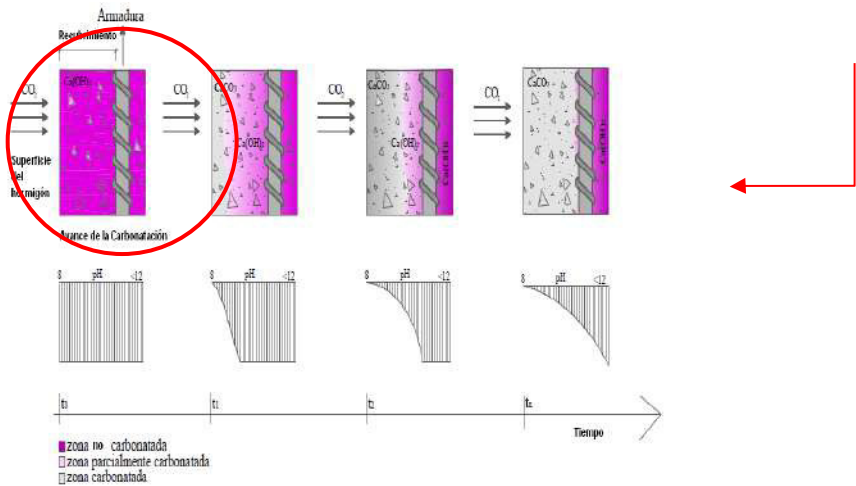
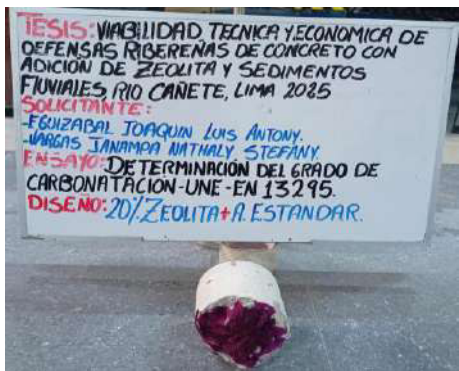
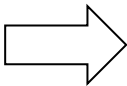
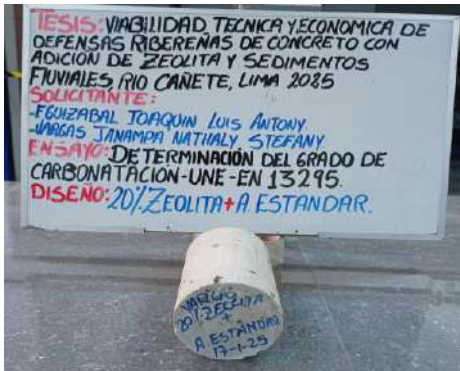
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

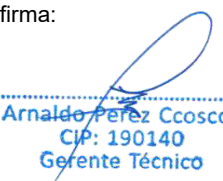
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-35
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 20% Z+AE			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



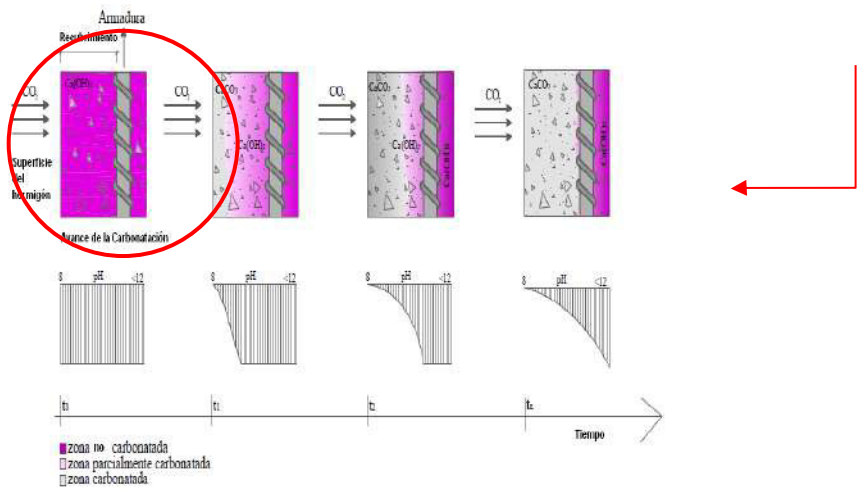
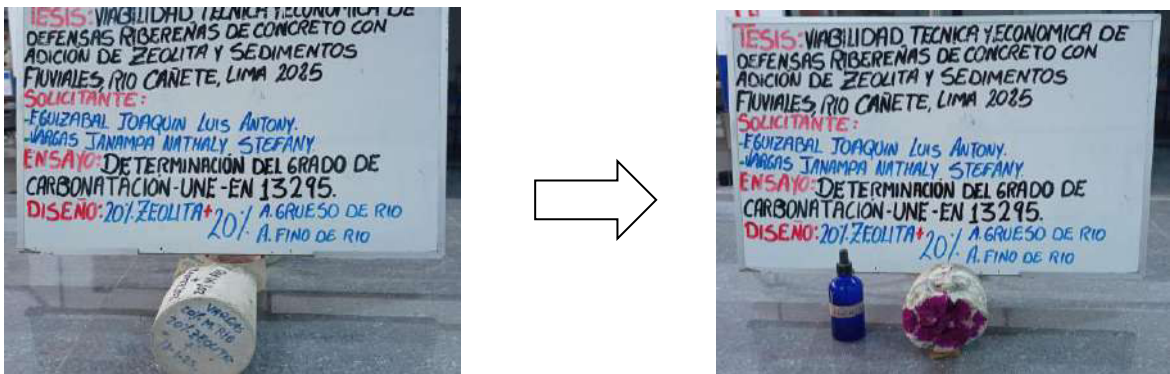
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-36
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 20%AFR+20%AGR+20%Z.			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación

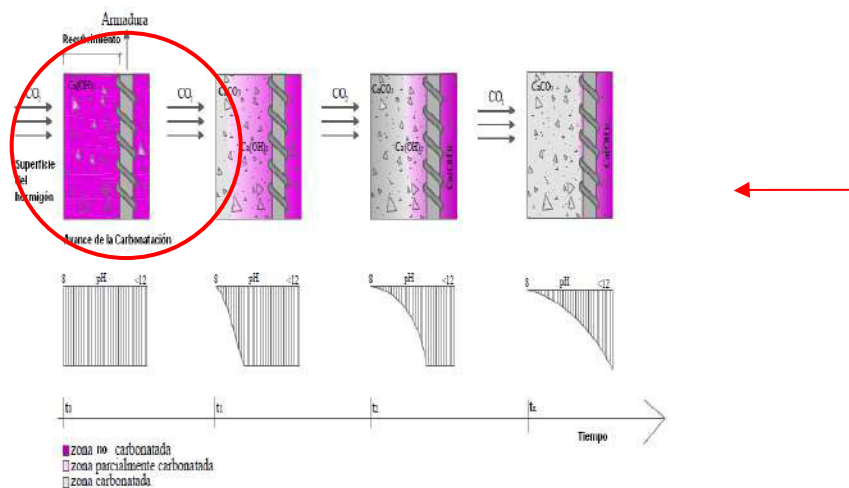
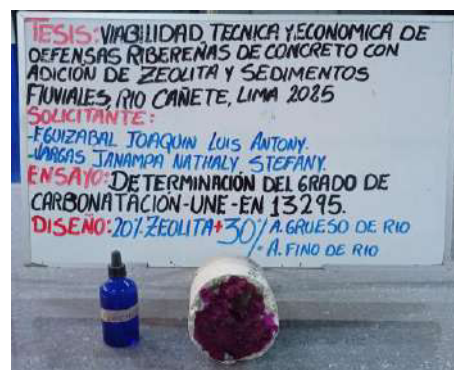
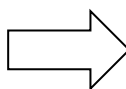
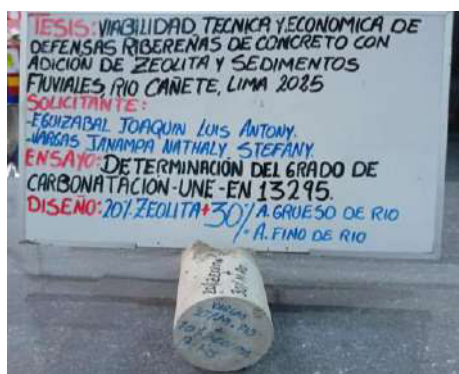


- OBSERVACIONES:**
- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
 - * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

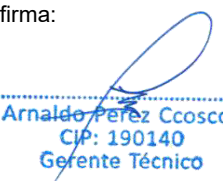
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-37
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 30%AFR+30%AGR+20%Z.			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



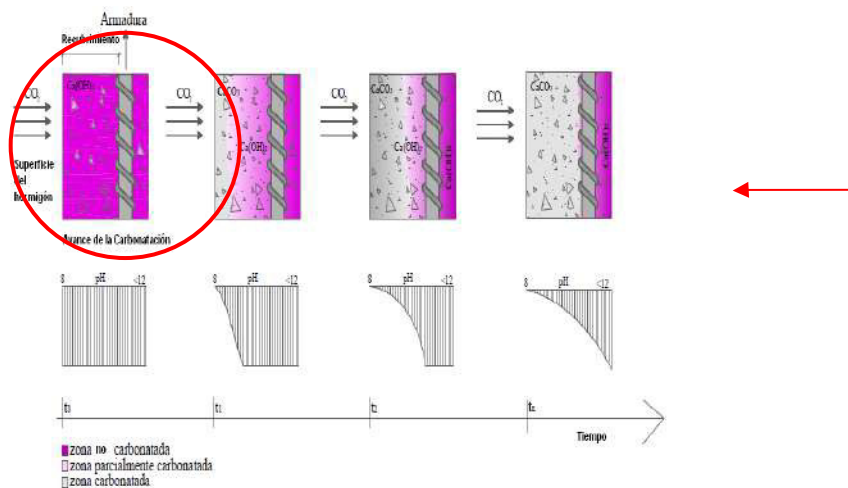
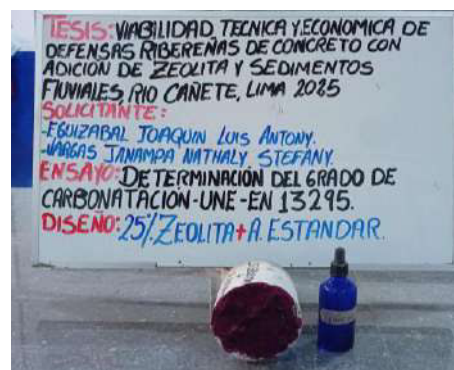
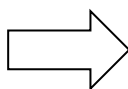
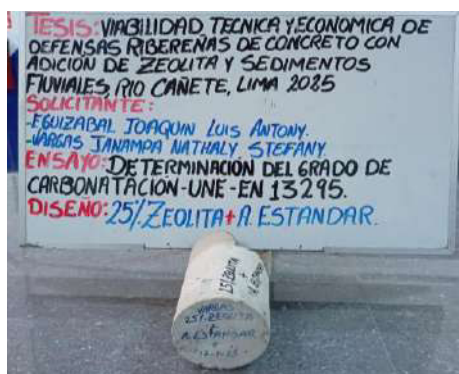
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

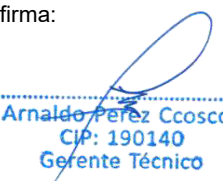
	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02
			Fecha	1/06/2023
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°: L25-002-38
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por : Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo: 17/04/2025
Material	: Concreto endurecido			
Código de Muestra	: 25%Z+AE			Profundidad: ---
Reservorio	: ---			Norte: ---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico



Teléfono
01-729 3710
997069600 / 997070406



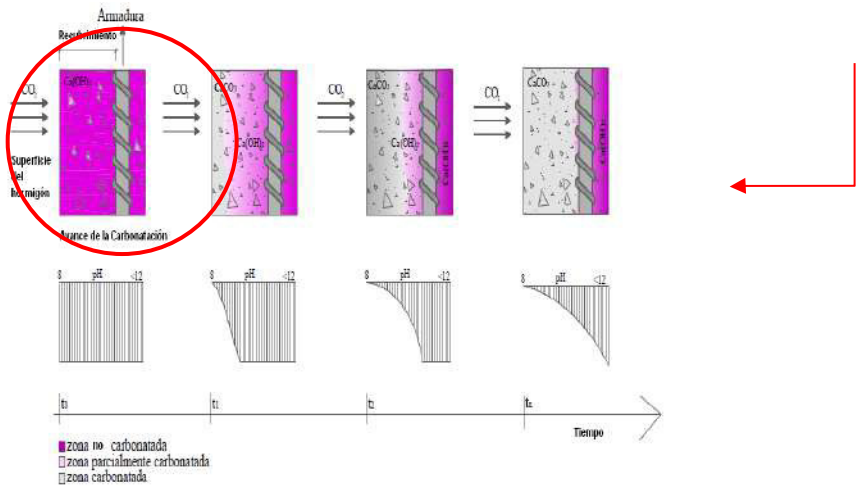
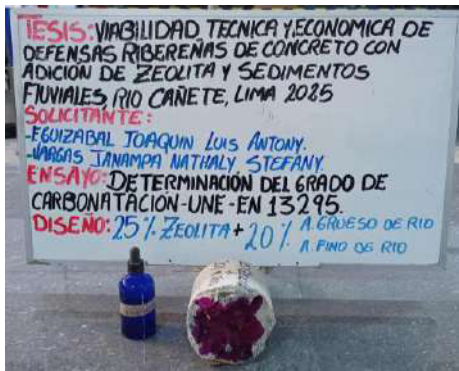
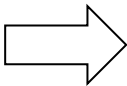
Correo electrónico
servicios@ingeocontrol.com.pe
laboratorio@ingeocontrol.com.pe



