

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo con  
el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Bach. Avalos Ilario, Yonhson Christopper

Bach. Vilcherres Reyna, Jorge Luis

**ASESORA:**

**Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocío**

**DNI 33264434**

**ORCID 0000-0003-3336-4786**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo con  
el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla**

**ASESORA**

**DNI 33264434**

**ORCID 0000-0003-3336-4786**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

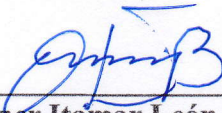
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo con  
el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote**  
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Abner Itamar León Bobadilla**  
**Presidente**  
DNI 32942184  
ORCID 0000-0003-2949-6591

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández**  
**Secretaria**  
DNI 32948890  
ORCID 0000-0001-5316-5720

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla**  
**Integrante**  
DNI 33264434  
ORCID 0000-0003-3336-4786

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

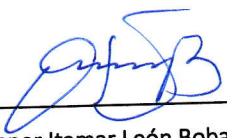
A los 20 días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 437-2024-UNS-CFI, con fecha 18.07.2024, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández (Secretaria), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 720-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32 GEL PARA CHIMBOTE", presentado por los Bachilleres: AVALOS ILARIO YONHSON CHRISTOPPER con cód. N° 0201313004 y VILCHERRES REYNA JORGE LUIS con cód. 0201313035, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 278 -2022-UNS-FI, de fecha 24.05.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
AVALOS ILARIO YONHSON CHRISTOPPER	17	Bueno

Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 20 de noviembre de 2024.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández  
Secretaria

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**  
**- EPIC -**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

A los 20 días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 437-2024-UNS-CFI, con fecha 18.07.2024, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández (Secretaria), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 720-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32 GEL PARA CHIMBOTE", presentado por los Bachilleres: AVALOS ILARIO YONHSON CHRISTOPPER con cód. N° 0201313004 y VILCHERRES REYNA JORGE LUIS con cód. 0201313035, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 278 -2022-UNS-FI, de fecha 24.05.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VILCHERRES REYNA JORGE LUIS	17	Bueno

Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 20 de noviembre de 2024.

Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández  
Secretaria

Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla  
Integrante

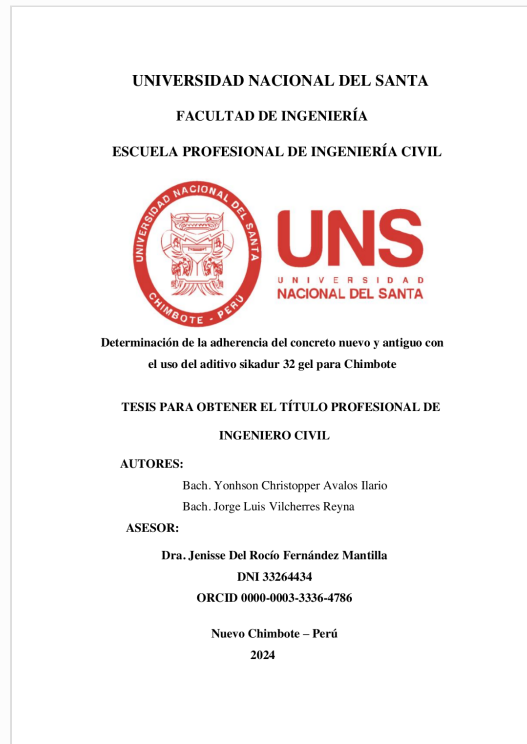


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: YONHSON CHRISTOPPER AVALOS ILARIO  
Título del ejercicio: proyecto de tesis 2024  
Título de la entrega: Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo...  
Nombre del archivo: tigo\_con\_el\_uso\_del\_aditivo\_sikadur\_32\_gel\_para\_Chimbote...  
Tamaño del archivo: 12.28M  
Total páginas: 145  
Total de palabras: 24,768  
Total de caracteres: 135,176  
Fecha de entrega: 22-nov.-2024 12:05a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2412349976



# Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la posibilidad de vivir y guiarme en este largo camino lleno de retos, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente. Por permitirme llegar a obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, Walter y Nancy, que son un regalo de Dios aun presentes en este camino de la vida, al sacrificio y consejos de cada día que me ayudan a ser mejor persona.

A mi Abuela María que, desde el cielo, guía mis pasos y aún está presente en cada escalón de superación de mi vida, que este trabajo sea una ofrenda a sus buenos consejos que me hizo llegar en cada instante vividos.

A mis hermanos, Cristina, Jenny y Edward por hacerme sentir una persona muy afortunada con cada momento compartidos y siempre motivarme a crecer profesionalmente. Familiares y amigos por su apoyo incondicional en este arduo camino.

**Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario**



## DEDICATORIA

El trabajo actual trabajo lo dedico a mi abuelo Juan, quien fue el primero en enseñarme algunas nociones básicas de la lectura de planos y quien generó en mí el interés por la Ingeniería Civil.

A mis padres, Jorge y Rosa, un regalo invaluable que la vida me dio, que ni en el mejor de mis sueños me hubiera podido imaginar mejores padres.

A mis hermanos, Mindi y Carlos, por hacerme sentir afortunado de tenerlos en mi vida, y por brindarme su apoyo en todo momento.

A mis familiares y amigos, por su apoyo incondicional en este arduo camino, por compartir conmigo momentos de alegrías, tristezas y demostrarme que siempre podré contar con ellos.

**Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna**

## AGRADECIMIENTO

Manifestamos nuestra más sincera gratitud a Dios, quien nos colma continuamente de bendiciones, nos acompaña y guía a lo largo de nuestras vidas. Nos otorga la sabiduría y la paciencia indispensables para alcanzar con éxito nuestros objetivos propuestos.

Gracias a nuestros padres y hermanos, y a quienes participaron en este trabajo, nos han brindado el apoyo suficiente para que no fallemos en todas las situaciones aparentemente complicadas e imposibles.

Expresamos nuestra gratitud a nuestra asesora por su orientación y apoyo, que fueron esenciales para terminar este trabajo. Además, expresamos nuestra gratitud a los ingenieros de la Facultad, quienes nos inspiraron a convertirnos en talentos y profesionales de la Universidad Nacional Santa gracias a su conocimiento, sabiduría y apoyo.

## LOS TESISISTAS

## Índice general

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice general.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Anexos .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>Capítulo I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Descripción del problema.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.1. Problema general .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.2. Problemas específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3. Objetivos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.1. Objetivo general .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4. Formulación de la hipótesis.....</b>	<b>22</b>
<b>1.5. Justificación e Importancia .....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>

<b>2.1. Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. Marco conceptual.....</b>	<b>34</b>
2.2.1. Adherencia del concreto nuevo y concreto viejo.....	34
2.2.1.1. Propiedad mecánica.....	37
2.2.1.2. Tipo de fractura .....	38
2.2.2. Adherente Sikadur-32 .....	42
2.2.2.1. Dosificación . .....	43
2.2.2.2. Tiempo de Aplicación .....	43
2.2.2.3. Resistencia a la Adherencia .....	43
2.2.3. Lechada de Cemento .....	44
2.2.3.1. Dosificación . .....	45
2.2.3.2. Tiempo de Aplicación .....	45
2.2.3.3. Resistencia a la Adherencia .....	45
<b>2.3. Marco Normativo .....</b>	<b>46</b>
<b>Capítulo III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Enfoque de la investigación.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2. Diseño de investigación.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3. Población y Muestra.....</b>	<b>54</b>
<b>3.4. Operacionalización o Categorización de las Variables.....</b>	<b>56</b>
3.4.1. Variable independiente .....	56

3.4.2. Variable dependiente .....	56
3.4.3. Matriz de consistencia .....	57
3.4.4. Operacionalización de variables .....	58
<b>3.5. Técnica e Instrumento de recolección de datos .....</b>	<b>59</b>
3.5.1. Procedimientos .....	59
<b>3.6. Técnicas de análisis de resultados .....</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Análisis e interpretación de resultados.....</b>	<b>65</b>
4.1.1 Determinación de la relación A/C del concreto de $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> de acuerdo con el método ACI 211 y a la norma E.060.....	65
4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días. ....	66
4.1.3 Determinación la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882.....	70
4.1.4 Prueba de la hipótesis.....	80
<b>4.2 Discusión .....</b>	<b>82</b>
<b>Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>5.1 Conclusiones.....</b>	<b>86</b>
<b>5.2 Recomendaciones .....</b>	<b>88</b>
<b>Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>

---

**Capítulo VII: ANEXOS .....97**

## Índice de tablas

Tabla 1.Ficha Técnica Sikadur®-32 Gel .....	42
Tabla 2.Muestra de la investigación .....	56
Tabla 3.Matriz de consistencia de la investigación .....	57
Tabla 4.Matriz de operacionalización de variables de la investigación.....	58
Tabla 5 Proporción en peso del diseño de mezcla del concreto .....	65
Tabla 6.Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 7 días.....	66
Tabla 7.Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 14 días.....	66
Tabla 8 .Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 28 días.....	67
Tabla 9.Resistencia a la compresión de la muestra patrón - 100 días.....	68
Tabla 10 .Parámetros estadísticos de Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 28 días .....	69
Tabla 11 Resistencia a la adherencia de distintas relaciones A/C-lechada de cemento .....	71
Tabla 12 .Resistencia a la adherencia de la muestra con Sikadur-32 .....	73
Tabla 13.Identificación de fallas en la muestra con Sikadur-32.....	74
Tabla 14 Parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia en las muestras con Sikadur- 32.....	75
Tabla 15 Resistencia a la adherencia de la muestra con lechada de cemento-A/C:040 .....	76
Tabla 16.Identificación de fallas en la muestra con lechada de cemento A/C : 0.40 .....	77
Tabla 17.Parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia en las muestras con lechada de cemento A/C : 0.40 .....	78
Tabla 18 .Probabilidad de ocurrencia de la resistencia a la adherencia de las muestras con Sikadur-32.....	80
Tabla 19.Probabilidad de ocurrencia de la resistencia a la adherencia de las muestras con lechada de cemento A/C: 0.40 .....	80

## Índice de figuras

Figura 1. Slant Shear Test.....	36
Figura 2. Falla Tipo Cónica .....	39
Figura 3. Falla Tipo Cónica y hendidura .....	39
Figura 4. Falla Tipo Cónica y corte .....	40
Figura 5. Falla Tipo Corte.....	41
Figura 6. Falla Tipo columnar .....	41
Figura 7. Curva de distribución normal de la muestra patrón.....	70
Figura 8. Resistencia a la adherencia promedio de distintas relaciones A/C-lechada de cemento. ....	72
Figura 9. Curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras con Sikadur-32.....	76
Figura 10. Curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras con lechada de cemento A/C : 0.40 .....	78
Figura 11. Cuarteo del agregado fino .....	138
Figura 12. Cuarteo del agregado grueso .....	138
Figura 13. Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino. ....	139
Figura 14. Pesado de muestra del agregado grueso para determinar el peso unitario. ....	139
Figura 15. Colocación de muestras de agregado grueso y agregado fino para determinar el contenido de humedad. ....	140
Figura 16. Análisis granulométrico del agregado grueso. ....	140
Figura 17. Ensayo para determinar el peso específico del agregado fino.....	141
Figura 18. Ensayo para determinar la absorción del agregado fino.....	141
Figura 19. Secado superficial del agregado grueso para determinar su absorción .....	142
Figura 20. Desencofrado de los testigos de concreto.....	142



---

Figura 21. Curado de las testigos de concreto – muestra patrón .....	143
Figura 22. Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón. ....	143
Figura 23. Preparación de la muestra para el ensayo de adherencia de la muestra patrón ..	144
Figura 24. Aplicación de lechada de cemento para el ensayo de adherencia. ....	144
Figura 25. Resistencia a la adherencia de la muestra con Sikadur. ....	145
Figura 26. Resistencia a la adherencia de la muestra con lechada de cemento A/C : 0.40 ..	145

## Índice de Anexos

Anexo 1 - Ensayo de los agregados.....	97
Anexo 2 - Diseño de mezcla Fc: 210 Kg/cm <sup>2</sup> .....	103
Anexo 3 – Resistencia a la compresión -Muestra patrón.....	106
Anexo 4 – Resistencia a la adherencia -Muestra con lechada de cemento y sikadur.....	112
Anexo 5 – Certificado de calibración.....	117
Anexo 6 – Panel fotográfico.....	138

## RESUMEN

La finalidad primordial de este estudio fue determinar la adherencia entre concreto nuevo y antiguo utilizando el aditivo Sikadur 32 Gel en Chimbote. Se realizó un estudio cuantitativo cuasiexperimental, donde se diseñó una mezcla de concreto con una resistencia característica ( $f_c$ ) de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y se evaluaron sus características mecánicas a los 7, 14, 28 y 100 días. Además, se determinó la resistencia de adherencia usando Sikadur 32 Gel y lechada de cemento, conforme a la norma ASTM C 882. La mezcla óptima diseñada para alcanzar una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  consistió en una proporción de 1 parte de cemento, 2.12 partes de arena, y 2.61 partes de piedra, utilizando 23.73 litros de agua por cada saco de cemento. Los hallazgos revelaron que la resistencia inicial del concreto fue de  $235.55 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días, excediendo el  $F_c$  deseado, lo que favoreció un rápido avance en las primeras fases de la construcción. A los 14 días, la resistencia aumentó a  $327.65 \text{ kg/cm}^2$ , y luego disminuyó ligeramente a  $302.90 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, probablemente debido a factores de curado o condiciones ambientales. Finalmente, a los 100 días, se logró una resistencia de  $378.29 \text{ kg/cm}^2$ , indicativo de una ganancia de resistencia a largo plazo. La comparación de la adherencia reveló que la lechada de cemento mostró una resistencia promedio superior a la del aditivo Sikadur 32 Gel. Específicamente, la lechada de cemento fue aproximadamente un 10.06% más resistente que el Sikadur 32 Gel bajo las condiciones especificadas por la norma ASTM C 882.

**Palabras claves:** Adherencia, Resistencia, Sikadur.

## ABSTRACT

The primary purpose of this study was to determine the adhesion between new and old concrete using the additive Sikadur 32 Gel in Chimbote. A quasi-experimental quantitative study was carried out, where a concrete mixture was designed with a characteristic resistance ( $f'_c$ ) of 210 kg/cm<sup>2</sup> and its mechanical characteristics were evaluated at 7, 14, 28 and 100 days. In addition, the adhesion resistance using Sikadur 32 Gel and cement milk is considered, in accordance with ASTM C 882. The optimal mixture designed to achieve a resistance of 210 kg/cm<sup>2</sup> consisted of a proportion of 1 part of cement, 2, 12 parts. of sand, and 2.61 parts of stone, using 23.73 liters of water for each bag of cement. The findings revealed that the initial strength of the concrete was 235.55 kg/cm<sup>2</sup> at 7 days, exceeding the desired  $F_c$ , which favored rapid progress in the early phases of construction. At 14 days, the strength increased to 327.65 kg/cm<sup>2</sup>, and then decreased slightly to 302.90 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, probably due to curing factors or environmental conditions. Finally, at 100 days, a resistance of 378.29 kg/cm<sup>2</sup> was achieved, indicative of a long-term resistance gain. Comparison of adhesion revealed that the cement slurry showed a higher average strength than that of the Sikadur 32 Gel additive. Specifically, the cement slurry was approximately 10.06% stronger than Sikadur 32 Gel under the conditions specified by ASTM C 882.

**Keywords:** Adhesion, Resistance, Sikadur.



# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN

## Capítulo I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del problema

A nivel internacional, la adherencia entre concreto nuevo y viejo es un desafío significativo en la ingeniería civil. Los problemas más comunes incluyen la incompatibilidad entre las superficies de concreto nuevo y viejo, la presencia de juntas frías que pueden comprometer la integridad estructural y la variabilidad en la eficacia de los diferentes agentes adherentes (León, 2021).

La falta de cohesión adecuada entre el concreto fresco y el concreto endurecido es un problema común en la ingeniería civil y puede resultar en fallos estructurales prematuros, reducción de la vida útil de las estructuras y mayores costos de mantenimiento. Este problema es especialmente crítico en regiones con alta actividad sísmica, donde la resistencia y la integridad de las uniones de concreto son vitales para la seguridad de las edificaciones (León, 2021). La preparación adecuada de la superficie del concreto viejo es crucial para asegurar una unión robusta. Esto incluye la limpieza, el tratamiento con productos de adherencia y la creación de una superficie texturizada. Sin embargo, la inconsistencia en la implementación de estos procesos a nivel mundial puede resultar en un desempeño deficiente de la estructura reparada. A pesar de los avances en materiales de construcción y técnicas de reparación, la investigación sobre la adherencia entre concreto nuevo y viejo aún enfrenta limitaciones. Se necesita una mayor inversión en estudios que aborden la interacción a largo plazo entre los materiales y la implementación de tecnologías innovadoras que mejoren la adherencia y la compatibilidad (Akin y Orhan, 2023).

En Perú, los problemas relacionados con la adherencia entre concreto nuevo y viejo se agravan debido a la frecuencia de construcciones por etapas, motivadas por razones económicas y sociales. Esto resulta en la formación de juntas frías y discontinuidades que pueden comprometer la integridad estructural.

Chalán González y Sánchez Marca (2022) identificaron que la preparación inadecuada de superficies y la variabilidad en la calidad de los epóxicos disponibles en el mercado son factores que contribuyen significativamente a la mala adherencia. Además, la falta de estándares claros y prácticas inconsistentes en la aplicación de estos productos complica aún más el problema. Valdez (2016) encontró que la falta de una adherencia adecuada puede llevar a una reducción significativa en la resistencia estructural y la durabilidad, especialmente en áreas que experimentan cargas dinámicas y condiciones ambientales adversas. El uso de materiales adherentes como Sikadur 32 Gel ha sido efectivo en algunos casos, pero sigue existiendo una variabilidad en los resultados dependiendo de las condiciones específicas de la aplicación.

En Chimbote, la problemática de la adherencia entre concreto nuevo y viejo se ve agravada por las condiciones climáticas adversas, como la alta humedad y la salinidad, que afectan las propiedades de las superficies de concreto. Curi (2018) encontró que muchas reparaciones y ampliaciones fallan prematuramente debido a una preparación superficial deficiente y la selección inadecuada de agentes adherentes. Además, la falta de capacitación adecuada para los trabajadores en la correcta aplicación de epóxicos como Sikadur 32 Gel ha resultado en un rendimiento inconsistente y una mayor vulnerabilidad estructural. Las causas principales de los problemas de adherencia entre concreto nuevo y viejo incluyen diferencias en las propiedades físicas y químicas, la presencia de contaminantes, la preparación inadecuada de superficies y la aplicación incorrecta de adhesivos. La incompatibilidad entre los materiales nuevos y antiguos, la rugosidad insuficiente de las superficies y la contaminación de estas son factores críticos que afectan negativamente la adherencia (Claudio y Córdova, 2023).

Estos problemas tienen efectos adversos significativos, como la reducción en la capacidad de carga, la aparición de grietas, el aumento en los costos de mantenimiento y el peligro para la seguridad estructural, especialmente en zonas sísmicas como Perú. La falta de una adherencia adecuada puede resultar en fallos estructurales prematuros, reducción de la vida útil de las

estructuras y mayores costos de mantenimiento. En regiones con alta actividad sísmica, la resistencia y la integridad de las uniones de concreto son vitales para la seguridad de las edificaciones (León, 2021).

Para abordar estos problemas, se propuso utilizar el adhesivo epóxico Sikadur 32 Gel y la lechada de cemento. Estas opciones han demostrado ser eficaces en estudios previos, proporcionando una alta resistencia a la compresión y una unión robusta entre las superficies de concreto. Es crucial seguir las recomendaciones técnicas para la aplicación de estos materiales, incluyendo la preparación adecuada de la superficie y la aplicación en condiciones ambientales apropiadas.

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la adherencia entre el concreto nuevo y antiguo utilizando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en Chimbote. Este objetivo aseguraba que las reparaciones y rehabilitaciones de estructuras en Chimbote fueran duraderas y seguras, empleando métodos y materiales que mejoraran significativamente la adherencia entre concreto nuevo y viejo. Al centrarse en este objetivo, se proporcionaron soluciones prácticas y efectivas que podrían ser implementadas en proyectos de construcción y mantenimiento, garantizando así una mayor integridad estructural y longevidad de las edificaciones.

## **1.2. Formulación del problema**

El problema general de esta investigación se centra en la insuficiente adherencia entre concreto nuevo y viejo en la región de Chimbote, lo que compromete la integridad estructural de las construcciones. Los problemas específicos incluyen:

- La incompatibilidad entre las superficies de concreto nuevo y viejo.
- La presencia de juntas frías que comprometen la integridad estructural.
- La variabilidad en la eficacia de los diferentes agentes adherentes.
- La preparación superficial deficiente del concreto viejo.



- La influencia de las condiciones climáticas adversas en la adherencia.
- La inadecuada dosificación, preparación y aplicación de la lechada de cemento, que provoca una deficiente adherencia entre el concreto nuevo y viejo, comprometiendo la integridad estructural.

### **1.2.1. Problema general**

¿Qué adherencia presenta el concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Qué relación A/C presenta la mezcla del concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> en Chimbote?
- ¿Qué resistencia a la compresión presenta el concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días en Chimbote?
- ¿Qué resistencia a la adherencia exhibe el concreto nuevo y antiguo con la aplicación del aditivo sikadur 32 gel y lechada de cemento?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la adherencia del concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la relación A/C del concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con el método ACI 211 y a la norma E.060.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días.
- Determinar la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882.

#### **1.4. Formulación de la hipótesis**

Si se aplica el aditivo Sikadur 32 Gel para la unión de concreto antiguo con nuevo, entonces la resistencia de adherencia obtenida será superior a 13 MPa (132.563 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual representaría un incremento en resistencia superior al 20% en comparación con la obtenida mediante el uso de lechada de cemento.

## 1.5. Justificación e Importancia

La investigación se fundamenta en la necesidad de ofrecer soluciones concretas y confiables a la población constructora de Chimbote. La adherencia entre concreto nuevo y antiguo representa un desafío significativo, especialmente en una región sísmica. Mejorar esta adherencia es crucial para garantizar la durabilidad y seguridad de las edificaciones. Desde una perspectiva social, proporcionar a los constructores locales una alternativa efectiva, como el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento, no solo prolonga la vida útil de las estructuras, sino que también se reduce la necesidad de demoliciones y reparaciones costosas. Este beneficio directo para la comunidad constructora y la sociedad en general, al incrementar la seguridad y estabilidad de las edificaciones, es un aspecto clave del proyecto.

La aplicación del aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento representa una inversión estratégica. Al mejorar la adherencia del concreto nuevo y antiguo, se contribuye a la prevención de daños estructurales durante eventos sísmicos, mitigando así los costos asociados con demoliciones y reparaciones posteriores. Este enfoque no solo protege el patrimonio construido, sino que también salvaguarda las inversiones económicas de la comunidad. En términos económicos, la reducción de costos a largo plazo y la preservación de la infraestructura existente ofrecen un valor significativo, justificando plenamente la inversión en tecnologías avanzadas de construcción.

Desde el punto de vista académico, la investigación se enfoca en determinar la relación A/C de mezcla del concreto con una resistencia de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> y determinar sus características mecánicas a los 7, 14, 28 y 100 días. Además, se determina la resistencia de adherencia aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo, siguiendo la norma ASTM C 882. Establecer una base de datos sólida que documente la eficacia del aditivo no solo proporciona una referencia técnica para futuros proyectos en la región, sino que también promueve la innovación en la construcción local. Este enfoque eleva

los estándares técnicos y contribuye al desarrollo sostenible y resiliente de la infraestructura. Esta investigación es importante porque ofrece soluciones concretas y confiables para mejorar la adherencia entre concreto nuevo y antiguo en Chimbote, una región sísmica. La aplicación del aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento prolonga la vida útil de las estructuras, reduce costos de demoliciones y reparaciones, y garantiza la seguridad de las edificaciones. Además, se determina la relación A/C para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> y se evalúa la adherencia según la norma ASTM C 882, estableciendo una base técnica para futuros proyectos y promoviendo la innovación en la construcción local.



# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## Capítulo II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan las investigaciones a nivel global:

Erjun y Guangdong (2023) en la investigación: Shear behaviour and constitutive model of old-to-new concrete interface with single roughness tooth: Experimental and numerical investigation, realizada en China, ejecutaron una investigación aplicada-experimental. Este estudio abordó el comportamiento de corte y el modelo constitutivo de la interfaz entre concreto viejo y nuevo, enfocándose en dientes de rugosidad. Combinando investigaciones experimentales y numéricas, examinaron cómo los parámetros geométricos de la rugosidad afectaban la resistencia al corte en la interfaz, un aspecto crucial para la rehabilitación y el fortalecimiento de estructuras de concreto. La investigación incluyó tanto un enfoque experimental como numérico, presentando como población y muestra a especímenes de concreto. Se diseñaron doce especímenes de prueba de corte doble, cada uno con variaciones en los ángulos y profundidades de los dientes de rugosidad en la interfaz entre concreto viejo y nuevo. El alcance del estudio abarcó pruebas experimentales para medir el comportamiento de la interfaz bajo diferentes configuraciones de dientes de rugosidad y la validación de un modelo de Elementos Finitos (FE) para realizar simulaciones paramétricas. Se emplearon métodos experimentales y modelado numérico mediante el software Abaqus v.6.14. Las pruebas incluyeron variaciones en los ángulos (hasta  $35^\circ$ ) y profundidades (hasta 35 mm) de los dientes de rugosidad. Se utilizó el modelado de Elementos Finitos (FEM) para validar y simular el comportamiento observado. Además, se propuso un modelo analítico para predecir la capacidad de corte de especímenes con un solo diente de rugosidad y un modelo constitutivo de corte para describir el comportamiento de la interfaz bajo presión normal y estrés cortante combinados. Los resultados indicaron que aumentar el ángulo del diente de rugosidad podía incrementar la resistencia al corte de la interfaz hasta en un 146%, alcanzando un máximo con

un ángulo de  $35^\circ$ . Incrementar la profundidad del diente de rugosidad de 5 mm a 35 mm aumentó la capacidad de corte de la interfaz en aproximadamente un 87%. El incremento en la resistencia al corte debido a los ángulos y profundidades de los dientes de rugosidad sugiere una mejora significativa en la capacidad de la interfaz para resistir cargas de corte. Estos hallazgos subrayan la importancia de diseñar dientes de rugosidad con parámetros geométricos específicos para optimizar la capacidad de la interfaz. La investigación concluyó que la geometría de los dientes de rugosidad en la interfaz entre concreto viejo y nuevo juega un papel crucial en la mejora de la resistencia al corte. Los modelos analíticos y constitutivos propuestos proporcionaron herramientas efectivas para predecir y mejorar el comportamiento de la interfaz en aplicaciones prácticas de rehabilitación y fortalecimiento de estructuras de concreto.

Chalán y Sánchez (2023), en su investigación titulada "Estudio de la adherencia en la unión de hormigón viejo con hormigón nuevo mediante aditivos", desarrollaron un estudio en la Universidad Católica de Cuenca en Ecuador, enfocado en la adherencia entre hormigón viejo y nuevo usando aditivos. El proyecto buscaba evaluar el comportamiento mecánico de la adherencia entre hormigón antiguo y nuevo con y sin el uso de aditivos como Sikadur, Adibond y SikaTop, a través de ensayos de compresión en muestras cilíndricas de hormigón. La investigación fue de tipo experimental con un enfoque cuantitativo, analizando numéricamente la resistencia de las muestras. La población de estudio estuvo constituida por cilindros de hormigón preparados con diferentes aditivos y tiempos de curado para probar su adherencia y resistencia mecánica. Las muestras específicas incluyeron ensayos a diferentes tiempos de curado, tales como 3, 7, 14, 28 y 56 días. Los resultados relevantes demostraron que la resistencia a la compresión disminuyó en todos los casos con el uso de aditivos comparado con la muestra patrón, aunque la disminución fue más marcada sin aditivos, lo que indica que los aditivos mejoran la adherencia. El aditivo Sikadur presentó los resultados más favorables, con una disminución del 8.37% en la resistencia después de 28 días de curado. Estos resultados

sugieren que los aditivos de adherencia pueden jugar un papel crucial en la mejora de la unión entre capas de concreto, reduciendo las pérdidas de resistencia y aumentando la durabilidad estructural. La efectividad de Sikadur, en particular, sugiere que este aditivo puede ser preferido en aplicaciones donde la integridad de la unión es crítica. La principal conclusión del estudio es que los aditivos de adherencia son esenciales para mejorar la resistencia y durabilidad de las uniones entre concreto viejo y nuevo. La investigación demuestra que el uso de Sikadur es especialmente eficaz, ofreciendo una mejora notable en la adherencia comparado con otros aditivos y con el concreto sin tratamiento. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la industria de la construcción, subrayando la necesidad de continuar explorando y optimizando el uso de aditivos para mejorar las propiedades mecánicas de las estructuras de concreto.

Ahmed y Aziz (2019), en su investigación titulada "Shear behavior of dry and epoxied joints in precast concrete segmental box girder bridges under direct shear loading", llevaron a cabo un estudio en Irak con el propósito de analizar el comportamiento de juntas secas y con epoxi en puentes de viga sometidos a esfuerzos de cortante directa. La población y muestra de este estudio estuvieron compuestas por especímenes de concreto. Se observó que, al agregar entre 6 y 10 cortes sobre una junta, la resistencia experimentó un notable aumento, variando desde un 49% hasta un 69% para las juntas secas y desde un 51% hasta un 72% para las juntas con epoxi. Este hallazgo sugiere que la adición de cortes estratégicos puede tener un impacto significativo en la mejora de la resistencia en juntas sometidas a esfuerzos de cortante directa. Adicionalmente, al introducir entre 6 y 10 cortes a la superficie de la junta plana, se identificó un aumento en la capacidad de corte, con incrementos del 49% y 69% para juntas secas, y del 51% y 72% para juntas con epoxi, respectivamente. Estos resultados indican que la presencia de llaves de corte, especialmente en cantidades específicas, puede ser una estrategia efectiva para fortalecer la capacidad de corte en juntas sometidas a cargas de cortante directo. Los



hallazgos de este estudio proporcionan información valiosa para el diseño y la mejora de la resistencia en juntas de puentes de viga, destacando la eficacia de cortes y llaves de corte tanto en juntas secas como en aquellas tratadas con epoxi bajo esfuerzos de cortante directa. Este aumento en la resistencia se atribuyó al mejorado interbloqueo mecánico proporcionado por el diente de aspereza, facilitando una transferencia de carga más efectiva y retrasando la iniciación de fisuras en comparación con interfaces más suaves. Se concluyó que la incorporación de un diente de aspereza en las interfaces de hormigón nuevo-a-viejo podría ser una estrategia viable para mejorar la durabilidad y la resistencia al cortante en estructuras de hormigón rehabilitadas. Esto sugiere un cambio potencial en las prácticas de diseño y rehabilitación estructural, enfatizando la importancia de la configuración de la interfaz en la integridad estructural a largo plazo.

Valdez (2018), en su investigación titulada "Estudio de la adherencia en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión", abordó la problemática de lograr una buena adherencia entre hormigón nuevo y viejo en vigas sometidas a flexión, a pesar del uso de resinas epóxicas y otros materiales químicos modernos. Este estudio experimental se desarrolló en Bolivia y comparó diversos métodos de adherencia en la unión de hormigón nuevo y viejo. El diseño de la investigación incluyó la elaboración y ensayo de vigas con diferentes tratamientos de junta, empleando tanto aditivos químicos como métodos convencionales. La muestra consistió en vigas de hormigón sometidas a flexión, preparadas con distintos tratamientos de adherencia. Se realizaron pruebas con aditivos químicos como Sikadur 32 Gel y Colma Fix 32, así como con el material convencional lechada de cemento. Se emplearon cuatro métodos de adherencia: dos utilizando aditivos químicos (Sikadur 32 Gel y Colma Fix 32) y dos convencionales (lechada de cemento y sin tratamiento). Los resultados mostraron que las vigas sin tratamiento de junta presentaron una resistencia a tracción por flexión de 12.607 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las tratadas con lechada de cemento lograron una

resistencia de 13.907 kg/cm<sup>2</sup>. Las vigas que utilizaron Sikadur 32 Gel mostraron una resistencia de 14.566 kg/cm<sup>2</sup> y las vigas con Colma Fix 32 alcanzaron una resistencia de 15.714 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, las vigas macizas (sin unión) presentaron la mayor resistencia, con un valor de 16.749 kg/cm<sup>2</sup>. En el análisis de los resultados, se observó que Colma Fix 32 mostró la mayor resistencia a la tracción por flexión entre los aditivos utilizados, seguido por Sikadur 32 Gel y la lechada de cemento. La lechada de cemento logró un 83% de la resistencia obtenida con Colma Fix 32, destacándose como una opción económica y efectiva. Las vigas sin tratamiento de junta presentaron la menor resistencia, lo que demostró la importancia del tratamiento adecuado en la unión de hormigón nuevo con viejo. Las vigas se ensayaron bajo condiciones controladas para evaluar la resistencia a tracción por flexión y la resistencia a compresión del hormigón. El resultado principal mostró que el aditivo Colma Fix 32 proporcionó la mayor resistencia a la tracción por flexión en la unión de hormigón nuevo con viejo, superando tanto a los otros aditivos químicos como a los métodos convencionales. Aunque los aditivos químicos proporcionaron mejor adherencia, la lechada de cemento ofreció un 83% de la resistencia obtenida con los aditivos a un costo significativamente menor. Esto sugiere que, en términos de costo-beneficio, la lechada de cemento puede ser una alternativa viable en proyectos donde se requiere adherencia entre hormigón viejo y nuevo. La principal conclusión del estudio fue que, aunque los aditivos químicos como Colma Fix 32 y Sikadur 32 Gel proporcionaron mejores resultados en términos de resistencia a la tracción por flexión, la lechada de cemento puede ser una opción económica y efectiva para unir hormigón nuevo con hormigón viejo, especialmente en aplicaciones donde los costos son un factor crítico.

A continuación, se presentan las investigaciones a nivel nacional:

Claudio y Córdova (2023) en la investigación “Determinación de las resistencias a compresión de mezclas de concreto fresco y endurecido  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> adheridos con Sikadur 32 Gel”, se propusieron evaluar la adherencia entre concreto nuevo y antiguo

utilizando el aditivo Sikadur 32 Gel en Huánuco. Este estudio es crucial dada la frecuente necesidad de unir concretos de diferentes edades en diversas obras de construcción, donde la calidad de la adherencia es vital para la durabilidad y resistencia de las estructuras. La metodología adoptada fue de tipo aplicada, con el fin de generar conocimientos prácticos para el campo de la construcción. Se empleó un enfoque cuantitativo que permitió una evaluación objetiva de los datos mediante pruebas de resistencia a la compresión. El diseño de la investigación fue experimental, manipulando el uso del aditivo Sikadur 32 Gel para observar su efecto en la adherencia del concreto. El estudio se centró en evaluar la resistencia a la compresión de muestras de concreto nuevas y antiguas unidas con Sikadur 32 Gel, comparando los resultados con muestras sin el aditivo. La muestra de estudio comprendía 120 probetas de concreto, divididas en cuatro grupos. Se utilizó el aditivo epóxico Sikadur 32 Gel para unir las probetas, que luego fueron sometidas a pruebas de compresión en diferentes intervalos de tiempo. El hallazgo más significativo fue que el uso del Sikadur 32 Gel mejoró notablemente la resistencia a la compresión del concreto. Para el concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia a los 28 días aumentó en un 42%, mientras que para el concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , la mejora fue del 47%. En conclusión, el estudio demostró que el uso del aditivo Sikadur 32 Gel mejora significativamente la adherencia y resistencia a la compresión del concreto nuevo y antiguo. Se sugiere que el aditivo es una opción viable para mejorar la calidad de las uniones en estructuras de concreto, aunque se recomienda realizar más investigaciones para optimizar su aplicación en diferentes contextos.

León (2021), en su investigación titulada "Efecto del adherente epóxico en la adhesión de estructuras de concreto" se centró en evaluar el uso de adhesivos epóxicos para mejorar la adhesión entre concreto antiguo y nuevo en la ciudad de Lima. Este tipo de investigación fue crucial debido a la prevalencia de construcciones por etapas en Perú, donde las juntas de construcción pueden afectar la integridad estructural. La investigación fue de tipo aplicada, con

un diseño cuasiexperimental. Se utilizaron 48 probetas de concreto, divididas en cuatro grupos: un grupo control y tres grupos experimentales, cada uno tratado con diferentes adhesivos epóxicos (Sikadur 32, Chema 32 y T-CON). La técnica de recolección de datos fue la observación, siguiendo las normas ASTM C-39 para ensayos de resistencia a la compresión. Cada grupo experimental y el grupo control constaron de 12 probetas. Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado, evaluando la resistencia a la compresión conforme a la normativa ASTM C-39. El resultado más revelador fue la mejora en la resistencia a la compresión de las probetas tratadas con adhesivo Sikadur 32, que alcanzaron valores de 167 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 201 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 233 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, superando en un 8% al grupo control. Los resultados demostraron que el uso de Sikadur 32 fue efectivo para aumentar la resistencia a la compresión en la adhesión de concreto nuevo y antiguo. Sin embargo, se observó una disminución de la resistencia con otros adhesivos como Chema 32 y T-CON en comparación con Sikadur 32, aunque aún presentaron mejoras respecto al concreto sin adhesivo. El estudio concluyó que el uso de adhesivos epóxicos es viable para mejorar la adhesión entre concreto nuevo y antiguo, siendo Sikadur 32 el adhesivo más efectivo en esta investigación.