Dirección
Av. Sagitario Mz. A lote 12 Urb. San Pedro
V etapa - Carabayllo - Lima - Perú

	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118	
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02	
			Fecha	1/06/2023	
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°:	L25-002-39
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por :	Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo:	17/04/2025
Material	: Concreto endurecido				
Código de Muestra	: 20%AFR+20%AGR+25%Z.			Profundidad:	---
Reservorio	: ---			Norte:	---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



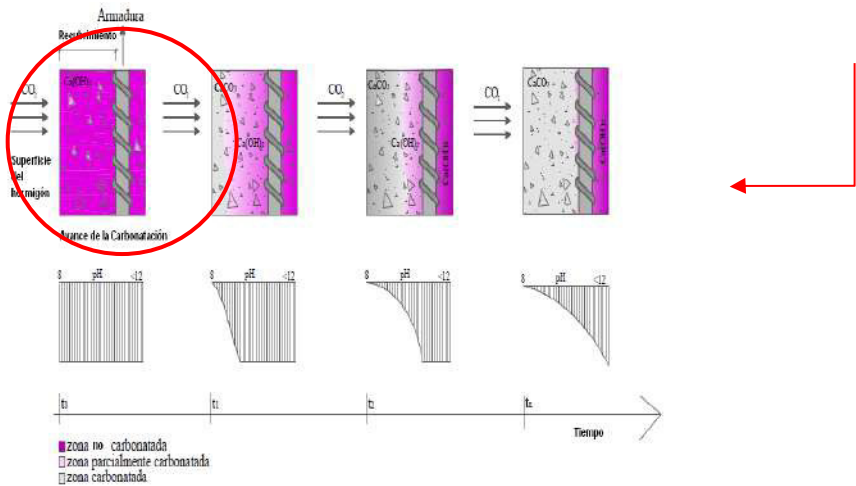
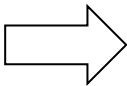
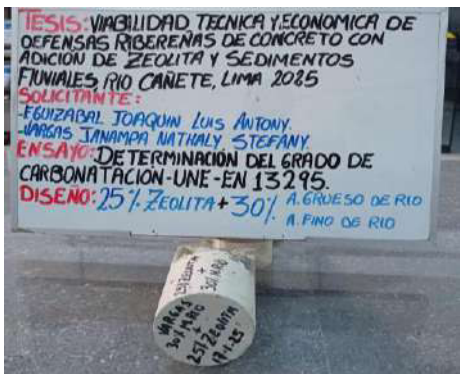
OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE INFORME		Código	AE-FO-118
	Norma UNE-EN 13295 – Determinación de la resistencia a la carbonatación		Versión	02
			Fecha	1/06/2023
Proyecto	: VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025			Registro N°: L25-002-40
Solicitante	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Muestreado por : Ingeocontrol
Cliente	: EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY			Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: LIMA			Fecha de Ensayo: 17/04/2025
Material	: Concreto endurecido			
Código de Muestra	: 30%AFR+30%AGR+25%Z.			Profundidad: ---
Reservorio	: ---			Norte: ---

Norma UNE - EN 13295 - Determinación del grado de carbonatación



OBSERVACIONES:

- * MUESTRA NO CARBONATADA AL 100%
- * EL PRESENTE DOCUMENTO REEMPLAZA AL FORMATO AE-FO-118, VERSION 1 DEL 7/5/2018.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

 GEOLAC® CONSULTORÍA, LABORATORIO Y EJECUCIÓN DE OBRAS	REPORTE DE ENSAYOS		
	Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión UNE-EN 12390-8		Código : 002-04-GEOLAC/2025
			Página : 01 de 01
			Fecha : 06/05/2025

Proyecto : VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE ZEOLITA Y SEDIMENTOS FLUVIALES, RÍO CAÑETE, LIMA, 2025
Solicitante : EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY Registro N°:
Atención : EGUIZÁBAL JOAQUÍN, LUIS ANTONY / VARGAS JANAMPA, NATHALY STEFANY Realizado por :
Ubicación de Proyecto : CAÑETE, LIMA Revisado por :
Tamaño de la muestra : 15cm x 15cm
Muestras : Cilíndricas
Edad de ensayo : 90 días

RELACIÓN A/C	CÓDIGO		FECHA Y HORA DE ELABORACIÓN DE PROBETAS	PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA (mm)			
	DISEÑO			FECHA Y HORA DE SECADO (24 HORAS)	FECHA DE ENSAYO	MEDIDAS (mm)	PROMEDIO (mm)
0.57	D	0	25/01/2025	24/04/2025	28/04/2025	34.6	34.70
	PATRON		8:05 a.m.	25/04/2025		35.4	
				8:37 a. m.		34.1	
0.59	D	1	25/01/2025	24/04/2025	28/04/2025	35.8	35.20
	20%AFR/20%AGR		8:52 a.m.	25/04/2025		34.6	
				8:37 a. m.		35.2	
0.64	D	2	25/01/2025	24/04/2025	28/04/2025	34.5	33.40
	30%AFR/30%AGR		9:31 a.m.	25/04/2025		33.6	
				09:37 a. m.		32.1	
0.70	D	3	25/01/2025	24/04/2025	28/04/2025	45.8	43.07
	20%Z+AE		10:06 a.m.	25/04/2025		42.6	
				09:42 a. m.		40.8	
0.70	D	4	28/01/2025	27/04/2025	01/05/2025	42.5	44.03
	20%AFR+20%AGR+20%Z		10:48 a.m.	28/04/2025		43.8	
				09:42 a. m.		45.8	
0.71	D	5	28/01/2025	27/04/2025	01/05/2025	62.8	62.67
	30%AGR+30%AFR+20%Z		11:36 a.m.	28/04/2025		63.8	
				09:42 a. m.		61.4	
0.78	D	6	28/01/2025	27/04/2025	01/05/2025	72.1	73.77
	25%Z+AE		12:54 a.m.	28/04/2025		74.2	
				09:42 a. m.		75.0	
0.79	D	7	28/01/2025	27/04/2025	01/05/2025	72.1	74.10
	20%AFR+20%AGR+25%Z		02:38 p.m.	28/04/2025		74.8	
				09:49 a. m.		75.4	
0.79	D	8	31/01/2025	30/04/2025	04/05/2025	75.6	74.30
	30%AFR+30%AGR+25%Z		03:17 p.m.	01/05/2025		74.8	
				09:05 a. m.		72.5	

Responsable : Ing. Katherine Gabriela Landeo Centeno CIP 235048

Técnico : Ing. Katherine Gabriela Landeo Centeno CIP 235048

Desvío en relación a condiciones específicas : Ninguno



Ing. Katherine G. Landeo Centeno
CIP N° 235048

TECNICO DE LABORATORIO



Ing. Katherine G. Landeo Centeno
CIP N° 235048

PROFESIONAL RESPONSABLE

Anexo J. Certificados de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0428-2024

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

- Expediente** 0034
- Solicitante** INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C.
- Dirección** AV. SAGITARIO MZA. A LOTE. 12 URB. SAN PEDRO LIMA - LIMA - CARABAYLLO
- Instrumento calibrado** **BALANZA ELECTRONICA**
Marca MASTERLEM
Modelo WT150001XEJ
N° de serie 201224058
Identificación LG-12 (*)
Procedencia NO INDICA
Capacidad máxima: 15000 g
División de escala (d) 0,1 g
Div. de verificación (e) 1 g
Capacidad mínima 50 g
Clase de exactitud II
- Fecha de calibración** 2024-11-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

Fecha de Emisión

2024-11-14



Escanee el QR para ver
el certificado de
calibración



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 14/11/2024 14:23:42-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0428-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI

7. Lugar de calibración

Instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C. ubicado en Av. Sagitario Mza. A Lote. 12 Urb. San Pedro Lima - Lima - Carabayllo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,3 °C
Humedad relativa	60 %	61 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	1114-MPES-C-2024
PESATEC	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	1113-MPES-C-2024
PESATEC	Pesa de 10 kg de clase F1	1539-MPES-C-2024

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
 - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
 - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 15000 g la balanza indicaba 15000,7 g)
 - La división de verificación "e", la capacidad mínima y la clase de exactitud ha sido determinado por el fabricante
 - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
 - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 9 °C
 - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento de calibración
 - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
 - El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza. Donde el máximo error de medición es de 0,21 g cercano a la capacidad máxima.
 - El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.
- (*) La identificación se encuentra indicado en una etiqueta adherida a la balanza.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-0428-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,4 °C

	Inicial	Final
Humedad	60,0 %	60,0 %

Carga L1	7 500,01 g	
I	ΔL	E
g	g	g
7 499,8	0,05	-0,21
7 499,9	0,06	-0,12
7 499,7	0,07	-0,33
7 499,8	0,06	-0,22
7 499,8	0,05	-0,21
7 499,7	0,05	-0,31
7 499,9	0,07	-0,13
7 499,9	0,06	-0,12
7 499,7	0,07	-0,33
7 499,8	0,06	-0,22
Dif Máx. Encontrada		0,21
EMP		2,0

Carga L2	15 000,02 g	
I	ΔL	E
g	g	g
14 999,1	0,06	-0,93
14 999,1	0,07	-0,94
14 999,3	0,06	-0,73
14 999,0	0,06	-1,03
14 999,1	0,07	-0,94
14 999,0	0,05	-1,02
14 999,2	0,06	-0,83
14 999,0	0,05	-1,02
14 999,3	0,06	-0,73
14 999,2	0,07	-0,84
Dif Máx. Encontrada		0,30
EMP		2,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C

	Inicial	Final
Humedad	60,0 %	60,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	Ec g
1	10,00	10,0	0,07	-0,02	5 000,01	4 999,9	0,08	-0,14	-0,12
2		10,0	0,07	-0,02		4 999,7	0,07	-0,33	-0,31
3		10,0	0,07	-0,02		4 999,9	0,07	-0,13	-0,11
4		10,0	0,07	-0,02		5 000,2	0,08	0,16	0,18
5		10,0	0,08	-0,03		4 999,8	0,06	-0,22	-0,19
Error máximo permitido (±)						1,0			

Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0428-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	24,3 °C	24,3 °C	Humedad	60,0 %	61,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E ₀	10,00	10,0	0,08	-0,03					
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,02	50,5	0,08	0,47	0,50	1,0
1 000,00	999,9	0,07	-0,12	-0,09	1 000,6	0,08	0,57	0,60	1,0
2 000,00	1 999,9	0,07	-0,12	-0,09	2 000,6	0,07	0,58	0,61	1,0
3 000,00	2 999,9	0,05	-0,10	-0,07	3 000,6	0,08	0,57	0,60	1,0
4 000,00	4 000,0	0,07	-0,02	0,01	4 000,6	0,10	0,55	0,58	1,0
5 000,01	4 999,8	0,08	-0,24	-0,21	5 000,5	0,09	0,45	0,48	1,0
7 000,01	6 999,8	0,07	-0,23	-0,20	7 000,6	0,09	0,55	0,58	2,0
9 000,01	8 999,8	0,08	-0,24	-0,21	9 000,4	0,08	0,36	0,39	2,0
12 000,02	11 999,9	0,06	-0,13	-0,10	12 000,6	0,09	0,54	0,57	2,0
15 000,02	14 999,2	0,09	-0,86	-0,83	14 999,2	0,09	-0,86	-0,83	2,0

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,066 \text{ g}^2 + 0,0000000012 \times R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000028 \times R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0429-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

- Expediente** 0034
- Solicitante** INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C.
- Dirección** AV. SAGITARIO MZA. A LOTE. 12 URB. SAN PEDRO LIMA - LIMA - CARABAYLLO
- Instrumento calibrado** **BALANZA ELECTRÓNICA**
Marca WANT
Modelo WT6002G
N° de serie 150921008
Identificación LG-04 (*)
Procedencia NO INDICA
Capacidad máxima: 600 g
División de escala (d) 0,01 g
Div. de verificación (e) 0,01 g
Capacidad mínima 0,5 g
Clase de exactitud II
- Fecha de calibración** 2024-11-04

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

Fecha de Emisión

2024-11-14



Escanee el QR para ver
el certificado de
calibración



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 14/11/2024 14:23:42-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0429-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI

7. Lugar de calibración

Instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C. ubicado en Av. Sagitario Mza. A Lote. 12 Urb. San Pedro Lima - Lima - Carabayllo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,8 °C
Humedad relativa	74 %	71 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	1114-MPES-C-2024

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 600 g la balanza indicaba 599,95 g)
- La división de verificación "e", la capacidad mínima y la clase de exactitud ha sido determinado por el fabricante
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 9 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a $0,00001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ según el procedimiento de calibración
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza. Donde el máximo error de medición es de -0,071 g cercano a la capacidad máxima.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.
- (*) La identificación se encuentra indicado en una etiqueta adherida a la balanza.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-0429-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C

	Inicial	Final
Humedad	74,0 %	74,0 %

Carga L1	300,000 g	
I	ΔL	E
g	g	g
300,00	0,010	-0,005
300,00	0,011	-0,006
300,00	0,010	-0,005
300,00	0,011	-0,006
300,00	0,012	-0,007
300,00	0,011	-0,006
300,00	0,010	-0,005
300,00	0,012	-0,007
300,00	0,013	-0,008
300,00	0,012	-0,007
Dif Máx. Encontrada		0,003
EMP		0,03