Zapata y Calle (2019), en su investigación titulada "Uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos", realizaron una investigación aplicada-experimental con el propósito de evaluar diferentes productos para la reparación de estructuras sometidas al ensayo de extracción de núcleo diamantino en la ciudad de Piura. Se realizaron pruebas sobre especímenes cúbicos con perforaciones centrales para evaluar la efectividad de las reparaciones en diferentes configuraciones. La población y muestra del estudio incluyeron 50 especímenes de concreto. La metodología incluyó una compilación de información sobre técnicas de reparación en concreto y la evaluación de tres diferentes materiales (grout, epóxico, sellador) usados en distintas combinaciones para encontrar la

solución más efectiva. En el ensayo de adherencia y resistencia, se evaluaron dos combinaciones de materiales aplicados al concreto. En la primera combinación, que utilizó Epóxico Chema Epox Adhesivo 32 junto con concreto, los resultados mostraron que a los 14 días se alcanzó una adherencia de 189 kg/cm<sup>2</sup>, y para los 28 días, la resistencia aumentó a 233 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento del 75.30% en comparación con el diseño patrón. En la segunda combinación, donde se utilizó SikaGrout 110 con concreto, se observó a los 28 días una adherencia de 336 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia casi idéntica de 337 kg/cm<sup>2</sup>, lo que significó un incremento del 104.01% respecto al diseño patrón. Estos datos reflejan diferencias notables en el desempeño de los materiales empleados en la reparación y reforzamiento del concreto, destacando la superioridad del SikaGrout 110 en promover tanto la adherencia como la resistencia en la interfaz tratada. La tesis concluyó que, para la mayoría de las aplicaciones de reparación de concreto, especialmente aquellas que no estaban expuestas a líquidos bajo presión, el uso de SikaGrout solo fue el más adecuado y costo-efectivo.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Adherencia del concreto nuevo y concreto viejo.

Según Rojas Velásquez (2021), la adherencia es la capacidad de resistir el deslizamiento entre las varillas de refuerzo y el concreto en una estructura. Esta resistencia, medida en kilogramos por centímetro, es esencial para la integridad y seguridad del concreto armado. La fricción entre las varillas y el concreto, junto con el uso de anclajes, extensiones o ganchos en las varillas, refuerza esta adherencia, evitando movimientos que puedan comprometer la estabilidad de la estructura.

Según la norma ASTM C882/C882M (2020), la "resistencia a la adherencia" se determina calculando la relación entre la fuerza aplicada para causar la falla en la unión y el área efectiva de la superficie donde se aplicó el aditivo. Este cálculo permite evaluar la capacidad del sistema de unión, como una resina epoxi, para mantener unidas las superficies de concreto bajo carga.

Según Zapata y Calle (2019), la resistencia al desplazamiento entre dos cuerpos o materiales en contacto se denomina adherencia en el concreto. Esta adherencia posee la capacidad de prevenir la fractura violenta del concreto cuando se aplican cargas a una estructura. En el contexto del concreto, la adherencia es esencial para garantizar que los elementos de refuerzo, como las barras de acero, se mantengan firmemente unidos al material. Una buena adherencia contribuye a la transferencia eficiente de cargas entre el concreto y los elementos de refuerzo, mejorando así la capacidad de la estructura para resistir fuerzas externas sin experimentar fallas catastróficas. Esta característica es fundamental para la seguridad y la durabilidad de las estructuras de concreto, ya que asegura que la estructura pueda soportar cargas aplicadas sin perder su integridad. Por lo tanto, la adherencia es un aspecto clave a considerar en el diseño y la construcción de estructuras de concreto.

Rojas (2021) destaca dos tipos fundamentales de adhesión en el contexto del concreto:

- Adhesión Química: Este tipo de adhesión ocurre cuando dos materiales se unen debido al contacto de sus sustancias constituyentes de manera química. En el caso del concreto, esto podría referirse a la interacción química entre el cemento y otros componentes presentes en la mezcla.
- Adhesión Mecánica: Se produce cuando el cemento penetra y se solidifica en el interior de los poros de los materiales que se unen. En este caso, la adhesión se logra a través de un proceso mecánico de penetración y anclaje de las partículas de cemento en los poros de los materiales circundantes.

El procedimiento para medir la resistencia de adherencia en sistemas de resina epoxi con concreto, según la norma ASTM C882 / C882M - 13a (2024), se puede resumir en los siguientes pasos:

- Preparación de muestras y curado: Se elabora un testigo de concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  de forma circular de 6" de altura y 3" de diámetro, para luego dejarla curar por al menos 28 días.
- Secado: Posterior al curado, se deja secar al aire de laboratorio por mínimo 7 días.
- Corte diagonal: Se realiza un corte en la unión a un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la vertical, creando un semicilindro con una superficie inclinada.
- Aplicación de aditivo: Se aplica el aditivo en la cara inclinada, según las instrucciones del producto, para posteriormente, ingresar el testigo semicilindro de concreto en el molde la probeta y vaciar el concreto nuevo para completar el cilindro de 6" de altura y 3" de diámetro.
- Curado: Se cura el testigo por al menos 28 días para que el concreto nuevo alcance 100% de la resistencia esperada.
- Aplicación de compresión: Luego del curado, se aplica un esfuerzo de compresión a

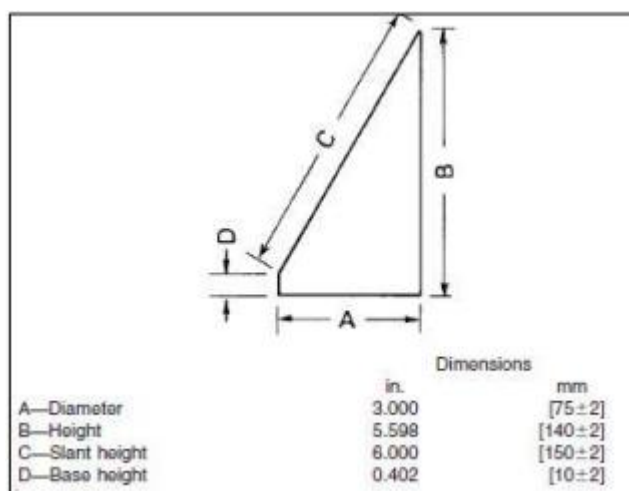
ambos lados del testigo de concreto con diferentes edades.

- Medición de resistencia: Se registra la carga de compresión última y se divide por el área de la unión para obtener la resistencia a la adherencia.

En la figura 06 se exhibe las dimensiones que debe tener el testigo de concreto para determinar la resistencia a la adherencia.

**Figura 1**

*Slant Shear Test*



**Fuente:** (*American Society for Testing and Materials, 2020*)



### 2.2.1.1. Propiedad mecánica

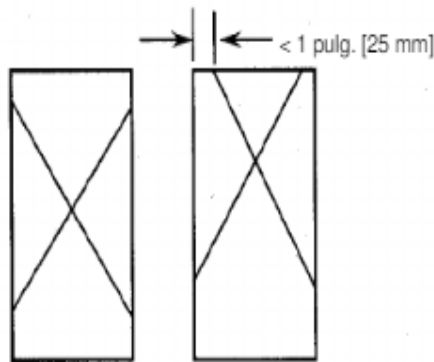
**2.2.1.1.1. Resistencia a la compresión.** Según Zapata y Calle (2019), las cualidades de las mezclas de concreto se diseñan para satisfacer las exigencias de la construcción. Este ensayo provee datos cruciales sobre la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión y es fundamental en el proceso de diseño y control de calidad del concreto utilizado en proyectos de construcción. La información obtenida a través de este ensayo contribuye a garantizar la durabilidad y seguridad de las estructuras construidas con concreto. Los tipos de probetas utilizadas para medir la resistencia a la compresión varían según los requisitos y estándares aplicables. Dependiendo de estos, se utilizan probetas cilíndricas o cúbicas, que representan muestras del concreto que se están evaluando. En este sentido, Hurtado y Vásquez (2018) explican que la resistencia a la compresión, medida en  $\text{kg/cm}^2$  y representada mediante la notación  $f'c$  en la memoria de cálculo y los planos, puede variar para una misma mezcla. Por ello, es esencial dosificar la mezcla para alcanzar una resistencia media requerida ( $f'c$ ) superior a la  $f'c$  especificada. Los lineamientos aplicables a este ensayo incluyen el ASTM C39, que especifica el método de prueba estándar para medir la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas, y la NTP 339.034, que especifica el método de prueba estándar para medir la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Estos estándares aumentan la durabilidad y la seguridad de las estructuras construidas al evaluar la resistencia a la compresión del concreto de manera precisa y coherente.

**2.2.1.2. Tipo de fractura** En el estudio del comportamiento del concreto, es fundamental comprender los diferentes tipos de fractura que pueden ocurrir. Primero, se encuentra la fractura por adherencia, la cual se produce en la interfaz entre el concreto y otro material, como el acero de refuerzo o adhesivos epóxicos. Esta adherencia es crucial para la transferencia de cargas entre estos materiales. La fractura por adherencia se manifiesta como una separación en la interfaz de unión, revelando una pérdida de cohesión entre el concreto y el material adherido. Por ejemplo, es común observar grietas en la interfaz entre el concreto y las barras de refuerzo o fallos en juntas adheridas con epóxicos (Rojas, 2021). Por otro lado, la fractura por resistencia a la compresión ocurre cuando el concreto es sometido a fuerzas de compresión que exceden su capacidad. Este es uno de los tipos más comunes de fractura, dado que las estructuras de concreto frecuentemente soportan cargas compresivas. La fractura por compresión se caracteriza por la pulverización del material y la aparición de grietas en patrones inclinados, típicamente en un ángulo de 45 grados respecto a la dirección de la carga. Un ejemplo típico de este tipo de fractura se observa en columnas, pilares y muros sometidos a altas cargas compresivas (Rojas, 2021). Finalmente, existe la fractura por adherencia combinada con resistencia a la compresión, la cual resulta de la combinación de la falta de adherencia y la falla bajo compresión. Este tipo de fractura es particularmente relevante en estructuras donde la integridad de la unión entre materiales es tan importante como la resistencia del concreto a la compresión. La fractura se manifiesta por una combinación de separación en la interfaz y pulverización del concreto. En estos casos, se pueden observar grietas en la interfaz de adherencia junto con fracturas internas debido a la compresión. Un ejemplo claro de este tipo de fractura se encuentra en elementos compuestos, como vigas reforzadas con materiales adheridos y estructuras con uniones críticas que soportan cargas compresivas elevadas (Rojas, 2021)

**2.2.1.2.1. Tipo de Fallas.** Según la ASTM (2021), una de las fallas más comunes es la falla de cono. Esta se caracteriza por la formación de conos en ambos extremos del cilindro, resultado de una distribución uniforme de la carga aplicada. La falla de cono es indicativa de un concreto que ha sido sometido a una carga axial bien distribuida, lo cual es una señal positiva de la uniformidad del material y su capacidad para soportar cargas axiales sin presentar fallas prematuras.

**Figura 2**

*Falla Tipo Cónica*

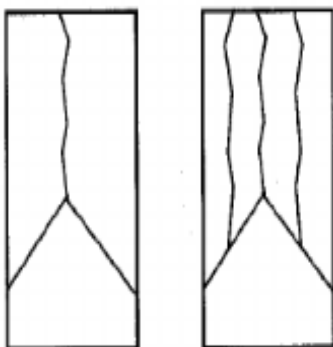


**Fuente:** (American Society for Testing and Materials, 2021)

Según la ASTM (2021), la falla de cono y hendidura muestra conos en los extremos junto con una hendidura vertical que atraviesa la muestra parcialmente, indicando una fractura adicional a la típica falla de cono.

**Figura 3**

*Falla Tipo Cónica y hendidura*

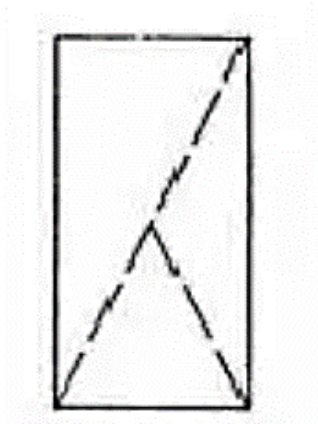


**Fuente:** (American Society for Testing and Materials, 2021)

Según la ASTM (2021), la falla de cono y corte muestra conos en los extremos junto con una hendidura vertical que atraviesa la muestra parcialmente, indicando una fractura adicional a la típica falla de cono. En la investigación, cuando la fractura generada por la aplicación de una fuerza axial se localizó cerca de la interfaz tratada con aditivo o lechada de cemento, se identificó como una falla por adherencia.

#### **Figura 4**

*Falla Tipo Cónica y corte*



**Fuente:** *(American Society for Testing and Materials, 2021)*

Según la ASTM (2021), la falla por corte se manifiesta típicamente como una fractura diagonal o inclinada que atraviesa el cilindro del testigo. Esta fractura ocurre cuando las tensiones de corte internas superan la capacidad del concreto para resistirlas, lo que provoca una separación a lo largo de un plano inclinado dentro del testigo. En la investigación, cuando la fractura generada por la aplicación de una fuerza axial se localizó cerca de la interfaz tratada con aditivo o lechada de cemento, se identificó como una falla por adherencia.

## Figura 5

### *Falla Tipo Corte*



**Fuente:** (*American Society for Testing and Materials, 2021*)

Falla Tipo Columnar: Según la ASTM (2021), indica un patrón de fractura específico observado durante el ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto. Se caracteriza por conos mal contruidos con fisuras verticales columnares en ambos extremos de la probeta. Este tipo de fallo sugiere que, durante el ensayo de compresión, la probeta experimenta una fractura con la formación de conos poco definidos y con fisuras verticales que siguen un patrón columnar.

## Figura 6

### *Falla Tipo columnar*



**Fuente:** (*American Society for Testing and Materials, 2021*)

### 2.2.2. Adherente Sikadur-32

Según Sika (2019), es un adhesivo bicomponente sin disolventes a base de resinas epoxídicas está diseñado para fusionar elementos estructurales recién hormigonados con concreto solidificado. Este adhesivo, formulado sin disolventes específicos, es beneficioso desde el punto de vista ambiental y de la salud. Su uso principal es la unión de concreto fresco con áreas ya endurecidas, y también se emplea en anclajes como adhesivo entre diversos materiales, como piedra, acero, madera y cemento. Entre sus características destacadas se encuentran la alta resistencia a la tracción, lo que lo hace adecuado para aplicaciones estructurales, y la facilidad de aplicación, que contribuye a una instalación eficiente. Además, este adhesivo exhibe resistencia a la humedad, crucial en entornos con presencia de agua, y es idóneo para su uso en climas fríos, lo que puede ser ventajoso en diversas condiciones ambientales. Por último, es esencial tomar medidas de seguridad, como el uso de gafas de seguridad y guantes de goma, para evitar lesiones durante la manipulación y aplicación del adhesivo.

**Tabla 1**

*Ficha Técnica Sikadur®-32 Gel*

Información Técnica	
Empaques	Juegos de 1 y 5 kg.
Color	Líquido denso Color Gris (Mezcla A + B)
Densidad	1.6 kg/litro
Resistencia a la Compresión (ASTM D 695)	1 día: 60 MPa 10 días: 80 MPa
Resistencia a la Flexión (ASTM C580)	10 días: 34MPa
Resistencia a la Adherencia (ASTM C882)	> 13MPa

**Fuente:** (Sika, 2019)

**2.2.2.1. Dosificación** Se refiere a la cantidad precisa de cada componente que debe ser mezclada para obtener una mezcla específica con las propiedades deseadas. En el contexto del concreto y los aditivos, la dosificación correcta asegura que el producto final tenga la resistencia y durabilidad adecuadas. Es crucial seguir las recomendaciones del fabricante para cada tipo de aditivo y condiciones de uso (Rojas, 2021).

**2.2.2.2. Tiempo de Aplicación** Es el período durante el cual el producto, después de haber sido mezclado, se puede aplicar efectivamente sin perder sus propiedades. En el caso de los aditivos para concreto, este tiempo puede variar dependiendo de las condiciones ambientales y la naturaleza del aditivo. Es esencial respetar este tiempo para asegurar una adecuada adhesión y comportamiento del material (Rojas, 2021). Según Sika (2019), el tiempo de aplicación de Sikadur depende de la temperatura ambiente y la relación de mezcla. Generalmente, a temperaturas más altas, el tiempo de aplicación se reduce. Por ejemplo, a 20°C, el tiempo de trabajo puede ser de aproximadamente 30 a 40 minutos. Es crucial seguir las indicaciones del fabricante para garantizar una aplicación efectiva dentro del tiempo recomendado.

**2.2.2.3. Resistencia a la Adherencia** Se refiere a la capacidad de un material para mantener su unión con otro material bajo condiciones de carga. En el contexto de los aditivos para concreto como el Sikadur, esta resistencia es crucial para asegurar que las reparaciones o uniones en la estructura sean duraderas y capaces de soportar las cargas aplicadas sin fallar. Según Sika (2019), la resistencia a la adherencia del aditivo Sikadur es alta, lo que lo hace ideal para unir superficies de concreto viejas con nuevas, así como para reparar fisuras y grietas. Según las pruebas realizadas, Sikadur puede alcanzar una resistencia a la adherencia superior a 4 MPa (megapascales), asegurando una unión fuerte y duradera.

### 2.2.3. *Lechada de Cemento*

Según Bulnes y Chávez (2020), la lechada de cemento es una mezcla de agua y cemento cuyas proporciones varían según su uso. Recomiendan dos relaciones agua/cemento: 3:1 y 2:1, siendo esta última ideal para mejorar la adherencia y la resistencia estructural. Estudios recientes han demostrado que las lechadas con proporciones de 1:2 y 1:3 tienen resistencias óptimas a 28 días, especialmente con cemento tipo MS, que puede alcanzar hasta 289.28 kg/cm<sup>2</sup> en compresión. La proporción 1:2 es preferida por su mayor resistencia tanto a la compresión como a la tracción y adherencia, mientras que la proporción 1:3 es utilizada por su mayor fluidez y facilidad de aplicación, aunque con menor resistencia (Bulnes Reyna y Chávez Sánchez, 2019). El cemento Portland fragua y desarrolla resistencia a la compresión mediante la hidratación, siendo ideal para la cementación de pozos petroleros por su calidad y resistencia a la compresión, tensión y sulfatos (Bulnes y Chávez, 2020). Según el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2013), la lechada de cemento es una suspensión acuosa utilizada para rellenar huecos y adherir materiales de construcción. Una proporción agua/cemento de 0.4 permite una hidratación completa sin dejar espacios capilares. La lechada de cemento, formulada con una proporción agua/material cementante de 0.40, asegura fluidez adecuada y cohesión para aplicaciones bajo el agua, evitando la dilución (Yahia, Khayat, y Benmokrane, 2000). Propiedades reológicas como viscosidad y fluencia son esenciales para su aplicación, con valores de viscosidad plástica entre 0.44 y 0.760 Pa.s, y fluencia entre 8.6 y 18.0 Pa (Yahia, Khayat, y Benmokrane, 2000). La resistencia de entrada en el agua mejora con la adición de humo de sílice, mostrando mayor resistencia en mezclas con 3%, 5% y 8% de humo de sílice (Yahia, Khayat, y Benmokrane, 2000).



Pruebas de resistencia a la compresión a los 21 días mostraron valores de 51 a 63 MPa en seco y de 33 a 47 MPa bajo el agua. El módulo de elasticidad varió entre 15 y 18 GPa en seco y entre 13 y 15 GPa bajo el agua. La relación de Poisson fue de 0.17 a 0.22 en seco y de 0.22 a 0.25 bajo el agua (Yahia, Khayat, y Benmokrane, 2000).

**2.2.3.1. Dosificación** Se refiere a la cantidad precisa de cada componente que debe ser mezclada para obtener una mezcla específica con las propiedades deseadas. En el contexto de la lechada de cemento, la dosificación correcta es crucial para garantizar que la mezcla tenga la fluidez, consistencia y resistencia necesarias para su aplicación. Esto incluye la proporción de cemento, agua, y cualquier aditivo o componente adicional. Seguir las recomendaciones del fabricante y las especificaciones del proyecto es esencial para asegurar la calidad del producto final (Rojas, 2021).