Carga L2	600,001 g	
I	ΔL	E
g	g	g
600,00	0,011	-0,007
600,00	0,011	-0,007
600,00	0,012	-0,008
600,00	0,012	-0,008
600,00	0,012	-0,008
600,00	0,010	-0,006
600,00	0,011	-0,007
600,00	0,010	-0,006
600,00	0,009	-0,005
600,00	0,009	-0,005
Dif Máx. Encontrada		0,003
EMP		0,03

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C

	Inicial	Final
Humedad	74,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	Ec g
1	0,100	0,10	0,010	-0,005	200,000	200,00	0,009	-0,004	0,001
2		0,10	0,011	-0,006		199,99	0,009	-0,014	-0,008
3		0,10	0,011	-0,006		200,00	0,010	-0,005	0,001
4		0,10	0,011	-0,006		200,00	0,008	-0,003	0,003
5		0,10	0,010	-0,005		200,00	0,009	-0,004	0,001
Error máximo permitido (±)						0,02			

Revisión 00

RT03-F01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-0429-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	21,8 °C	Humedad	73,0 %	71,0 %

	Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
		I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E ₀	0,100	0,10	0,010	-0,005						
	0,500	0,50	0,010	-0,005	0,000	0,49	0,012	-0,017	-0,012	0,01
	50,000	50,00	0,011	-0,006	-0,001	49,99	0,011	-0,016	-0,011	0,01
	100,000	100,00	0,009	-0,004	0,001	99,99	0,012	-0,017	-0,012	0,02
	150,000	150,00	0,009	-0,004	0,001	149,99	0,013	-0,018	-0,013	0,02
	200,000	200,00	0,009	-0,004	0,001	199,99	0,012	-0,017	-0,012	0,02
	250,000	250,00	0,012	-0,007	-0,002	249,98	0,011	-0,026	-0,021	0,03
	300,000	299,99	0,008	-0,013	-0,008	299,98	0,012	-0,027	-0,022	0,03
	400,001	399,99	0,009	-0,015	-0,010	399,98	0,012	-0,028	-0,023	0,03
	500,001	499,98	0,001	-0,017	-0,012	499,98	0,012	-0,028	-0,023	0,03
	600,001	599,98	0,013	-0,029	-0,024	599,98	0,013	-0,029	-0,024	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00012 \text{ g}^2 + 0,0000000041 \times R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000017 \times R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0034
2. Solicitante: INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección: AV. SAGITARIO MZA. A LOTE. 12 URB. SAN PEDRO
LIMA - LIMA - CARABAYLLO
4. Equipo: HORNO DE SECADO
- Marca: PERUTEST
- Modelo: PT-H76
- N° de serie: 0137
- Procedencia: PERÚ
- Identificación: NO INDICA
- Ubicación: LABORATORIO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. Fecha de calibración 2024-12-30

Fecha de Emisión

2025-01-04



Escanee el QR para ver el certificado de calibración



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04/01/2025 11:51:43-0500



Jefe del Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-0103-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C. ubicado en Av. Sagitario Mza. A lote. 12 Urb. San Pedro Lima - lima - Carabayllo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,9 °C	27,4 °C
Humedad relativa	58 %	58 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 220 VAC
- La carga para la medición fue de 20 % y consistió de 5 recipientes con muestra

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 27,1 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 4 horas
El controlador se seteo en 110

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	105,7	107,5	106,9	106,4	106,5	108,2	108,7	108,1	112,1	113,0	108,3	7,3
02	110,0	105,8	107,5	106,9	106,3	106,5	108,1	108,5	107,9	111,9	113,0	108,3	7,2
04	110,0	106,0	107,7	107,1	106,5	106,6	108,3	108,6	108,0	112,4	113,4	108,5	7,4
06	110,0	105,8	107,7	107,1	106,6	106,7	108,3	109,0	108,2	112,4	113,3	108,5	7,5
08	110,0	105,8	107,6	107,0	106,3	106,5	108,3	108,5	108,1	112,3	113,2	108,4	7,4
10	110,0	105,9	107,6	107,1	106,4	106,6	108,3	108,7	108,2	112,6	113,6	108,5	7,7
12	110,0	106,2	107,9	107,3	106,6	106,8	108,5	109,0	108,3	112,9	113,8	108,7	7,6
14	110,0	106,0	107,7	107,0	106,4	106,6	108,3	108,6	108,2	112,4	113,3	108,5	7,3
16	110,0	105,8	107,5	106,9	106,2	106,4	108,1	108,3	108,0	112,3	113,1	108,3	7,3
18	110,0	106,0	107,8	107,2	106,5	106,7	108,3	108,7	108,2	112,2	113,7	108,5	7,7
20	110,0	106,1	107,9	107,2	106,5	106,7	108,4	108,7	108,0	112,6	113,5	108,6	7,4
22	110,0	105,9	107,6	106,9	106,3	106,4	108,1	108,2	107,9	112,3	112,9	108,3	7,0
24	110,0	105,8	107,6	107,0	106,3	106,5	108,1	108,5	107,9	112,4	113,3	108,4	7,5
26	110,0	106,0	107,8	107,2	106,5	106,7	108,4	108,8	108,0	112,8	113,7	108,6	7,7
28	110,1	105,9	107,6	107,0	106,4	106,5	108,1	108,5	107,9	112,4	113,1	108,4	7,2
30	110,1	105,6	107,5	106,9	106,2	106,4	108,0	108,6	107,8	112,2	113,2	108,3	7,6
32	110,0	105,9	107,7	107,1	106,5	106,6	108,2	108,6	108,1	112,5	113,5	108,5	7,6
34	110,0	105,8	107,6	107,0	106,4	106,5	108,2	108,7	108,0	112,1	113,4	108,4	7,6
36	110,1	105,7	107,6	107,0	106,3	106,5	108,1	108,7	108,0	111,9	113,0	108,3	7,3
38	110,1	105,8	107,6	107,0	106,3	106,4	108,2	108,4	107,9	112,1	113,0	108,3	7,2
40	110,1	105,9	107,7	107,1	106,5	106,7	108,3	108,7	108,1	112,5	113,5	108,5	7,6
42	110,0	106,1	107,7	107,1	106,5	106,7	108,3	108,7	108,2	112,9	113,6	108,6	7,5
44	110,0	105,8	107,6	107,0	106,4	106,5	108,2	108,5	107,9	112,5	113,0	108,4	7,2
46	110,0	106,0	107,7	107,0	106,5	106,6	108,3	108,6	108,1	112,3	113,4	108,5	7,4
48	110,1	105,9	107,8	107,2	106,6	106,7	108,4	108,9	108,1	112,4	113,3	108,5	7,4
50	109,9	105,8	107,6	107,0	106,4	106,6	108,2	108,7	108,1	111,9	113,1	108,4	7,3
52	109,9	105,9	107,6	107,1	106,4	106,6	108,3	108,7	108,1	112,3	113,3	108,4	7,4
54	109,9	105,9	107,8	107,1	106,5	106,7	108,4	109,0	108,2	112,3	113,7	108,6	7,8
56	110,0	105,9	107,7	107,1	106,5	106,6	108,2	108,8	108,2	112,4	113,3	108,5	7,4
58	110,0	105,7	107,6	107,0	106,3	106,6	108,2	108,7	108,2	112,3	113,1	108,4	7,4
60	110,1	105,8	107,6	107,0	106,3	106,6	108,3	108,5	108,1	112,3	113,2	108,4	7,4
T. PROM		105,8	107,7	107,1	106,5	106,6	108,3	108,7	108,1	112,4	113,3	108,4	
Temp. máxima		106,2	107,9	107,3	106,6	106,8	108,5	109,0	108,3	112,9	113,8		
Temp. mínima		105,6	107,5	106,9	106,2	106,4	108,0	108,2	107,8	111,9	112,9		
DTT		0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,8	0,5	1,0	0,9		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	113,8	0,3
Mínima Temperatura medida	105,6	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,0	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,5	0,4
Estabilidad medida	0,50	0,05
Uniformidad medida	7,8	0,4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{MAX} : Temperatura máxima.
T_{MIN} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su **"desviación de temperatura en el tiempo"** DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

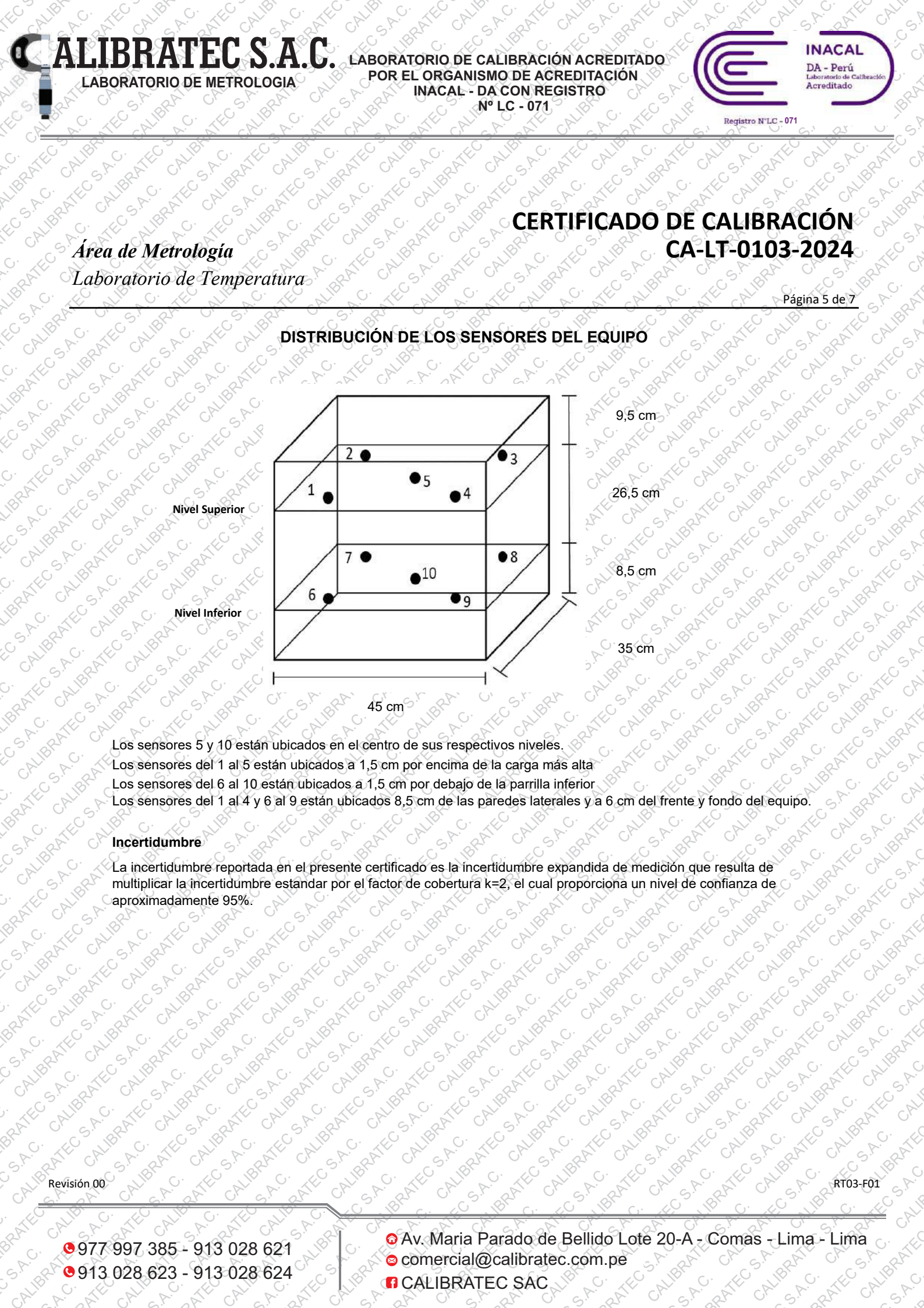
Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo
CUMPLE con los límites especificados de temperatura

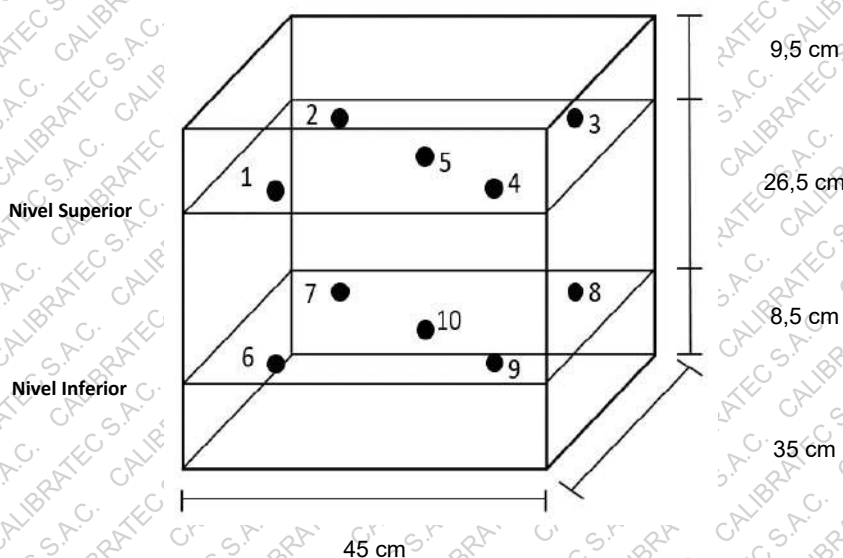


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 8,5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO
N° LC - 071