**2.2.3.2. Tiempo de Aplicación** Es el período durante el cual la lechada de cemento, después de haber sido mezclada, se puede aplicar efectivamente sin perder sus propiedades. Este tiempo puede variar dependiendo de factores como la temperatura ambiente, la proporción de mezcla, y la presencia de aditivos. Respetar el tiempo de aplicación es crucial para asegurar que la lechada mantenga su trabajabilidad y se adhiera correctamente a las superficies (Rojas, 2021).

**2.2.3.3. Resistencia a la Adherencia** Se refiere a la capacidad de la lechada de cemento para mantener su unión con las superficies a las que se aplica bajo condiciones de carga. Una alta resistencia a la adherencia es esencial para asegurar que la lechada permanezca firmemente adherida, contribuyendo a la durabilidad y la integridad estructural del sistema. Esta propiedad es particularmente importante en aplicaciones donde la lechada de cemento se utiliza para reparar grietas o unir elementos de concreto (Rojas, 2021).

### 2.3. Marco Normativo

- Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete-ASTM C881/C881M (2020)

Las especificaciones que abarcan los sistemas de unión de resina epoxi de 2 componentes para su aplicación en concreto se refieren a los estándares y requisitos técnicos que regulan la fabricación, aplicación y rendimiento de estos adhesivos. Estas especificaciones, generalmente establecidas por organizaciones como ASTM (American Society for Testing and Materials) u otras entidades de normalización, detallan las características específicas que deben cumplir los sistemas de unión de resina epoxi de 2 componentes para garantizar su eficacia y seguridad en aplicaciones con concreto. Esto puede incluir propiedades físicas, resistencia química, métodos de aplicación, tiempos de curado, entre otros aspectos relevantes para su uso en proyectos de construcción y reparación.

- Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used With Concrete By Slant Shear-ASTM C882 / C882M (2020)

El manual tiene como objetivo proporcionar una metodología efectiva para evaluar la resistencia a la compresión de uniones de concretos unidos con adhesivo epoxi. Este documento busca ofrecer pautas claras y procedimientos detallados que permitan llevar a cabo pruebas y análisis específicos para determinar la capacidad de carga y la integridad estructural de las uniones formadas por concreto y adhesivo epoxi. La finalidad es asegurar la eficacia y seguridad de estas uniones en diversas aplicaciones constructivas, proporcionando así un recurso práctico y confiable para los profesionales involucrados en proyectos de ingeniería civil y construcción.

- Agregados. Extracción y preparación de las muestras -NTP 400.010.- R.0011-2001/INDECOPI-CRT. Publicada el 2001-02-27

Esta norma técnica peruana establece los procedimientos para realizar el muestreo de los agregados, tanto gruesos como finos, con el objetivo de controlar la fuente de abastecimiento, supervisar las operaciones en el sitio donde serán utilizados y obtener la aprobación de los materiales. Estos procedimientos son fundamentales para garantizar la calidad y conformidad de los agregados utilizados en proyectos de construcción, asegurando un control adecuado desde la fuente de suministro hasta su aplicación en el sitio de construcción.

- Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global- NTP 400.012- R.0071-2001/INDECOPI-CRT. Publicada el 2001-06-17

El análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global es un proceso esencial en la evaluación de la distribución de tamaños de partículas en estos materiales. En este contexto, existe una Norma Técnica Peruana que define el procedimiento preciso para llevar a cabo la determinación de la distribución por tamaño de partículas mediante el método de tamizado. Este estándar establece las pautas y pasos a seguir para obtener datos confiables sobre la gradación de los agregados, tanto finos como gruesos, así como la combinación global, asegurando una evaluación sistemática y precisa de sus características granulométricas.

- Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados - NTP 400.017-R.0002-2011/ CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-03-12.

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para determinar la densidad de masa, también conocida como "Peso Unitario". El documento proporciona las directrices necesarias para llevar a cabo esta medida de manera precisa y estandarizada.

Este enfoque sistemático es esencial para garantizar una evaluación coherente y fiable de la densidad de masa de diferentes materiales, contribuyendo así a la calidad y uniformidad en proyectos de construcción y otras aplicaciones relacionadas.

- Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso- NTP 400.021-R.0048-2002/ INDECOPI-CRT. Publicada el 2002-05-30.

La Norma Técnica Peruana correspondiente que establece los procedimientos para determinar la densidad promedio de partículas, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso proporciona las pautas específicas para llevar a cabo estas mediciones de manera precisa y estandarizada. El documento se enfoca en definir los procedimientos y metodologías necesarios para evaluar la densidad promedio, la densidad relativa y la absorción en el contexto del agregado grueso. Estos procedimientos son esenciales para garantizar la conformidad con los estándares de calidad en proyectos de construcción y otras aplicaciones afines.

- Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino- NTP 400.022-R. D N°016-2018/ INACAL/DN. Publicada el 2018-07-18.

La Norma Técnica Peruana que tiene como finalidad establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino se enfoca en proporcionar las directrices detalladas y estandarizadas para llevar a cabo estas mediciones de manera precisa. El objetivo principal del documento es establecer un marco metodológico que permita evaluar de manera consistente la densidad promedio, la densidad relativa y la absorción en el contexto específico del agregado fino. Este enfoque sistemático es crucial para asegurar la calidad y la uniformidad en proyectos de construcción.

- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado -NTP 339.185- R.0048-2002/INDECOPI-CRT. Publicada el 2001-05-30

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso mediante el método de secado. Este documento proporciona las directrices específicas necesarias para llevar a cabo esta medición de manera precisa y estandarizada. El objetivo principal es establecer un marco metodológico que permita evaluar de manera consistente el contenido de humedad en muestras de agregado, ya sea fino o grueso, garantizando así la uniformidad en la obtención de resultados en proyectos de construcción y otras aplicaciones relacionadas.

- Concreto Armado -Norma E.060 -Primera edición digital- diciembre de 2020

La Norma Técnica Peruana establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Este documento proporciona las directrices esenciales y los estándares que deben seguirse en la planificación y ejecución de dichas estructuras, garantizando así la seguridad, calidad y conformidad con las normativas en proyectos de construcción en el ámbito peruano.

- Concreto. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Edición-NTP 339.035- N° 37-2021-INACAL/PE.

La Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto, tanto en el laboratorio como en el campo. Este documento define los procedimientos precisos y estandarizados para medir la capacidad de deformación del concreto fresco, proporcionando pautas específicas para la realización del ensayo de asentamiento. El objetivo principal es garantizar la uniformidad y la confiabilidad en la evaluación de esta propiedad crucial del concreto, tanto en entornos de laboratorio como en condiciones de campo, asegurando así la calidad y conformidad con los estándares en proyectos de construcción en el ámbito peruano.

- Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034- N° 37-2021-INACAL/PE

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Este documento proporciona directrices específicas y estandarizadas para llevar a cabo ensayos que evalúen la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión, tanto a través de cilindros como mediante la extracción de núcleos diamantados. El objetivo principal es asegurar la consistencia y precisión en la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto, contribuyendo así a la calidad y conformidad con los estándares en proyectos de construcción en el contexto peruano.



## CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA

## Capítulo III: METODOLOGÍA

### 3.1. Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa es un enfoque metodológico que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos con el fin de describir, explicar, predecir y controlar fenómenos observables. La sistematicidad, la objetividad y la capacidad de producir resultados que pueden ser replicados y generalizados a una población más amplia son las características distintivas de este método. Para recopilar datos de forma estandarizada, utiliza herramientas estructuradas como encuestas, cuestionarios y experimentos. Los métodos estadísticos se utilizan para analizar los datos recopilados para encontrar patrones, relaciones y diferencias significativas entre las variables (Arias y Corvino, 2021).

El enfoque desarrollado en esta investigación fue cuantitativo y se caracterizó por la recopilación y análisis de datos numéricos. Este enfoque permitió medir variables específicas, como la relación agua/cemento (A/C), la resistencia a la compresión del concreto y la resistencia de adherencia entre concreto nuevo y antiguo.

En primer lugar, se midió la relación A/C del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> según el método ACI 211 y la norma E.060. Luego, se evaluó la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 100 días mediante ensayos de compresión. Estos ensayos proporcionaron datos precisos sobre el desarrollo de la resistencia del concreto.

Además, se determinó la adherencia entre concreto nuevo y antiguo siguiendo la norma ASTM C 882. Se aplicó Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto, obteniendo datos de resistencia de adherencia expresados en unidades de fuerza por área.

Este enfoque permitió una comparación objetiva de la resistencia de adherencia con dos tratamientos, facilitando conclusiones basadas en evidencia cuantitativa. La metodología cuantitativa también garantizó la repetibilidad y validez de los resultados, minimizando la influencia de la subjetividad y los sesgos.



La investigación siguió procedimientos rigurosos para asegurar la precisión y validez de los resultados. Se diseñaron experimentos controlados, se utilizaron equipos de medición calibrados y técnicas estandarizadas. Los datos recolectados se analizaron estadísticamente para establecer relaciones significativas entre las variables.

### **3.2. Diseño de investigación**

La investigación cuasiexperimental es un tipo de estudio empírico que se utiliza en las ciencias sociales, del comportamiento y la educación. Se caracteriza por la falta de asignación aleatoria de los sujetos a los diferentes grupos de tratamiento. A diferencia de los experimentos verdaderos, donde los participantes se asignan aleatoriamente a grupos de control o tratamiento, en los estudios cuasiexperimentales, la asignación a los grupos no es aleatoria, lo que puede introducir ciertas limitaciones en términos de control de variables externas y validez interna. A pesar de esto, la investigación cuasiexperimental sigue aplicando una intervención controlada y mide su efecto, utilizando un grupo de comparación para evaluar los cambios producidos. Aunque esta metodología permite estudiar fenómenos en contextos naturales y es útil en entornos educativos y sociales, su mayor limitación es la dificultad para establecer causalidad definitiva debido a posibles sesgos en la selección de los grupos (Arias y Corvino, 2021).

La presente investigación adoptó un diseño cuasiexperimental, respaldado por la manipulación o control deliberado de la variable independiente, que en este caso fue la aplicación del aditivo Sikadur 32 Gel y de lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo. Esta elección de diseño permitió explorar la influencia del aditivo en condiciones que reflejaban la realidad práctica, considerando la complejidad de la aplicación en un entorno no completamente controlado. En consonancia con los principios cuasiexperimentales, se contemplaron tanto grupos de estudio como grupos de control. La asignación no aleatoria de los sujetos a estos grupos se justificó por la naturaleza de la investigación, donde la aleatorización podía resultar

impráctica o poco viable.

La temporalidad de las mediciones a lo largo del tiempo (7, 14, 28 y 100 días) reflejó la dinámica de la aplicación del aditivo y la evaluación de los efectos en distintos periodos. Esta característica fue consistente con los diseños cuasiexperimentales que permitían mediciones periódicas en diversos momentos. El enfoque cuasiexperimental se seleccionó estratégicamente para abordar los objetivos de la investigación, considerando la aplicación práctica del aditivo Sikadur 32 Gel y permitiendo la comparación de resultados entre los grupos de estudio y control, a pesar de la asignación no aleatoria de los participantes. Este diseño proporcionó una base sólida para evaluar la influencia del aditivo en la unión de concreto antiguo y nuevo en condiciones cercanas a la realidad.

### **3.3. Población y Muestra**

La población se refiere al conjunto completo de personas, objetos, eventos o mediciones que comparten algunas características y que se desea investigar. Este conjunto puede ser finito o infinito, y los datos recolectados de la población permiten hacer inferencias sobre sus propiedades. Por ejemplo, si se desea estudiar la altura promedio de los estudiantes de una universidad, todos los estudiantes matriculados en esa universidad constituirían la población (Arias y Corvino, 2021).

Según Arias y Corvino (2021), una muestra es un subconjunto representativo de una población, seleccionada para participar en un estudio o investigación. Esta selección permite realizar análisis y obtener conclusiones aplicables al conjunto total, sin necesidad de examinar cada miembro de la población en su totalidad. más amplia, seleccionada con el propósito de realizar un estudio y obtener conclusiones sobre dicha población. La muestra debe reflejar las características esenciales de la población para que los resultados obtenidos sean generalizables. En estadística, se utiliza la muestra para inferir propiedades, comportamientos o características del grupo total sin necesidad de estudiar a todos los individuos de la población.

En un muestreo no aleatorio, las personas de un subconjunto no se seleccionan al azar. Este método selecciona elementos con diferentes probabilidades para cada miembro de la población. El muestreo por conveniencia, el muestreo por juicio, el muestreo por cuotas y el muestreo de bolo de nieve son métodos de muestreo no aleatorio. Cuando hay poca información sobre la población o cuando el objetivo es elegir muestras específicas que cumplan con ciertos criterios, estos métodos son útiles (Arias y Corvino, 2021).

Esta investigación consideró como población todos los especímenes de concreto utilizados para probar la hipótesis, siguiendo las normativas ASTM C 882 y NTP 339.034. Para la muestra patrón, se seleccionaron cuatro especímenes para ser evaluados a los 7, 14, 28 y 100 días. Además, para realizar un control estadístico óptimo, se incluyeron 34 especímenes a los 100 días, dado que este es el punto más alto de resistencia final. Para las muestras experimentales con lechada de cemento y Sikadur Gel, se evaluaron 30 especímenes a los 100 días. La utilización de 34 cilindros para los ensayos a los 100 días permitió construir una curva de distribución normal más precisa y proporcionar un análisis estadístico más robusto de las propiedades del concreto a lo largo de un período prolongado. Esta metodología avanzada es crucial para identificar tendencias y comportamientos del material que podrían no ser evidentes con un número menor de especímenes. La elección de un muestreo por conveniencia, un método no probabilístico y no aleatorio, se justificó por su practicidad y eficiencia en el contexto específico de este estudio, garantizando que la selección de los especímenes estuviera alineada con los requisitos y condiciones estipulados por las normativas vigentes. La muestra de investigación fue la siguiente:

**Tabla 2**
*Muestra de la investigación*

f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup>	Días			100	Total
	7	14	28		
Concreto	3	4	4	34	45
Concreto antiguo + concreto nuevo + Sikadur				30	30
Concreto antiguo + concreto nuevo + Lechada				30	30
Cantidad de especímenes de concreto					105

**Nota:** Se elaboraron 105 especímenes de concreto.

Para elaborar el concreto, los agregados se extrajeron de la cantera "Rubén".

### 3.4. Operacionalización o Categorización de las Variables

#### 3.4.1. Variable independiente

- Aditivo Sikadur 32 Gel.
- Lechada de cemento.

#### 3.4.2. Variable dependiente

- Adherencia del concreto nuevo y antiguo.

### 3.4.3. Matriz de consistencia

Tabla 3

Matriz de consistencia de la investigación

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	
Determinación de la adherencia del concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote.	<b>Problema General:</b> ¿Qué adherencia presenta el concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote?	Si se aplica el aditivo Sikadur 32 Gel para la unión de concreto antiguo con nuevo, entonces se espera que la resistencia de adherencia obtenida sea superior a 13 MPa (132.563 kg/cm <sup>2</sup> ), lo cual representaría un incremento en resistencia superior al 20% en comparación con la obtenida mediante el uso exclusivo de lechada de cemento.	<b>Objetivo General:</b> Determinar la adherencia del concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo sikadur 32 gel para Chimbote.	<b>INDEPENDIENTE</b>	
	<b>Problemas Específicos:</b> ¿Qué relación A/C presenta la mezcla del concreto de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> en Chimbote?		<b>Objetivos Específicos:</b> Determinar la relación A/C del concreto de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> de acuerdo con el método ACI 211 y a la norma E.060		Aditivo Sikadur 32 Gel Lechada de cemento
	¿Qué resistencia a la compresión presenta el concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días en Chimbote?		Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días.		<b>DEPENDIENTE</b> Adherencia del concreto nuevo y antiguo.
	¿Qué resistencia a la adherencia exhibe el concreto nuevo y antiguo con la aplicación del aditivo sikadur 32 gel y lechada de cemento?		Determinar la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882.		

### 3.4.4. Operacionalización de variables

**Tabla 4**
*Matriz de operacionalización de variables de la investigación*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición	Técnica
Variable Dependiente: Adherencia del concreto nuevo y antiguo.	Según Curi (2018), es una interacción física que se produce entre dos más de concreto, permitiendo la transferencia y continuidad de esfuerzo y fuerzas entre los dos cuerpos de contacto.	En la adherencia del concreto nuevo y antiguo se tendrá en cuenta la propiedad mecánica de resistencia a la compresión del concreto usado. Luego se identificará el tipo de fractura que presenta la unión del concreto nuevo y antiguo.	Propiedad Mecánica	Resistencia a la Compresión	Fichas de observación-NTP 339.034 – Máquina de compresión axial	Razón-Kg/cm <sup>2</sup>	Observar
			Tipo de Fractura	Adherencia	Fichas de observación-ASTM C 882	Nominal	Comparar
				Resistencia a la Compresión	Fichas de observación-NTP 339.034	Razón-Kg/cm <sup>2</sup>	Comparar
				Adherencia + resistencia a la compresión	Fichas de observación-ASTM C 882	Nominal	Comparar
Variable Independiente: Aditivo Sikadur 32 Gel	Sika (2019) indicó: es un Adhesivo estructural de dos componentes para el control de juntas frías en concretos de diferentes edades.	Para unir concreto nuevo y antiguo se tendrá en cuenta la dosificación, tiempo de aplicación para determinar la resistencia a la adherencia.	Dosificación	Relación en peso de los componentes.	Ficha técnica del producto-Balanza	Razón-gr.	Medir, combinar
			Tiempo de aplicación	Minutos	Ficha técnica del producto-Cronometro	Razón-Min.	Aplicar
			Resistencia a la Adherencia	Tipo de falla	Fichas de observación-ASTM C 882	Nominal	Comparar
				Resistencia a la Compresión	Fichas de observación-NTP 339.034- Máquina de compresión axial	Razón-Kg/cm <sup>2</sup>	Observar
Variable Independiente: Lechada de cemento	Diccionario de Arquitectura y Construcción (2023) indico: Mezcla de cemento y agua. También llamada pasta de cemento.	Para unir concreto nuevo y antiguo se tendrá en cuenta la dosificación y tiempo de aplicación de la lechada de cemento con la finalidad de determinar la resistencia a la adherencia.	Dosificación	Relación agua: cemento	Fichas de observación-NTP 339.034 - Balanza-Mezcladora	Razón-Kg	Medir, combinar
			Tiempo de aplicación	Minutos	Ficha de observación	Razón-Min.	Aplicar
			Resistencia a la Adherencia	Tipo de falla	Fichas de observación-ASTM C 882	Nominal	Comparar
				Resistencia a la Compresión	Fichas de observación-NTP 339.034- Máquina de compresión axial	Razón-kg/cm <sup>2</sup>	Observar

### **3.5. Técnica e Instrumento de recolección de datos**

La técnica de investigación aplicada en este estudio fue la observación, y los instrumentos utilizados fueron fichas de recolección de datos basadas en la normativa vigente, que incluían la NTP 339.034, ASTM C39 y ASTM C 882. Estos instrumentos fueron seleccionados cuidadosamente para asegurar la recolección exacta y metódica de información pertinente, siguiendo los estándares establecidos por las normativas mencionadas. La utilización de estas herramientas proporcionó una base metodológica sólida para la investigación, asegurando la consistencia en la recopilación de datos y permitiendo una comparación adecuada con los criterios establecidos en las normativas aplicables. La confiabilidad y validez de los datos recolectados se garantizarán a través de la supervisión del jefe especialista del laboratorio, la calibración meticulosa de los instrumentos de medición y el uso de un panel fotográfico que documenta visualmente el proceso y los resultados. Este enfoque holístico garantiza la integridad y exactitud de los datos recolectados.

#### **3.5.1. Procedimientos**

Para la determinación de la relación A/C para la mezcla del concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con el apartado del Comité 211 del ACI y a la norma E.060, se realizó lo siguiente:

- Para el diseño de la mezcla se utilizó el apartado del Comité 211 del ACI, el cual ha desarrollado un procedimiento de Diseño de Mezclas; en primer lugar, se determinó la resistencia requerida y el tamaño nominal del agregado. Para alcanzar una consistencia plástica, se consideró un rango de 3 a 4 pulgadas, además, se seleccionó el contenido de aire de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado, siguiendo la tabla 01 del Anexo 02 – “Cantidad de Agua en lts por m<sup>3</sup> del concreto en función al slump y tamaño máximo del agregado”.
- Para determinar el volumen unitario de agua de diseño, se consultó la tabla 01 del Anexo 02 – “Cantidad de Agua en lts por m<sup>3</sup> del concreto en función al slump y tamaño

máximo del agregado”. Luego, se seleccionó la relación agua-cemento necesaria de acuerdo a la tabla 02 del Anexo 02 – “Relacion Agua/Cemento” para alcanzar la resistencia deseada. Se calculó el peso del agregado grueso utilizando el tamaño máximo nominal y el módulo de finura del agregado fino según las tablas proporcionadas por el Comité 211 del ACI. La cantidad de agregado se obtuvo multiplicando el peso unitario por el volumen calculado.

- Los volúmenes absolutos de los materiales sin agregado fino se determinaron multiplicando las cantidades en kilogramos de cada material por su peso específico; a continuación, se obtuvo el volumen total de la mezcla sumando estos volúmenes. Este procedimiento aseguró que cada componente estuviera adecuadamente proporcionado, garantizando así la homogeneidad y calidad del diseño final.
- El volumen del agregado fino se calculó restando el sumatorio del volumen de la mezcla a la unidad. Luego, este volumen se multiplicó por su peso específico para obtener la cantidad de agregado fino. Este cálculo permitió asegurar que el agregado fino estuviera correctamente proporcionado en la mezcla final
- Se realizaron correcciones por humedad para los valores de cada material, utilizando los datos de humedad y absorción. Este proceso se aplicó tanto al agregado grueso como al agregado fino.
- Se realizaron correcciones por humedad para los valores de cada material, utilizando los datos de humedad y absorción; este proceso se aplicó tanto al agregado grueso como al agregado fino. Esto garantizó que las proporciones de agua en la mezcla fueran precisas, ajustando así las cantidades de cada componente para mantener la calidad y consistencia del diseño.
- Con los valores corregidos, se obtuvo la relación A/C para la mezcla de concreto.



Para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días, se realizó lo siguiente:

- Una vez obtenido el diseño de mezcla, se procedió a fabricar los especímenes de concreto cilíndricos conforme a la norma NTP 339.183.
- Se requirieron moldes con las características especificadas en la norma, una varilla lisa de acero con forma semiesférica y punta redondeada, así como una mezcladora tipo trompo eléctrico y balanzas.
- Los materiales se pesaron de acuerdo con la resistencia requerida, siguiendo la dosificación establecida en el diseño de mezcla.
- Se vertieron el agua y la piedra en la mezcladora, seguidos de la arena y el cemento de manera alternada. La mezcla se llevó a cabo a una velocidad constante de 27.7 RPM durante 3 minutos. Luego, se dejó reposar durante 3 minutos y se culminó con 2 minutos adicionales de mezclado, ya que tiempos de mezcla inferiores pueden resultar en una pérdida de resistencia del concreto endurecido.
- Después de la mezcla, se realizó el ensayo de cono de Abrams para verificar el asentamiento de la mezcla.
- El concreto se colocó en los moldes en tres capas iguales, realizando 25 pasadas uniformes con la varilla en cada capa.
- Se golpeó suavemente el molde de 10 a 15 veces con un martillo de goma para evitar la formación de vacíos.
- Se niveló el exceso de mezcla con la varilla de compactación y se dio un acabado con la espátula, logrando así una superficie plana y lisa. Este procedimiento aseguró que la mezcla quedara uniforme y adecuada para las siguientes etapas del proceso.
- Se detallaron el número de especímenes, la fecha y el tipo de dosificación.
- Después de 24 horas, se desmoldaron los especímenes y se sumergieron completamente

en agua para el proceso de curado, manteniéndolos durante 7, 14 y 28 días. Posteriormente, se ensayaron en la máquina de compresión axial para evaluar su resistencia.

- Se prepararon superficies de prueba (generalmente en forma de probetas) con el concreto.
- Después de un período específico (7, 14, 28 y 100 días), se realizaron ensayos de adherencia según el método establecido.
- Se registraron y analizaron los resultados obtenidos de cada ensayo.

Para la determinación de la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882, se realizó lo siguiente:

- Para desarrollar este ensayo se procedió con lo siguiente, después de elaborar las muestras patrón se procedió a elaborar una primera etapa de probetas, esta elaboración consistió en realizar el mismo procedimiento que las muestras patrón, solo que estas se realizaron en moldes de dimensiones diámetro de 3” y una altura de 6” de acuerdo a lo que indica la ASTM C882. Posteriormente al curado de los 28 días se realizó el corte inclinado a 60° con respecto al eje horizontal.
- Se procedió a preparar el epóxico adherente Sikadur 32 Gel según indica el fabricante, la mezcla fue de manera manual hasta que se logró una mezcla homogénea, luego se aplicó con una brocha el epóxico en una superficie limpia, esto se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Después se realizó la preparación del concreto con el mismo diseño y procedimiento de la primera etapa, y se procedió a colocar la probeta en el molde, se llenó el molde en 3 capas, cada capa de concreto fresco fue varillada, este proceso se hizo con todas las etapas a evaluar.

- El mismo procedimiento se realizó para las probetas unidas con lechada de cemento.
- Después de realizar la unión de concreto fresco con el antiguo se desmoldó después de 1 día y paso a curar, después del tiempo de curado se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión, en su edad respectiva de ensayo.

### **3.6. Técnicas de análisis de resultados**

Se emplearon las siguientes técnicas de análisis de resultados:

Primero, se determinó la relación agua/cemento (A/C) del concreto con  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, según el método ACI 211 y la norma E.060. Para analizar las proporciones utilizadas, se aplicó estadística descriptiva, calculando la media, mediana, desviación estándar y rango, lo que permitió describir los valores promedio y la variabilidad de la relación A/C en las mezclas preparadas.

A continuación, se evaluó la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28 y 100 días. La regresión lineal se utilizó para modelar la resistencia en función del tiempo de curado, lo que permitió prever la resistencia del concreto a edades mayores basándose en los datos obtenidos.

Finalmente, se determinó la resistencia de adherencia en la unión de concreto antiguo y nuevo, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y la lechada de cemento, conforme a la norma ASTM C 882. Se empleó estadística descriptiva para calcular la media, desviación estándar y rango de la resistencia de adherencia, describiendo así los valores promedio y la variabilidad asociados a los diferentes métodos de tratamiento.



**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS  
Y  
DISCUSIÓN**

## Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

#### 4.1.1 Determinación de la relación A/C del concreto de $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con el método ACI 211 y a la norma E.060.

En la Tabla 5 se presenta la proporción en peso de los componentes clave de una mezcla de concreto, incluyendo cemento, arena, piedra y agua. Estas proporciones son esenciales para lograr las características deseadas en el concreto, como la resistencia y la trabajabilidad. El cemento, con una proporción base de 1.00, actúa como el aglutinante principal, mientras que los demás componentes se cuantifican en relación a esta base. La arena, con una proporción de 2.12 veces el peso del cemento, aporta volumen, mejora la trabajabilidad y reduce la formación de grietas durante el secado y curado. El agregado grueso, representado por la piedra, en una proporción de 2.61 veces el peso del cemento, minimiza la contracción y expansión causadas por fluctuaciones térmicas. El agua, con 23.73 litros por saco de cemento, es crucial para la hidratación del cemento y tiene un impacto significativo en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto. Esta proporción se determina a partir de las características físicas de los agregados pétreos extraídos de la cantera "Rubén" y se verifica mediante el diseño de mezcla según el método ACI 211, como se detalla en el Anexo 01.

**Tabla 5**

*Proporción en peso del diseño de mezcla del concreto*

Diseño de mezcla del concreto	
Componente	Proporción (en peso)
R A/C:	0.558
Cemento	1
Arena	2.12
Piedra	2.61
Agua	23.73lt/saco

#### 4.1.2 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días.

En la Tabla 6 se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días. En este intervalo temprano, se espera que las probetas alcancen al menos el 65% de la resistencia a la compresión especificada para los 28 días, equivalente a 294 kg/cm<sup>2</sup> (210 + 84 kg/cm<sup>2</sup>). La probeta Patrón - M01 registra una resistencia de 229.32 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 78% del valor de diseño. La probeta Patrón - M02 alcanza una resistencia de 244.96 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 83.32% de la resistencia de diseño. Finalmente, la probeta Patrón - M03 muestra una resistencia de 232.37 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 79.04% del valor proyectado.

**Tabla 6**

*Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 7 días*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	%
1	Patrón - M01	41340	180.27	229.32	294	78.00%
2	Patrón - M02	44860	183.13	244.96	294	83.32%
3	Patrón - M03	42110	181.22	232.37	294	79.04%

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la resistencia a la compresión del concreto de la muestra patrón a los 14 días de curado. Teóricamente, se espera que a los 14 días el concreto alcance aproximadamente el 90% de su resistencia de diseño. Los datos indican que la probeta Patrón - M01 soporta una carga de 58,810 kg en un área de 180.27 cm<sup>2</sup>, resultando en una resistencia a la compresión de 326.23 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 110.96% de la resistencia de diseño esperada de 294 kg/cm<sup>2</sup>. De manera similar, la probeta Patrón - M02, con una carga de 60,090 kg sobre 183.13 cm<sup>2</sup>, alcanza una resistencia de 328.13 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 111.61% de la resistencia de diseño. La probeta Patrón - M03 muestra la mayor resistencia entre las evaluadas, con 342.27 kg/cm<sup>2</sup> a partir de una carga de 62,680 kg, lo que corresponde al 116.42% de la resistencia de diseño. Finalmente, la probeta Patrón - M04, con un área de 181.22 cm<sup>2</sup>, también supera la resistencia de diseño con 313.98 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 106.80% de la misma.

**Tabla 7**
*Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 14 días*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	%
1	Patrón - M01	58810	180.27	326.23	294	110.96%
2	Patrón - M02	60090	183.13	328.13	294	111.61%
3	Patrón - M03	62680	183.13	342.27	294	116.42%
4	Patrón - M04	56900	181.22	313.98	294	106.80%

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado para cuatro probetas. Se espera que en este periodo el concreto alcance el 100% de su resistencia de diseño, estimada en 294 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, los resultados muestran que todas las muestras superan este valor. La probeta Patrón - M01 soporta una carga de 54,140 kg y alcanza una resistencia de 302.32 kg/cm<sup>2</sup> en un área de 179.08 cm<sup>2</sup>, lo que representa el 102.83% de la resistencia de diseño. De manera similar, la probeta Patrón - M02, con una carga de 54,070 kg sobre 181.46 cm<sup>2</sup>, logra una resistencia de 297.97 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 101.35% de la resistencia de diseño. La probeta Patrón - M03, bajo una carga de 55,600 kg en un área de 182.29 cm<sup>2</sup>, alcanza una resistencia de 305.01 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia de diseño en un 103.74%. Finalmente, la probeta Patrón - M04 presenta una resistencia de 306.30 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 104.18% de la resistencia de diseño, tras soportar una carga de 55,180 kg en un área de 180.15 cm<sup>2</sup>.

**Tabla 8**
*Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 28 días*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	%
1	Patrón - M01	54140	179.08	302.32	294	102.83%
2	Patrón - M02	54070	181.46	297.97	294	101.35%
3	Patrón - M03	55600	182.29	305.01	294	103.74%
4	Patrón - M04	55180	180.15	306.30	294	104.18%

En la Tabla 9 se presentan los resultados de resistencia a la compresión del concreto a los 100 días para 34 probetas, con valores que oscilan entre 337.00 y 409.44 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados destacan un rendimiento superior del material, ya que la mayoría de las probetas superan los 350 kg/cm<sup>2</sup>. En particular, las probetas Patrón - M17 y Patrón - M20 alcanzan resistencias superiores a 400 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una calidad excepcional del concreto.

**Tabla 9**

*Resistencia a la compresión de la muestra patrón - 100 días*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm2)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Patrón - M01	62630	179.67	348.58
2	Patrón - M02	62010	180.41	343.72
3	Patrón - M03	63580	180.39	352.46
4	Patrón - M04	63400	180.31	351.62
5	Patrón - M05	60430	179.32	337.00
6	Patrón - M06	67700	179.67	376.80
7	Patrón - M07	64700	179.08	361.29
8	Patrón - M08	67560	179.55	376.27
9	Patrón - M09	66440	179.82	369.48
10	Patrón - M10	65220	179.08	364.19
11	Patrón - M11	66180	179.32	369.06
12	Patrón - M12	65840	178.60	368.65
13	Patrón - M13	65700	179.39	366.24
14	Patrón - M14	66200	178.84	370.16
15	Patrón - M15	64960	179.32	362.26
16	Patrón - M16	65810	179.08	367.49
17	Patrón - M17	73630	179.98	409.10
18	Patrón - M18	71190	180.01	395.48
19	Patrón - M19	72710	180.65	402.49
20	Patrón - M20	73400	179.27	409.44
21	Patrón - M21	71250	179.08	397.87
22	Patrón - M22	72400	179.32	403.75
23	Patrón - M23	71870	179.55	400.28
24	Patrón - M24	72040	179.79	400.69
25	Patrón - M25	71800	179.43	400.16
26	Patrón - M26	71680	179.32	399.73
27	Patrón - M27	69550	181.46	383.28
28	Patrón - M28	67840	182.18	372.38
29	Patrón - M29	72100	181.46	397.33
30	Patrón - M30	67280	180.98	371.75
31	Patrón - M31	69400	179.51	386.61
32	Patrón - M32	68120	179.74	378.99
33	Patrón - M33	68600	179.08	383.07
34	Patrón - M34	69050	179.65	384.36



En la Tabla 10 se presentan los parámetros estadísticos de la resistencia a la compresión de la muestra patrón a los 28 días. La media y el promedio son de 378.29 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una distribución simétrica. La mediana, de 376.54 kg/cm<sup>2</sup>, muestra que la mitad de las muestras tienen una resistencia menor y la otra mitad, mayor. Los valores extremos son 409.44 kg/cm<sup>2</sup> (máximo) y 337.00 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo), con una variabilidad de 72.44 kg/cm<sup>2</sup>. La desviación estándar, de 19.73 kg/cm<sup>2</sup>, refleja la dispersión alrededor de la media. Un coeficiente de variación del 5.216% indica baja variabilidad, sugiriendo buena precisión y consistencia en las mediciones.

**Tabla 10**

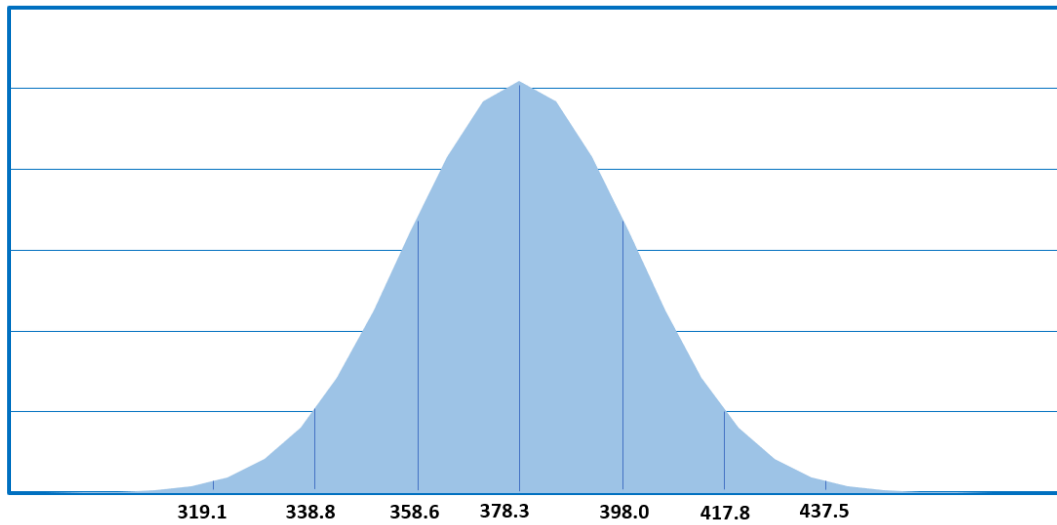
*Parámetros estadísticos de Resistencia a la compresión de la muestra patrón – 28 días*

<b>Parámetros estadísticos</b>	
Cuenta	34.00
Media	378.29
Mediana	376.54
Máximo	409.44
Mínimo	337.00
Promedio	378.29
Desviación estándar	19.73
Coeficiente de Variación	5.216

En la Figura 7 se presenta la curva de distribución normal de la muestra patrón para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esta gráfica permite evaluar la probabilidad de que la resistencia a la compresión real se encuentre dentro de determinados intervalos, según distintos niveles de confianza. Con un nivel de confianza del 68%, se determina que la resistencia a la compresión es altamente probable que se sitúe entre 358.6 y 398.0 kg/cm<sup>2</sup>, representando el intervalo más probable para una muestra individual, según la distribución normal. Al incrementar el nivel de confianza al 95.1%, el intervalo se amplía a 338.8 y 417.8 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando una mayor certeza en la estimación de la resistencia. Con un nivel de confianza del 99.7%, el intervalo proyectado se extiende de 319.1 a 437.5 kg/cm<sup>2</sup>, lo que sugiere una casi total certeza de que la resistencia a la compresión de cualquier muestra se ubicará dentro de estos límites, abarcando las variaciones más extremas posibles.

**Figura 7**

*Curva de distribución normal de la muestra patrón*



**4.1.3 Determinación la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882.**

En la Tabla 11 se presentan los resultados de la resistencia a la adherencia para diferentes relaciones agua/cemento (A/C) y lechada de cemento, con un total de 12 probetas. Las relaciones A/C evaluadas fueron 0.35, 0.40, 0.50 y 0.56, con resistencias a la adherencia que varían entre 113.35 kg/cm<sup>2</sup> y 155.93 kg/cm<sup>2</sup>. Los testigos con una relación A/C de 0.35 registran una resistencia promedio de 141.90 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que aquellos con una relación A/C de 0.40 alcanzan la mayor resistencia promedio, 147.07 kg/cm<sup>2</sup>, considerada óptima. En contraste, los testigos con relaciones A/C de 0.50 y 0.56 presentan resistencias promedio de 119.24 kg/cm<sup>2</sup> y 122.36 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, indicando una menor adherencia. Las relaciones A/C más bajas (0.35 y 0.40) demuestran una mejor calidad de la lechada de cemento y mayor cohesión entre materiales, mientras que las relaciones más altas (0.50 y 0.56) muestran una menor adherencia y potencialmente una menor durabilidad. La baja variabilidad dentro de cada grupo sugiere consistencia en las pruebas. Se recomienda una relación A/C de 0.40 para maximizar la adherencia en mezclas de concreto, asegurando calidad y durabilidad.