INACAL

DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

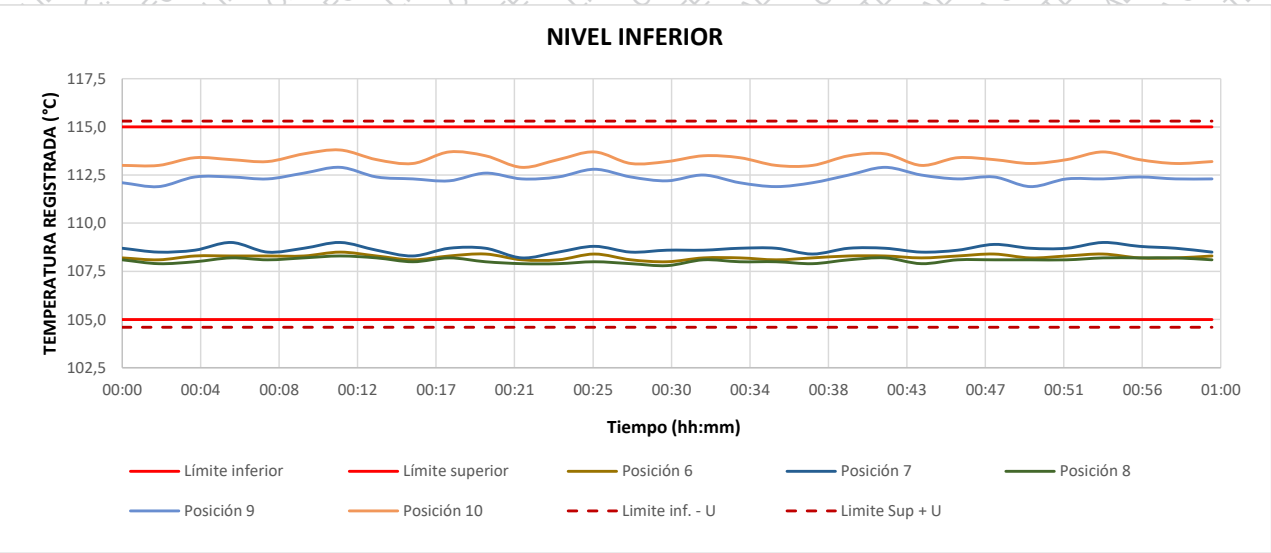
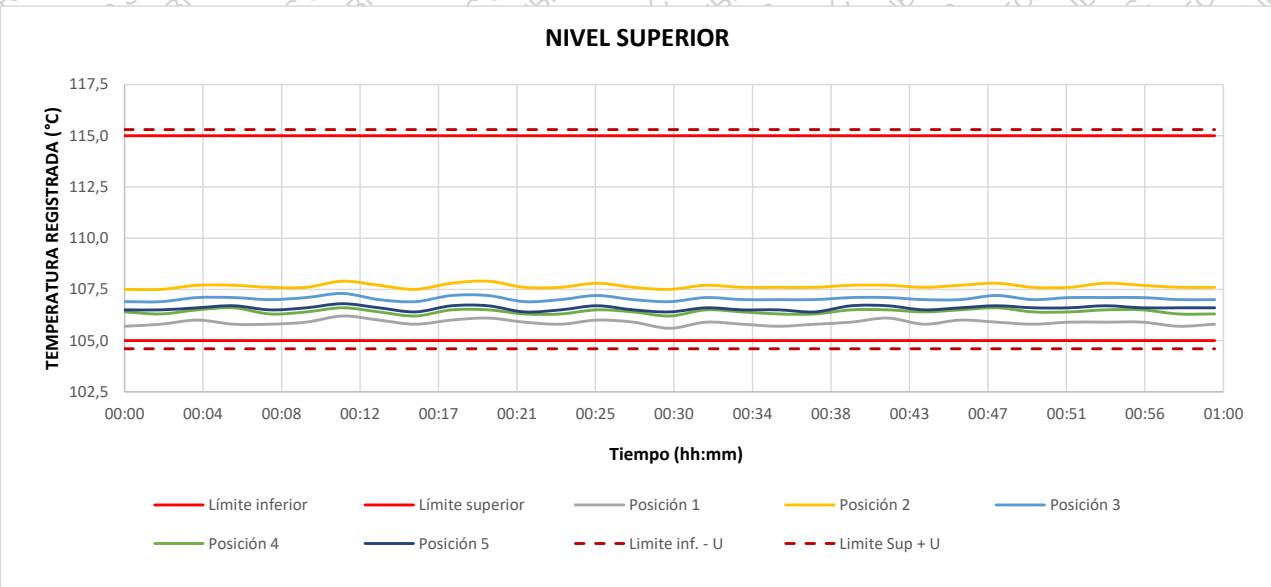
Registro N° LC - 071

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Maria Parado de Bellido Lote 20-A - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-0103-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-00655-007 R0

Page / Pág. 1 de 4

Equipo
Instrument MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN

Fabricante
Manufacturer ELE INTERNATIONAL

Modelo
Model 36-0690/06

Número de Serie
Serial Number 1939-1-10045

Identificación Interna
Internal Identification LEM-112

Capacidad Máxima
Maximum Capacity 1000 kN

Solicitante
Customer INGEOCONTROL S.A.C.

Dirección
Address Av. Sagitario Mz. A Lote 12, Urb. San Pedro V etapa,
Carabayillo

Ciudad
City Lima

Fecha de Calibración
Date of calibration 2024 - 11 - 11

Fecha de Emisión
Date of issue 2024 - 11 - 28

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 04

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

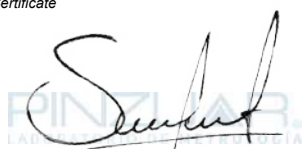
The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Br. Félix Jaramillo Castillo
Metrologo Laboratorio de Metrología



F-00655-007 R0

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,001 kN
Apreciación	0,001 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	0,2 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1, 2 y 3}	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ Ascendente		Indicación q	Repetibilidad b
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	200,000	206,061	205,279	205,111	205,483 4	-2,67	0,449
100,0	1000,000	993,309	991,764	992,734	992,602 3	0,75	0,157

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3}
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S _{2'} No Aplica	S ₃ Ascendente	S ₄ No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	200,000	199,479	199,046	----	199,232	----	199,252 5
30,0	300,000	299,711	299,184	----	299,053	----	299,316 2
40,0	400,000	400,023	399,566	----	399,657	----	399,748 7
50,0	500,000	499,876	499,069	----	499,420	----	499,454 7
60,0	600,000	598,833	599,845	----	598,823	----	599,167 1
70,0	700,000	698,883	698,087	----	698,092	----	698,353 7
80,0	800,000	800,738	799,136	----	800,357	----	800,076 9
90,0	900,000	900,971	900,076	----	900,161	----	900,402 4
99,8	998,000	998,479	997,309	----	997,879	----	997,889 3

Tabla 3.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

F-00655-007 R0

Page / Pág. 3 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Error Relativo de ...			Resolución Relativa <i>a</i> %	Incertidumbre Expandida		<i>k</i> $p = 95\%$ -----
		Indicación <i>q</i> %	Repetibilidad <i>b</i> %	Reversibilidad <i>v</i> %		<i>U</i> kN	%	
≈ %	kN							
20,0	200,000	0,38	0,218	-----	0,001	0,43	0,21	2,52
30,0	300,000	0,23	0,220	-----	0,000	0,69	0,23	2,87
40,0	400,000	0,06	0,114	-----	0,000	0,49	0,12	2,25
50,0	500,000	0,11	0,162	-----	0,000	0,81	0,16	2,65
60,0	600,000	0,14	0,171	-----	0,000	1,2	0,20	2,87
70,0	700,000	0,24	0,114	-----	0,000	0,91	0,13	2,37
80,0	800,000	-0,01	0,200	-----	0,000	1,7	0,21	2,87
90,0	900,000	-0,04	0,099	-----	0,000	1,0	0,11	2,23
99,8	998,000	0,01	0,117	-----	0,000	1,2	0,12	2,32

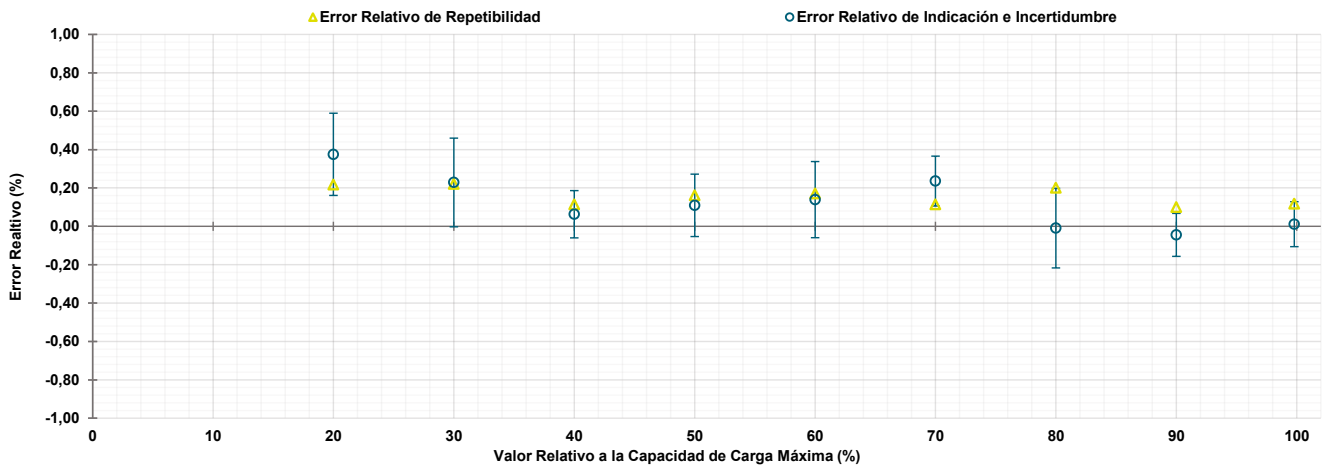


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-9,736 040 E-01	1,002 979 E00	-7,903 481 E-06	6,183 408 E-09

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO GEOTECNICO de la empresa INGEOCONTROL S.A.C. ubicada en Lima. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 28,9 °C
Humedad Relativa Máxima: 59 % hr

Temperatura Ambiente Mínima: 26,5 °C
Humedad Relativa Mínima: 54 % hr

F-00655-007 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	C8S	930040	0.5	6753 del INM de Colombia	2025-06

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-00655-007**

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R14.2

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-00656-001 R0

Page / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PIE DE REY
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE
Modelo <i>Model</i>	1112-150
Número de Serie <i>Serial Number</i>	2508211720
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LEM-131
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 150 mm
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOCONTROL S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	Av. Sagitario Mz. A Lote 12, Urb. San Pedro V etapa, Carabaylo
Ciudad <i>City</i>	Lima
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2024 - 11 - 20
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2024 - 11 - 26

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado (Certificado firmado digitalmente)

Signatures Authorizing the Certificate (Digitally signed certificate)


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Felix Amadeo Jaramillo Castillo
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente.

LM-PC-23-F-01 R11.0



DATOS TÉCNICOS

Tipo de Medición	Exteriores, Interiores y Profundidad
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	Procedimiento DI-008 para la calibración de pies de rey del Centro de Metrología Español
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 mm

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k (p≈95,45%)
0 mm a...	mm	μm	μm	
15	15,000	0	11	2,00
30	30,000	0	11	2,00
45	45,000	0	11	2,00
60	60,000	0	11	2,00
75	75,000	0	11	2,00
90	90,000	0	11	2,00
105	105,000	0	11	2,00
120	120,000	0	11	2,00
135	135,000	0	11	2,00
150	150,000	0	12	2,00



Figura 1. Error vs. valor nominal para la medición de exteriores

Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k (p≈95,45%)
0 mm a...	mm	μm	± μm	
60	59,997	-3	11	2,00
90	90,000	0	11	2,00



Figura 2. Error vs. valor nominal para la medición de interiores.

Tabla 3. Resultados para Medición de Profundidad

Valor Nominal	Promedio	Error	Incertidumbre Expandida	k (p≈95,45%)
0 mm a...	mm	μm	± μm	
60	59,993	-6,7	6,0	2,01
90	89,997	-3,3	6,3	2,01

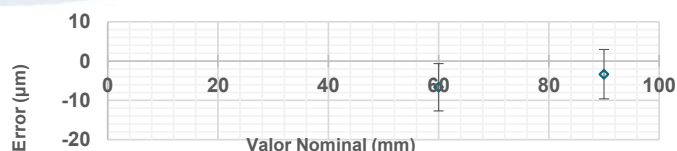


Figura 3. Error vs. valor nominal para la medición de profundidad

LM-PC-23-F-01 R11.0

L-00656-001 R0

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima: 20,4 °C
Temperatura Mínima: 20,0 °C

Humedad Relativa Máxima: 55 %
Humedad Relativa Mínima: 51 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura, k , y la probabilidad de cobertura, la cual es aproximada al 95%. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión que se mencionan a continuación, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración	Fecha de calibración
Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas	INSIZE	LLA-C-004-2024 de Inacal	2024-01-19

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Tanto el intervalo como los valores de longitud para la ejecución de la calibración reportados en el presente certificado fueron acordados con el cliente.
- Se adjunta la etiqueta de calibración No. **L-00656-001**

Fin de Certificado