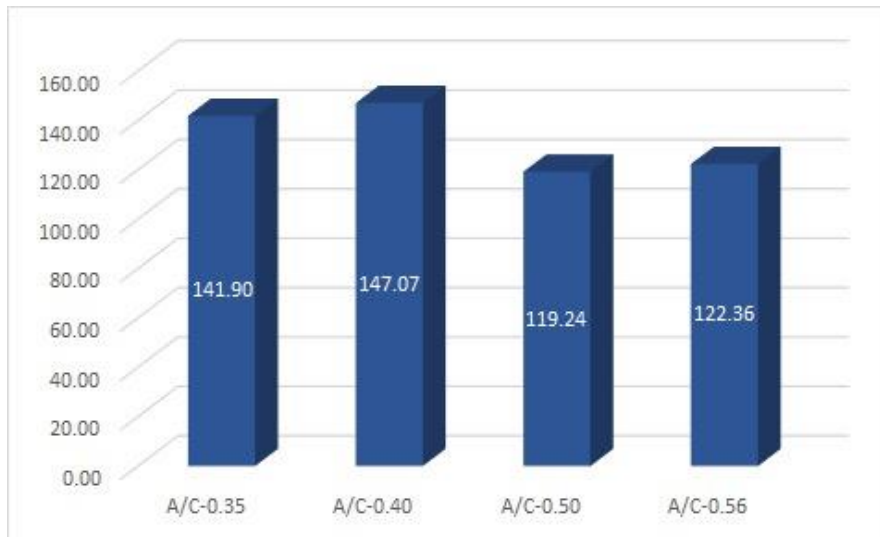
**Tabla 11**
*Resistencia a la adherencia de distintas relaciones A/C-lechada de cemento*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A/C-0.40-P01	13930	98.25	141.78
2	A/C-0.40-P02	14200	98.96	143.49
3	A/C-0.40-P03	15320	98.25	155.93
4	A/C-0.50-P04	11590	98.02	118.24
5	A/C-0.50-P05	11180	98.25	113.79
6	A/C-0.50-P06	12350	98.25	125.70
7	A/C-0.56-P07	12450	98.49	126.41
8	A/C-0.56-P08	11190	98.72	113.35
9	A/C-0.56-P09	12540	98.49	127.32
10	A/C-0.35-P10	14280	99.67	143.27
11	A/C-0.35-P11	13750	98.96	138.95
12	A/C-0.35-P12	14200	98.96	143.49

Al observar la Figura 8, se evidencian los resultados de resistencia a la adherencia de diferentes proporciones de agua a cemento (A/C) en lechadas de cemento. Los resultados muestran variaciones significativas en la resistencia a la adherencia según la relación A/C utilizada. Los testigos con una relación A/C de 0.40, identificados como P01, P02 y P03, presentan la resistencia promedio más alta de 147.07 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que esta relación es óptima para la calidad y cohesión del material. En contraste, las muestras con relaciones A/C de 0.50 y 0.56 muestran resistencias promedio de 119.24 kg/cm<sup>2</sup> y 122.36 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo que sugiere una disminución en la adherencia a medida que aumenta la relación A/C. Las muestras con una relación A/C de 0.35, representadas por los testigos P10, P11 y P12, también presentan una resistencia relativamente alta con un promedio de 141.90 kg/cm<sup>2</sup>, aunque ligeramente inferior a la relación de 0.40. Este patrón de resultados subraya la importancia de mantener la relación A/C en niveles óptimos para maximizar la calidad del concreto.

**Figura 8**

*Resistencia a la adherencia promedio de distintas relaciones A/C-lechada de cemento.*



La Tabla 12 revela que la aplicación de Sikadur-32 en 30 muestras de concreto resulta en una resistencia a la adherencia que supera significativamente el mínimo establecido de 132.563 kg/cm<sup>2</sup> por el proveedor. Las cargas aplicadas oscilan entre 11,510 kg y 16,680 kg, con áreas de muestra entre 97.08 cm<sup>2</sup> y 100.37 cm<sup>2</sup>. La resistencia a la adherencia registrada varía entre 116.59 kg/cm<sup>2</sup> y 169.36 kg/cm<sup>2</sup>, con porcentajes de resistencia que fluctúan entre el 87.95% y el 127.76%. Entre los testigos con mayor resistencia destacan Sikadur-P18 con 169.36 kg/cm<sup>2</sup> (127.76%), Sikadur-P17 con 164.50 kg/cm<sup>2</sup> (124.09%) y Sikadur-P21 con 163.95 kg/cm<sup>2</sup> (123.67%). En contraste, los testigos con menor resistencia incluyen Sikadur-P02 con 116.59 kg/cm<sup>2</sup> (87.95%), Sikadur-P30 con 121.37 kg/cm<sup>2</sup> (91.56%) y Sikadur-P28 con 124.60 kg/cm<sup>2</sup> (93.99%). En promedio, la resistencia a la adherencia de las muestras es de aproximadamente 142.03 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia mínima de 132.563 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demuestran que Sikadur-32 proporciona una buena adherencia en la mayoría de las muestras, aunque se observan variaciones significativas. La efectividad de Sikadur-32 es evidente, ya que la mayoría de los testigos superan la resistencia mínima requerida.

**Tabla 12**
*Resistencia a la adherencia de la muestra con Sikadur-32*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la adherencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima (kg/cm <sup>2</sup> )	%
1	Sikadur-P01	12830	98.72	129.96	132.563	98.04%
2	Sikadur-P02	11510	98.72	116.59	132.563	87.95%
3	Sikadur-P03	13220	97.55	135.52	132.563	102.23%
4	Sikadur-P04	12580	98.72	127.43	132.563	96.13%
5	Sikadur-P05	12400	98.25	126.21	132.563	95.21%
6	Sikadur-P06	12650	98.49	128.44	132.563	96.89%
7	Sikadur-P07	13020	98.25	132.52	132.563	99.97%
8	Sikadur-P08	12360	98.02	126.10	132.563	95.12%
9	Sikadur-P09	14590	98.49	148.14	132.563	111.75%
10	Sikadur-P10	15300	99.9	153.15	132.563	115.53%
11	Sikadur-P11	14340	99.67	143.87	132.563	108.53%
12	Sikadur-P12	14710	98.96	148.65	132.563	112.14%
13	Sikadur-P13	14660	98.96	148.14	132.563	111.75%
14	Sikadur-P14	14250	98.96	144.00	132.563	108.63%
15	Sikadur-P15	14500	98.49	147.22	132.563	111.06%
16	Sikadur-P16	15020	98.49	152.50	132.563	115.04%
17	Sikadur-P17	15970	97.08	164.50	132.563	124.09%
18	Sikadur-P18	16680	98.49	169.36	132.563	127.76%
19	Sikadur-P19	15630	100.37	155.72	132.563	117.47%
20	Sikadur-P20	15990	98.25	162.75	132.563	122.77%
21	Sikadur-P21	16070	98.02	163.95	132.563	123.68%
22	Sikadur-P22	15600	98.25	158.78	132.563	119.78%
23	Sikadur-P23	15400	98.02	157.11	132.563	118.52%
24	Sikadur-P24	15940	97.78	163.02	132.563	122.98%
25	Sikadur-P25	12530	99.67	125.71	132.563	94.83%
26	Sikadur-P26	13040	99.67	130.83	132.563	98.69%
27	Sikadur-P27	12400	98.96	125.30	132.563	94.52%
28	Sikadur-P28	12360	99.2	124.60	132.563	93.99%
29	Sikadur-P29	12800	98.96	129.35	132.563	97.58%
30	Sikadur-P30	12040	99.2	121.37	132.563	91.56%

La Tabla 13 presenta los tipos de fallas observadas en muestras de concreto unidas con Sikadur-32, identificando cinco categorías distintas. No se registran fallas del tipo "cono" puro, lo que sugiere la ausencia de debilidades intrínsecas en la punta de las muestras, comúnmente asociadas con problemas de compresión. Se observa una única falla combinada "cono y herradura", posiblemente causada por la combinación de compresión y tensiones laterales. Por otro lado, la falla "cono y corte" se identifica en cuatro muestras, lo que indica deficiencias tanto en la resistencia del concreto como en la adherencia con el adhesivo, señalando un desempeño subóptimo de la matriz del concreto y la interfaz de unión. La falla más prevalente

es la de "corte", con 22 instancias, lo que sugiere problemas significativos en la adherencia entre el concreto antiguo y el nuevo. Dado que el corte compromete principalmente la interfaz adhesiva, estos resultados apuntan a la necesidad de revisar la técnica de aplicación del Sikadur-32 o las condiciones de curado. Finalmente, se reportan tres casos de fallas "columnares", asociados con deficiencias en la integridad vertical a lo largo de la muestra.

**Tabla 13**

*Identificación de fallas en la muestra con Sikadur-32*

Falla	Cantidad
a Cono	0
b Cono y herradura	1
c Cono y corte	4
d Corte	22
e Columnar	3

La Tabla 14 presenta los parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia de 30 muestras tratadas con Sikadur-32. La media y el promedio de la resistencia son 142.03 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una distribución simétrica. La mediana, de 143.94 kg/cm<sup>2</sup>, sugiere que la mitad de las muestras tiene una resistencia superior y la otra mitad inferior a este valor. La resistencia máxima registrada es de 169.36 kg/cm<sup>2</sup> y la mínima de 116.59 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una variabilidad de 52.77 kg/cm<sup>2</sup>. La desviación estándar, de 15.62 kg/cm<sup>2</sup>, y el coeficiente de variación, de 10.997%, indican una variabilidad moderada. La mayoría de las muestras supera la resistencia mínima de 132.563 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra una buena adherencia con Sikadur-32, aunque la variabilidad observada sugiere diferencias significativas en las condiciones de prueba o preparación.

**Tabla 14**

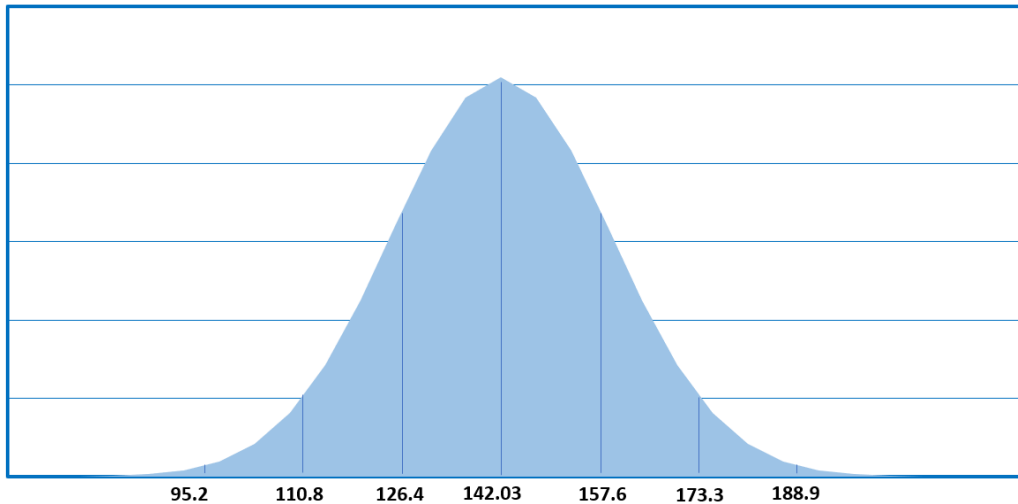
*Parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia en las muestras con Sikadur-32*

Parámetros estadísticos	
Cuenta	30.00
Media	142.03
Mediana	143.94
Máximo	169.36
Mínimo	116.59
Promedio	142.03
Desviación estándar	15.62
Coefficiente de Variación	10.997

En la Figura 9 se presenta la curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras tratadas con Sikadur-32. Con un nivel de confianza del 68%, se observa que la resistencia a la adherencia de las muestras se concentra en torno a la media, con una variabilidad moderada. Este nivel de confianza abarca la mayoría de los datos, lo que indica que la mayoría de las mediciones de resistencia se encuentran cercanas a la media de 142.03 kg/cm<sup>2</sup>. Al ampliar el nivel de confianza al 95.10%, el rango de la curva se expande, abarcando una mayor variabilidad en los datos. Este rango incluye prácticamente todas las mediciones significativas de resistencia a la adherencia, extendiéndose aproximadamente desde 110.8 hasta 173.3 kg/cm<sup>2</sup>, lo que refleja una mayor dispersión en los valores, pero manteniendo la mayoría de las mediciones dentro de límites aceptables. Finalmente, con un nivel de confianza del 99.70%, la curva abarca casi la totalidad de la distribución de datos, incluyendo las mediciones más extremas de resistencia a la adherencia. Este nivel de confianza cubre un rango de aproximadamente 95.2 a 188.9 kg/cm<sup>2</sup>, reflejando la variabilidad total en las mediciones.

**Figura 9**

*Curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras con Sikadur-32.*



La Tabla 15 presenta los resultados de la resistencia a la adherencia de muestras de concreto unidas con lechada de cemento con una relación agua/cemento (A/C) de 0.40. Se evalúan 30 testigos, y 29 superan la resistencia mínima especificada de 132.563 kg/cm<sup>2</sup>. Los datos muestran que las resistencias a la adherencia oscilan entre el 97.34% y el 141.98% de la resistencia mínima recomendada. En particular, el testigo A/C-0.40 - M19 registra la resistencia más alta, con un valor de 188.21 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 141.98% de la cifra de referencia.

**Tabla 15**

*Resistencia a la adherencia de la muestra con lechada de cemento-A/C:040*

Nº	Testigo	Carga (Kg)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima (kg/cm <sup>2</sup> )	%
1	A/C-0.40 - M01	12770	98.96	129.04	132.563	97.34%
2	A/C-0.40 - M02	13160	98.49	133.62	132.563	100.80%
3	A/C-0.40 - M03	14100	98.02	143.85	132.563	108.51%
4	A/C-0.40 - M04	14390	98.25	146.46	132.563	110.48%
5	A/C-0.40 - M05	15200	98.02	155.07	132.563	116.98%
6	A/C-0.40 - M06	14850	98.02	151.50	132.563	114.29%
7	A/C-0.40 - M07	14600	98.72	147.89	132.563	111.56%
8	A/C-0.40 - M08	14580	98.02	148.75	132.563	112.21%
9	A/C-0.40 - M09	16840	98.49	170.98	132.563	128.98%
10	A/C-0.40 - M10	16750	98.02	170.88	132.563	128.90%
11	A/C-0.40 - M11	15990	99.2	161.19	132.563	121.60%
12	A/C-0.40 - M12	14790	98.49	150.17	132.563	113.28%
13	A/C-0.40 - M13	15600	97.78	159.54	132.563	120.35%
14	A/C-0.40 - M14	15240	98.02	155.48	132.563	117.29%
15	A/C-0.40 - M15	16040	97.55	164.43	132.563	124.04%
16	A/C-0.40 - M16	15440	97.78	157.91	132.563	119.12%
17	A/C-0.40 - M17	16860	99.2	169.96	132.563	128.21%



18	A/C-0.40 - M18	18370	98.96	185.63	132.563	140.03%
19	A/C-0.40 - M19	18670	99.2	188.21	132.563	141.98%
20	A/C-0.40 - M20	16890	100.14	168.66	132.563	127.23%
21	A/C-0.40 - M21	17200	99.43	172.99	132.563	130.50%
22	A/C-0.40 - M22	16700	98.72	169.17	132.563	127.61%
23	A/C-0.40 - M23	16860	98.96	170.37	132.563	128.52%
24	A/C-0.40 - M24	17020	99.2	171.57	132.563	129.43%
25	A/C-0.40 - M25	14160	99.9	141.74	132.563	106.92%
26	A/C-0.40 - M26	13590	99.2	137.00	132.563	103.35%
27	A/C-0.40 - M27	13660	98.96	138.04	132.563	104.13%
28	A/C-0.40 - M28	14800	98.96	149.56	132.563	112.82%
29	A/C-0.40 - M29	13700	98.72	138.78	132.563	104.69%
30	A/C-0.40 - M30	14050	55.68	141.63	132.563	106.84%

La Tabla 16 muestra el tipo y la frecuencia de las fallas observadas en las muestras de concreto unidas con lechada de cemento con una relación A/C de 0.40. No se detectan fallas de tipo "cono" puro, lo que sugiere que no hay debilidades significativas en términos de compresión pura. Sin embargo, se identifican 12 fallas combinadas de "cono y herradura", lo que indica problemas tanto en la resistencia del material como en la adherencia entre capas de concreto, sugiriendo una interacción compleja de fuerzas que comprometen la integridad estructural. No se observan fallas de tipo "cono y corte", lo que sugiere que cuando falla la adherencia, no es debido a la resistencia del material, sino posiblemente a la calidad de la adhesión o la aplicación de la lechada. Se contabilizan 5 fallas de tipo "corte", relacionadas directamente con la adherencia. Este número relativamente bajo, en comparación con las fallas "cono y herradura", indica que, aunque existen problemas de adherencia, no son la causa principal de las fallas en la mayoría de las muestras. La categoría más común es la falla "columnar", con 13 casos, lo que refleja posibles problemas verticales en la integridad de las muestras.

**Tabla 16**

*Identificación de fallas en la muestra con lechada de cemento A/C: 0.40*

Falla	Cantidad	
a	Cono	0
b	Cono y herradura	12
c	Cono y corte	0
d	Corte	5
e	Columnar	13

La Tabla 17 presenta los parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia en 30 muestras tratadas con lechada de cemento con una relación agua/cemento (A/C) de 0.40. Los resultados muestran una media de resistencia de 156.33 kg/cm<sup>2</sup>, con un valor máximo de 188.21 kg/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 129.04 kg/cm<sup>2</sup>. La mediana, cercana a la media con 155.27 kg/cm<sup>2</sup>, sugiere una distribución simétrica de los datos. La desviación estándar de 15.32 kg/cm<sup>2</sup> y el coeficiente de variación del 9.802% reflejan una variabilidad moderada, indicando buena consistencia en las mediciones de resistencia a la adherencia.

**Tabla 17**

*Parámetros estadísticos de la resistencia a la adherencia en las muestras con lechada de cemento A/C: 0.40*

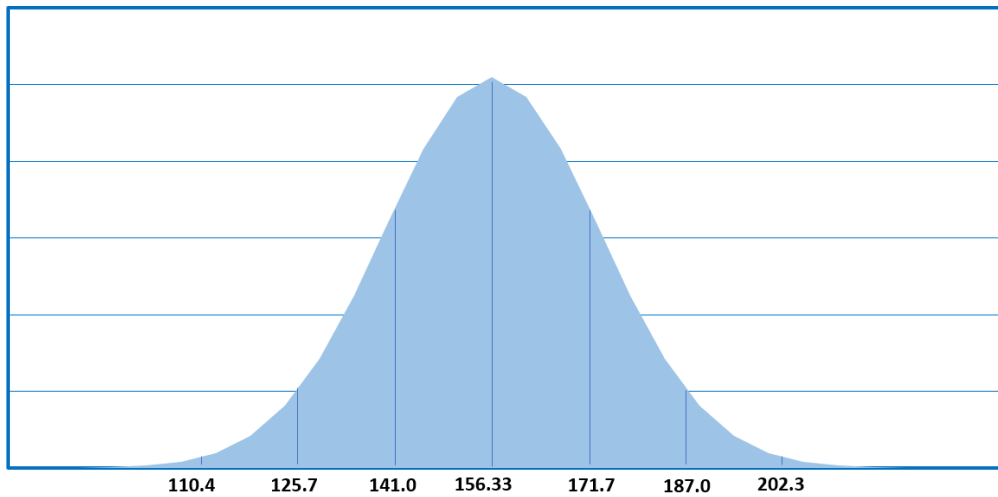
Parámetros estadísticos	
Cuenta	30.00
Media	156.33
Mediana	155.27
Máximo	188.21
Mínimo	129.04
Promedio	156.33
Desviación estándar	15.32
Coeficiente de Variación	9.802

En la Figura 10 se muestra la curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras tratadas con lechada de cemento con una relación agua/cemento (A/C) de 0.40. La curva refleja una distribución simétrica de los datos, centrada en torno a la media de 156.33 kg/cm<sup>2</sup>. Con un nivel de confianza del 68%, el intervalo de resistencia se sitúa entre 141.0 kg/cm<sup>2</sup> y 171.7 kg/cm<sup>2</sup>, abarcando la mayoría de los datos y sugiriendo que la mayoría de las mediciones se encuentran cerca de la media. Al aumentar el nivel de confianza al 95.10%, el intervalo se amplía, cubriendo desde 125.7 kg/cm<sup>2</sup> hasta 187.0 kg/cm<sup>2</sup>. Este rango más amplio incluye prácticamente todas las mediciones significativas de resistencia, reflejando una mayor dispersión en los valores, pero manteniendo la mayoría de las mediciones dentro de límites aceptables. Finalmente, con un nivel de confianza del 99.70%, el intervalo se extiende desde

110.4 kg/cm<sup>2</sup> hasta 202.3 kg/cm<sup>2</sup>, abarcando casi toda la distribución de datos, incluyendo las mediciones más extremas de resistencia a la adherencia.

**Figura 10**

*Curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia en las muestras con lechada de cemento A/C: 0.40*



#### 4.1.4 Prueba de la hipótesis

La hipótesis de la investigación: Si se aplica el aditivo Sikadur 32 Gel para la unión de concreto antiguo con nuevo, entonces se espera que la resistencia de adherencia obtenida sea superior a 13 MPa (132.563 kg/cm<sup>2</sup>), lo cual representaría un incremento en resistencia superior al 20% en comparación con la obtenida mediante el uso de lechada de cemento.

Sobre la base de la curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia, que fue presentada en la Figura 9, y los datos contenidos en la Tabla 18, se determinó que había una probabilidad del 99.70% de que las muestras tratadas con Sikadur alcanzaran una resistencia mínima a la adherencia de 95.2 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor resultó ser inferior a la resistencia mínima de 132.563 kg/cm<sup>2</sup> establecida por el proveedor.

**Tabla 18**

*Probabilidad de ocurrencia de la resistencia a la adherencia de las muestras con Sikadur-32*

PORCENTAJE	INTERVALO	
	A	B
68.00%	126.4	157.6
95.10%	110.8	173.3
99.70%	95.2	188.9

A través de la curva de distribución normal de la resistencia a la adherencia, que fue presentada en la Figura 10, y los datos contenidos en la Tabla 19, se determinó que había una probabilidad del 99.70% de que las muestras tratadas con lechada de cemento A/C 0.40 alcanzaran una resistencia a la adherencia de 110.4kg/cm<sup>2</sup> siendo superior a la resistencia obtenida por las muestras con Sikadur.

**Tabla 19**

*Probabilidad de ocurrencia de la resistencia a la adherencia de las muestras con lechada de cemento A/C: 0.40*

PORCENTAJE	INTERVALO	
	A	B
68.00%	141.0	171.7
95.10%	125.7	187.0
99.70%	110.4	202.3

Al no cumplirse la condición de que la resistencia a la adherencia de las muestras con Sikadur (95.2 kg/cm<sup>2</sup>) superará en un 20% a la resistencia obtenida por las muestras con lechada de cemento A/C 0.40 (110.4 kg/cm<sup>2</sup>), se determina el rechazo de la hipótesis de la investigación.

## 4.2 Discusión

En base en lo establecido en el ítem 4.1.4, la hipótesis de la investigación fue rechazada, evidenciando la superioridad en cuanto resistencia a la adherencia de la lechada de cemento frente al aditivo Sikadur 32 Gel.

Claudio y Córdova (2023) reportaron un aumento del 41.57% en la resistencia a la compresión al utilizar Sikadur 32 Gel, alcanzando 288.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, frente a los 204.09 kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón. En contraste, los resultados de esta investigación muestran que, aunque la resistencia a la compresión de la muestra patrón fue mayor (302.9 kg/cm<sup>2</sup>), la muestra tratada con Sikadur 32 Gel presentó una resistencia menor, de 254.46 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una disminución del 15.99%. Estos resultados evidencian que, a diferencia de lo reportado por Claudio y Córdova (2023), el uso de Sikadur 32 Gel no mejora consistentemente la resistencia a la compresión del concreto y, en algunos casos, puede reducirla. Estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar cuidadosamente las variables que afectan el rendimiento del Sikadur 32 Gel. La eficacia del aditivo depende de las condiciones específicas de cada estudio, lo que subraya la necesidad de realizar más investigaciones para optimizar su uso en aplicaciones prácticas. Los resultados de esta investigación difieren de los de Claudio y Córdova (2023) en cuanto a la eficacia del Sikadur 32 Gel, destacando la importancia de considerar las particularidades de cada contexto al evaluar el rendimiento de este aditivo.

Chalán y Sánchez (2023) determinaron que la resistencia a la compresión de la muestra patrón a los 28 días era de 214 kg/cm<sup>2</sup>. Además, a los 56 días, la resistencia a la compresión con el uso del aditivo Sikadur 32 Gel alcanzó 197 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representó una disminución del 8.37% en comparación con la muestra patrón. En esta investigación, la resistencia a la compresión de la muestra patrón a los 28 días fue de 302.9 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia con Sikadur 32 Gel fue de 254.46 kg/cm<sup>2</sup>. Ambas investigaciones documentan una disminución en la resistencia a la compresión con el uso de Sikadur 32 Gel. Sin embargo, los valores iniciales en

esta investigación fueron significativamente más altos (302.9 kg/cm<sup>2</sup> frente a 214 kg/cm<sup>2</sup> de Chalán y Sánchez), y la disminución observada fue del 15.99%, comparada con el 8.37% reportado por Chalán y Sánchez. Estos resultados, tanto de esta investigación como de Chalán y Sánchez (2023), indican que el uso de Sikadur 32 Gel no mejora la resistencia a la compresión a largo plazo, sino que puede disminuirla. Las diferencias en los resultados podrían atribuirse a la dosificación de la mezcla del concreto, el proceso de curado y las especificaciones del aditivo Sikadur 32 Gel. Estos hallazgos sugieren que, aunque Sikadur 32 Gel pueda mejorar la adherencia inicial, su impacto en la resistencia a la compresión a largo plazo puede ser negativo, lo cual es crucial en aplicaciones donde la durabilidad y la resistencia a largo plazo son esenciales. Los resultados de esta investigación coinciden con los de Chalán y Sánchez (2023) en cuanto a la tendencia de disminución en la resistencia a la compresión con el uso de Sikadur 32 Gel, subrayando la necesidad de evaluar cuidadosamente su uso en proyectos donde la resistencia a largo plazo es un factor determinante.

León (2021) reportó un incremento del 7.58% en la resistencia a la compresión de las muestras al aplicar el aditivo Sikadur, elevando los valores de 217.18 kg/cm<sup>2</sup> a 233.65 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días. En contraste, en esta investigación, la resistencia inicial de la muestra patrón fue significativamente mayor, alcanzando 302.9 kg/cm<sup>2</sup>, pero la resistencia de la muestra con Sikadur disminuyó a 254.46 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una reducción del 15.99%. Los resultados de ambas investigaciones son contrastantes. Mientras que León (2021) observó un aumento en la resistencia a la compresión con el uso de Sikadur, esta investigación documenta una disminución significativa. León reportó un incremento del 7.58%, mientras que en este estudio se evidenció una reducción del 15.99%. Estos resultados no coinciden con los hallazgos de León (2021), quien afirmó que Sikadur mejora la resistencia a la compresión del concreto. Las diferencias observadas podrían deberse a varios factores, como las condiciones ambientales durante el curado, las propiedades específicas de los materiales utilizados y las

técnicas de aplicación del Sikadur. Estos hallazgos sugieren que la eficacia del Sikadur puede variar dependiendo de las condiciones específicas del estudio, lo que es crucial para su aplicación práctica.





**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES  
Y  
RECOMENDACIONES**

## Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Al determinar la adherencia del concreto nuevo y antiguo con el uso del aditivo Sikadur 32 gel para Chimbote, se concluye que el Sikadur 32 gel obtuvo una resistencia inferior a 20% en comparación con la obtenida mediante el uso de lechada de cemento, demostrándose la superioridad de la lechada de cemento frente a este aditivo.
- Al determinar la relación A/C para el concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye lo siguiente:

Diseño de mezcla del concreto	
Componente	Proporción (en peso)
Cemento	1
Arena	2.12
Piedra	2.61
Agua	23.73 Lt/saco
A/C:	0.558

Este diseño de mezcla cumple con los requisitos de resistencia necesarios para las aplicaciones estructurales previstas.

- Al determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 100 días, se concluye lo siguiente:

Propiedad mecánica	Días de curado			
	7	14	28	100
Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	235.55	327.65	302.90	378.29

La resistencia obtenida “378.29 kg/cm<sup>2</sup>” fue superior a la resistencia especificada “294 kg/cm<sup>2</sup>”.

- Al determinar la resistencia de adherencia, aplicando el aditivo Sikadur 32 Gel y lechada de cemento en la unión de concreto antiguo y nuevo mediante la ASTM C 882, se concluye lo siguiente:

---

Propiedad mecánica	Sikadur	Lechada de cemento A/C: 0.40
Resistencia a la adherencia- 100 días de curado (kg/cm <sup>2</sup> )	142.03	156.33

---

La lechada de cemento es aproximadamente un 10.07% más resistente que el Sikadur 32 Gel bajo las condiciones especificadas por la norma ASTM C 882.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un ensayo de resistencia a la adherencia con mínimo 3 testigos de concreto debido que por diferentes factores externos como son, el clima, método de preparación, almacenamiento de los insumos u otros pueden afectar la resistencia a la adherencia.
- Se recomienda a los Técnicos de Laboratorio que para los agregados de la Cantera presente en esta investigación seguir estrictamente las proporciones de la tabla 5 "Proporción en peso del diseño de mezcla del concreto", prestando especial atención a los 23.73 litros de agua por saco de cemento. Esto garantizará una resistencia a la compresión superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> y la durabilidad requerida en las estructuras, debido a las óptimas propiedades físicas de los agregados.
- Se recomienda a los Supervisores de obra, Residentes de obra y técnicos de calidad enfocar la atención en el curado durante los primeros 14 días para maximizar la resistencia a la compresión y evaluar las prácticas y condiciones de curado si se observa una disminución a los 28 días. Para fortalecer la resistencia a largo plazo, consideren prolongar el curado más allá de los 28 días.
- Se recomienda a los ingenieros civiles utilizar lechada de cemento con una relación de Agua/Cemento 0.40 para uniones de concreto antiguo y nuevo, debido a su resistencia de adherencia 10.06% mayor que Sikadur 32 Gel a los 100 días, conforme a ASTM C 882.



# CAPÍTULO VI

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto, teoría y problemas* (2ª ed.). Lima, Perú: San Marcos.

Ahmed, G., y Aziz, Q. (2019). Shear behavior of dry and epoxied joints in precast concrete segmental box girder bridges under direct shear loading. *Engineering Structures*, 182(August 2018), 89-100.  
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.12.070>

American Society for Testing and Materials. (2019). ASTM C494/C494M-19, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.

American Society for Testing and Materials. (2020). ASTM C881/C881M-20a: *Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete*. American Society for Testing and Materials.

American Society for Testing and Materials. (2020). ASTM C882/C882M-20: *Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used With Concrete By Slant Shear*. American Society for Testing and Materials.

American Society for Testing and Materials. (2021). ASTM C125: *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*. American Society for Testing and Materials.

American Society for Testing and Materials. (2021). ASTM C39/C39M: *Determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto*. American Society for Testing and Materials.

American Society for Testing and Materials. (2021). *ASTM Standards for Ready-Mixed Concrete: 4th Edition*.

American Society for Testing and Materials. (s.f.). *Especificación normalizada para concreto premezclado. ASTM C94.*

Arias, J., y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación.* ENFOQUES CONSULTING EIRL.

Bazán, I., y Chilco, C. (2021). *Evaluación de la calidad del concreto en la construcción de viviendas informales en los distritos de Pueblo Nuevo y Ferreñafe, provincia de Ferreñafe – departamento de Lambayeque* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

Bulnes, E., y Chávez, D. (2020). *Evaluación del desempeño monolítico del concreto adherido con lechada cementicia empleando cemento Portland tipo I, ICO y MS a diferentes edades de curado, Trujillo 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.

Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2018, marzo). *El Informe Económico de la Construcción - IEC. Informe sectorial.* Lima, Perú: Banco Mundial. Recuperado de [https://issuu.com/capeco.org/docs/iec\\_17\\_-\\_marzo\\_2018](https://issuu.com/capeco.org/docs/iec_17_-_marzo_2018)

Castro, M., y Yucra, N. (2018). *Evaluación y diagnóstico de la calidad del concreto elaborado a pie de obra en zonas rurales en los distritos de Cerro Colorado, Paucarpata y Socabaya en la ciudad de Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4773>

Chalán, J., y Sánchez, M. (2023). *Estudio de la adherencia en la unión de hormigón viejo con hormigón nuevo mediante aditivos* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

- Claudio, J., y Córdova, K. (2023). *Determinación de las resistencias a compresión de mezclas de concreto fresco y endurecido  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  adheridos con Sikadur 32 Gel* (Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Cueva, M. (2021). *Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural con aditivos naturales en Trujillo* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.
- Delgado, G. (2012). *Costos y presupuestos en edificaciones*. Perú: EDICIVILSRL LTDA.
- Erjun Wu, O., y Guangdong, A. (2023). Shear behaviour and constitutive model of old-to-new concrete interface with single roughness tooth: Experimental and numerical investigation. *Structures*, 53, 1196-1214. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.05.008>.
- García, R. (2019). *La capacitación y su relación con el desempeño laboral del personal administrativo en la calidad del servicio al usuario, en el hospital belén de Trujillo año 2017* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú.
- Giani, R. (2017). *Procedimientos de reparación estructural*. PROCRET LIMITADA. Octava edición.
- Goñi, P., y Maquin, N. (2019). *Análisis de errores constructivos en viviendas de albañilería confinada en países altamente sísmicos y reforzamiento de muros con malla galvanizada* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.



- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto*. Recuperado de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenodeestructurasdeconcreto-harmsen.pdf>
- Hurtado Guevara, V., y Vásquez Huamán, F. (2018). *Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos epóxicos Sikadur- 32 y Chema Epox Adhesivo-32 en estructuras adheridas, Lambayeque-2018* (Tesis de postgrado). Universidad Señor de Sipán.
- INEI. (2017, 13 de septiembre). *Resultados del censo 2017 para Áncash, Chimbote, Santa, Perú*. Obtenido de <https://www.ipe.org.pe/portal/resultados-del-censo-2017-para-ancash/>
- Instituto Americano del Concreto (ACI). (2010). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S - 05) y comentario (ACI 318R - 05)*. ISBN 0-087031-083-6.
- León Aranda, C. (2021). *Efecto del adherente epóxico en la adhesión de estructuras de concreto* (Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil). Universidad César Vallejo.
- Liu, A. (2021). The shape of concrete to come. *ASTM Standardization News*. Recuperado de <https://sn.astm.org/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Panorama económico nacional y sector construcción*. Recuperado de [www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)
- Municipalidad de Nuevo Chimbote. (2018). *Estado de los pueblos de Nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote: Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote.
- Orihuela, P. (2018). *Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de los residuos sólidos en el Perú y sus determinantes*. INEI, Lima, Perú.

- Pérez, R. (2018, 2 de septiembre). *Strong forms*. Obtenido de <http://strongforms.com/necesidades-de-viviendas-en-el-mundo/>
- Pinzón, O. (2011). *Diseño del sistema de adherencia en el reforzamiento a flexión de vigas de concreto, con platinas de acero A-36, fijadas externamente con una resina epóxica y anclajes metálicos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., y Velazco, G. (2014). *Manual del concreto estructural*. Caracas, Venezuela.
- Rivva, E. (2005). *Diseño de mezclas*. Recuperado de <https://civilarq.com/libro/diseño-de-mezclas-enrique-rivva-lopez/>
- Rivva, E. (2005). Supervisión del concreto. Recuperado de <https://civilarq.com/libro/supervision-del-concreto-en-obra-enrique-rivva-lopez/>
- Rivva, E. (2010). *Ataques del concreto*. Recuperado de <https://civilarq.com/libro/ataques-al-concreto-enrique-rivva-lopez/>
- Rivva, E. (2012). *Concretos de alta resistencia*. Recuperado de <https://civilarq.com/libro/ataques-al-concreto-enrique-rivva-lopez/>
- Rivva, E. (2020). *Materiales del concreto*. Recuperado de <https://civilarq.com/libro/materiales-para-el-concreto-enrique-rivva-lopez/>
- Rojas Velásquez, C. A. (2021). *Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Sandoval, J. (2018). *Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

- Sika. (2019). *Sikadur®-32 Gel: Hoja de datos del producto*. Sika.
- Torre, C. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Recuperado de [https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES)
- UNAM, I. (1994). *Manual de tecnología del concreto* (Vol. 2). México D.F, México: Editorial Limusa S.A.
- Valdez Rodríguez, L. F. (2016). *Estudio de la adherencia en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
- Valdez, L. (2018). Estudio de la adherencia en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión. *Ciencia Sur*, 2(3), 44-50.
- Valencia Zafra, E. S. (2013). *Evaluación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto usando aditivo adherente "Chema Epox Adhesivo 32" en juntas frías en el distrito de Cajamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Wu, E., Ayinde, O. O., y Zhou, G. (2023). Shear behaviour and constitutive model of old-to-new concrete interface with single roughness tooth: Experimental and numerical investigation. Nanjing: Hohai University. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.05.008>.
- Zapata Castro, J., y Calle Sosa, C. (2019). *Uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.



# CAPITULO VII

# ANEXOS

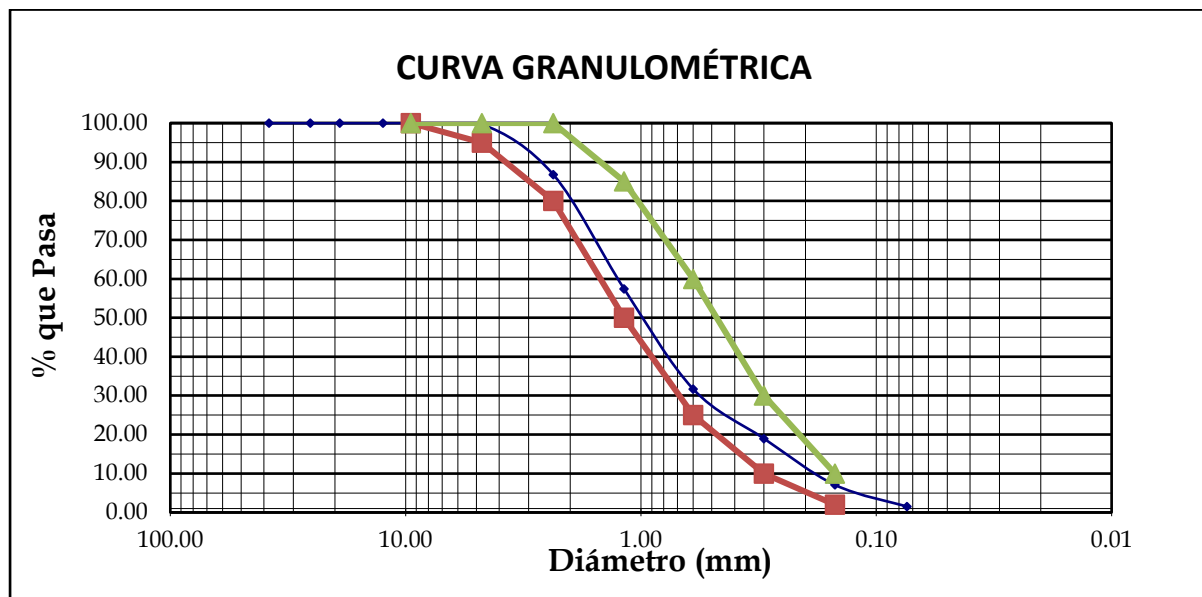
## Capítulo VII: ANEXOS

### Anexo 1 - Ensayo de los agregados

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>					
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.037)</b>					
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario		FECHA:	1/12/2023	<b>AG-DACNYAUS-01</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna				

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa
<b>1 1/2"</b>	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000
<b>1"</b>	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000
<b>3/4"</b>	19.050	0.000	0.000	0.000	100.000
<b>1/2"</b>	12.500	0.000	0.000	0.000	100.000
<b>3/8"</b>	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
<b>N° 04</b>	4.750	3.100	0.309	0.309	99.691
<b>N° 08</b>	2.360	129.590	12.899	13.208	86.792
<b>N° 16</b>	1.180	294.770	29.341	42.549	57.451
<b>N° 30</b>	0.600	258.740	25.755	68.304	31.696
<b>N° 50</b>	0.300	127.860	12.727	81.031	18.969
<b>N° 100</b>	0.150	119.380	11.883	92.914	7.086
<b>N° 200</b>	0.074	55.790	5.553	98.467	1.533
<b>Cazoleta</b>		15.400	1.533	100.000	0.000
<b>TOTAL</b>		1004.630	100.000		

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.037)</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario		FECHA: 1/12/2023	<b>AG-DACNYAUS-02</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PESO ESPECIFICO-ABSORCIÓN (NTP 400.021 -NTP 400.022)</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario	FECHA:	1/12/2023	<b>PE- DACNYAUS- 1</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>01</b>	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00
<b>02</b>	A = Peso de la muestra seca (gr)	495.54
<b>03</b>	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	670.65
<b>04</b>	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	990.19
<b>05</b>	<b>Peso Específico Nominal</b>	<b>2.82</b>
<b>06</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>0.900</b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>01</b>	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	4.05
<b>02</b>	B = Peso de la muestra seca (gr)	4.03
<b>03</b>	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	2.55
<b>04</b>	<b>Peso Específico Nominal</b>	<b>2.72</b>
<b>05</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>0.60</b>

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185)</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario	<b>FECHA:</b>	1/12/2023	<b>CH-DACNYAUS-1</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			

<b>AGREGADO GRUESO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	1	2	3
<b>TARA</b>	181.94	211.37	234.76
<b>TARA + AGREGADO HÚMEDO</b>	857.08	841.24	862.8
<b>AGREGADO HÚMEDO</b>	675.14	629.87	628.04
<b>TARA + AGREGADO SECO</b>	855.64	840.14	861.47
<b>AGREGADO SECO</b>	673.7	628.77	626.71
<b>% HUMEDAD</b>	0.213%	0.175%	0.212%
<b>% HUMEDAD PROMEDIO</b>	0.200%		

<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	1	2	3
<b>TARA</b>	185.94	211.55	245.1
<b>TARA + AGREGADO HÚMEDO</b>	857.1	841.6	862.95
<b>AGREGADO HÚMEDO</b>	671.16	630.05	617.85
<b>TARA + AGREGADO SECO</b>	855.64	840.14	861.47
<b>AGREGADO SECO</b>	669.7	628.59	616.37
<b>% HUMEDAD</b>	0.218%	0.232%	0.240%
<b>% HUMEDAD PROMEDIO</b>	0.230%		



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PESO UNITARIO (NTP 400.017)</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario	FECHA:	1/12/2023	<b>PU-DACNYAUS-1</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			

<b>AGREGADO GRUESO</b>			
<b>Dimensiones del cilindro:</b>			
<b>Altura:</b>	0.1665 m		
<b>Diámetro:</b>	0.1520 m		
<b>Volumen:</b>	0.0030 m		
<b>Material suelto</b>			
<b>Descripción</b>	1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)
Peso cilindro	7.45	7.45	7.45
Peso cilindro + agregado	11.97	11.96	11.93
Peso agregado	4.52	4.51	4.48
Densidad	1496.05	1492.74	1482.81
<b>Promedio</b>	<b>1490.54</b>		
<b>Material compactado</b>			
<b>Descripción</b>	1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)
Peso cilindro	7.35	7.35	7.35
Peso cilindro + agregado	12.4	12.34	12.36
Peso agregado	5.05	4.99	5.01
Densidad	1671.48	1651.62	1658.24
<b>Promedio</b>	<b>1660.44</b>		

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PESO UNITARIO (NTP 400.017)</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario	FECHA:	1/12/2023	<b>PU-DACNYAUS-2</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			

<b>AGREGADO FINO</b>			
<b>Dimensiones del cilindro:</b>			
<b>Altura:</b>	0.1665 m		
<b>Diámetro:</b>	0.1520 m		
<b>Volumen:</b>	0.0030 m		
<b>Material suelto</b>			
<b>Descripción</b>	1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)
Peso cilindro	7.44	7.44	7.44
Peso cilindro + agregado	11.95	11.94	11.935
Peso agregado	4.51	4.5	4.495
Densidad	1492.74	1489.43	1487.78
<b>Promedio</b>	<b>1489.99</b>		

**Anexo 2 - Diseño de mezcla Fc: 210 Kg/cm<sup>2</sup>.**

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>				
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>DISEÑO DE MEZCLA -MÉTODO ACI</b>				
<b>Elaborado:</b>	Bach. Yonhson Christopper Avalos Ilario	FECHA:	1/12/2023	<b>DM-DACNYAUS-1</b>
	Bach. Jorge Luis Vilcherres Reyna			

<b>1.0 INGRESO DE DATOS</b>		
1. Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) =	<b>210</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
2. Desviación estándar =	<b>84</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
3. Selección de la resistencia de diseño F'cr =	<b>294.00</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
4. Peso específico del cemento	<b>3110.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
5. Ingresar Slump	<b>3" a 4"</b>	<b>pulg.</b>
6. Peso específico del agua	<b>1000.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
7. Tamaño máximo del agregado	<b>3/4"</b>	<b>pulg.</b>
<b>Características Físicas de la Arena</b>		
Peso Especifico	<b>2820.000</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Módulo de Fineza	<b>2.98</b>	
Porcentaje de Absorción	<b>0.90</b>	<b>%</b>
Contenido de Humedad	<b>0.23</b>	<b>%</b>
Peso Volumétrico Suelto	<b>1490.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Características Físicas de la Piedra</b>		
Peso Especifico	<b>2710.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Peso Volumétrico Suelto	<b>1490.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Peso Volumétrico Compactado Seco	<b>1660.00</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Porcentaje de Absorción	<b>0.60</b>	<b>%</b>
Contenido de Humedad	<b>0.20</b>	<b>%</b>

<b>2.0 CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS</b>				
Peso del agua de amasado (Ref. Tabla 1)			<b>205</b>	<b>kg</b>
<b>Volumen del agua</b>			<b>0.205</b>	<b>m3</b>
		<b>Rango F'c</b>	<b>Rango A/C</b>	
Relación Agua/Cemento (Ref. Tabla 2, interpolación lineal)		<b>300 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.55</b>	
		<b>294 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.56</b>	
		<b>250 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.620</b>	
Peso del cemento			<b>367.120</b>	<b>kg</b>
<b>Volumen del cemento</b>			<b>0.118</b>	<b>m3</b>
		<b>Rango Fineza</b>	<b>Rango Agreg.</b>	
Volumen del agregado grueso compactado en seco (Ref. Tabla 3, interpolación lineal)		<b>2.8</b>	<b>0.62</b>	<b>m3</b>
		<b>2.98</b>	<b>0.602</b>	<b>m3</b>
		<b>3</b>	<b>0.6</b>	<b>m3</b>
<b>Volumen del agregado grueso</b>			<b>0.369</b>	<b>m3</b>
Porcentaje de aire atrapado (Ref. Tabla 1)			<b>2.00</b>	<b>%</b>
<b>Volumen de aire atrapado</b>			<b>0.020</b>	<b>m3</b>
<b>Volumen de arena</b>			<b>0.288</b>	<b>m3</b>
			<b>1.000</b>	
<b>3.0 CALCULO DE VALORES DE DISEÑO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Volumen Absoluto</b>	<b>Peso Especifico</b>	<b>Peso</b>	<b>Proporción (en peso)</b>
Cemento	<b>0.118 m3</b>	<b>3110 kg/m3</b>	<b>367.12 kg</b>	<b>1.00</b>
Arena (seca)	<b>0.288 m3</b>	<b>2820 kg/m3</b>	<b>812.73 kg</b>	<b>2.21</b>
Piedra (seca)	<b>0.369 m3</b>	<b>2710 kg/m3</b>	<b>999.32 kg</b>	<b>2.72</b>
Agua	<b>0.205 m3</b>	<b>1000 kg/m3</b>	<b>205.00 kg</b>	<b>23.73 Lt/saco</b>
Aire	<b>0.020 m3</b>			
	<b>1.000 m3</b>		<b>2384.2 kg</b>	
<b>4.0 CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</b>				
<b>Componente</b>	<b>Peso Absoluto</b>	<b>Corrección por Humedad</b>	<b>Peso Corregido</b>	
Peso arena húmeda	<b>812.73 kg</b>	<b>1.002</b>	<b>814.60 kg</b>	
Peso piedra húmeda	<b>999.32 kg</b>	<b>1.002</b>	<b>1001.32 kg</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Humedad</b>	<b>Absorción</b>	<b>Humedad Superficial</b>	<b>Contribución de agua</b>
Arena	<b>0.23 %</b>	<b>0.9 %</b>	<b>-0.67 %</b>	<b>-5.45 kg</b>
Piedra	<b>0.2 %</b>	<b>0.6 %</b>	<b>-0.4 %</b>	<b>-4.00 kg</b>
				<b>-9.44 kg</b>
<b>5.0 DISEÑO FINAL CORREGIDO POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN</b>				
<b>Componente</b>	<b>Peso Absoluto</b>	<b>Corrección</b>	<b>Peso Corregido</b>	<b>Proporción (en peso)</b>
Cemento	<b>367.12 kg</b>		<b>384.03 kg</b>	<b>1.00</b>
Arena	<b>812.73 kg</b>	<b>1.00</b>	<b>814.60 kg</b>	<b>2.12</b>
Piedra	<b>999.32 kg</b>	<b>1.00</b>	<b>1001.32 kg</b>	<b>2.61</b>
Agua	<b>205.00 kg</b>	<b>9.44 kg</b>	<b>214.44 kg</b>	<b>23.73 Lt/saco</b>
Aire				
	<b>2384.2 kg</b>		<b>2414.39 kg</b>	

**TABLA 1 : CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE AMASADO EN KILOGRAMOS O LITROS POR 1M3 DE CONCRETO EN FUNCIÓN DEL SLUMP Y EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO**

Slump	Tamaño máximo del Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

**TABLA 2: RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO VS. F'C**

F'c(Kg/cm <sup>2</sup> )	Sin Aire
a 28 días	Incorporado
150	0.79
200	0.7
250	0.62
300	0.55
350	0.48
400	0.43
450	0.38

**TABLA 3: VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO EN SECO POR 1M3 DE CONCRETO VS MODULO DE FINEZA DE LA ARENA**

Tamaño máximo Agregado Grueso	Módulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

### Anexo 3 – Resistencia a la compresión -Muestra patrón

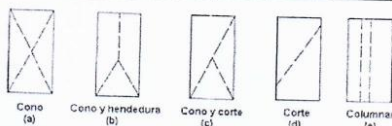


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32 GEL PARA CHIMBOTE

FECHA : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2023  
SOLICITA : AVALOS ILARIO Y. - VILCHERRES REYNA J.

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	AREA CM2	RESITENCIA IA ESPERADA	RESITENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - M-01	10/11/2023	17/11/2023	7	41340	180.27	210	229.33	109.20	c
2	MUESTRA PATRON - M-02	10/11/2023	17/11/2023	7	44860	183.13	210	244.96	116.65	c
3	MUESTRA PATRON - M-03	10/11/2023	17/11/2023	7	42110	181.22	210	232.37	110.65	c



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Completa*  
RNASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536



## ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.

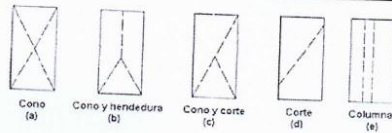


### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32 GEL PARA CHIMBOTE

FECHA : 05 DE DICIEMBRE DEL 2023  
SOLICITA : AVALOS ILARIO Y. - VILCHERRES REYNA J.

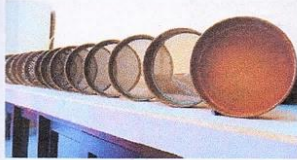
Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	AREA CM2	RESISTENCIA ESPERADA	RESISTENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - M-01	21/11/2023	05/12/2023	14	58810	180.27	210	326.24	155.35	d
2	MUESTRA PATRON - M-02	21/11/2023	05/12/2023	14	60090	183.13	210	328.12	156.25	c
3	MUESTRA PATRON - M-03	21/11/2023	05/12/2023	14	62680	183.13	210	342.26	162.98	c
4	MUESTRA PATRON - M-04	21/11/2023	05/12/2023	14	56900	181.22	210	313.98	149.52	e



ICCSA INGENIEROS SAC

*Occupational*  
RIVASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote  
Teléfonos 943619979 - correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com - RUC 20445792439



## ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.

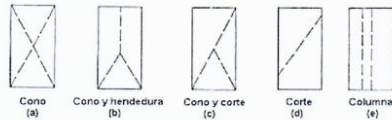


### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32 GEL PARA CHIMBOTE

FECHA : 22 DE DICIEMBRE DEL 2023  
SOLICITA : AVALOS ILARIO Y. - VILCHERRES REYNA J.

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	AREA CM2	RESITENC IA ESPERAD	RESITE NCIA FINAL	FC/F' C %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - M-01	24/11/2023	22/12/2023	28	54140	179.08	210	302.32	143.96	e
2	MUESTRA PATRON - M-02	24/11/2023	22/12/2023	28	54070	181.46	210	297.97	141.89	e
3	MUESTRA PATRON - M-03	24/11/2023	22/12/2023	28	55600	182.29	210	305.00	145.24	b
4	MUESTRA PATRON - M-04	24/11/2023	22/12/2023	28	55180	180.15	210	306.31	145.86	b



ICCSA INGENIEROS SAC

*Octavio V.*  
RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536

Urb. Bella Mar Mz E Lote 09 - Nuevo Chimbote  
Teléfonos 943619979 – correo electrónico: iccsaingenierossac@gmail.com – RUC 20445792439





## ICCSA INGENIEROS SAC

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

**PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"**

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.  
FECHA :29 DE FEBRERO DEL 2024  
SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITEN CIA FINAL	FC/FC %	FALLA
1	PATRON - P01	21/11/2023	29/02/2024	100	73630	179.98	210	409.10	194.81	c
2	PATRON - P02	21/11/2023	29/02/2024	100	71190	180.01	210	395.49	188.33	c
3	PATRON - P03	21/11/2023	29/02/2024	100	72710	180.65	210	402.50	191.66	e
4	PATRON - P04	21/11/2023	29/02/2024	100	73400	179.27	210	409.44	194.97	b
5	PATRON - P05	21/11/2023	29/02/2024	100	71250	179.08	210	397.87	189.46	b
6	PATRON - P06	21/11/2023	29/02/2024	100	72400	179.32	210	403.76	192.26	d
7	PATRON - P07	21/11/2023	29/02/2024	100	71870	179.55	210	400.27	190.60	e
8	PATRON - P08	21/11/2023	29/02/2024	100	72040	179.79	210	400.69	190.80	c
9	PATRON - P09	21/11/2023	29/02/2024	100	71800	179.43	210	400.14	190.55	d
10	PATRON - P10	21/11/2023	29/02/2024	100	71680	179.32	210	399.74	190.35	e

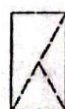
(\*)LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



Cono  
(a)



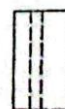
Cono y hendidura  
(b)



Cono y corte  
(c)



Corte  
(d)



Columnar  
(e)



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Christopper*  
RNASPLATA VÁSQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536

Escaneado con CamScanner



## ICCSA INGENIEROS SAC

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**



### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

**PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"**

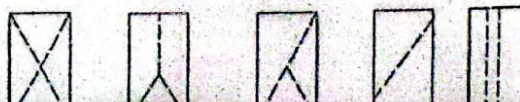
LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.

FECHA :28 DE FEBRERO DEL 2024

SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITEN CIA FINAL	FC/F'C %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - M1	20/11/2023	28/02/2024	100	62630	179.67	210	348.58	165.99	e
2	MUESTRA PATRON - M2	20/11/2023	28/02/2024	100	62010	180.41	210	343.72	163.67	e
3	MUESTRA PATRON - M3	20/11/2023	28/02/2024	100	63580	180.39	210	352.47	167.84	e
4	MUESTRA PATRON - M4	20/11/2023	28/02/2024	100	63400	180.31	210	351.61	167.43	b
5	MUESTRA PATRON - M5	20/11/2023	28/02/2024	100	60430	179.32	210	337.00	160.48	b
6	MUESTRA PATRON - M6	20/11/2023	28/02/2024	100	67700	179.67	210	376.80	179.43	e
7	MUESTRA PATRON - M7	20/11/2023	28/02/2024	100	64700	179.08	210	361.29	172.04	c
8	MUESTRA PATRON - M8	20/11/2023	28/02/2024	100	67560	179.55	210	376.27	179.17	b
9	MUESTRA PATRON - M9	20/11/2023	28/02/2024	100	66440	179.82	210	369.49	175.95	b
10	MUESTRA PATRON - M10	20/11/2023	28/02/2024	100	65220	179.08	210	364.20	173.43	e
11	MUESTRA PATRON - M11	20/11/2023	28/02/2024	100	66180	179.32	210	369.07	175.75	b
12	MUESTRA PATRON - M12	20/11/2023	28/02/2024	100	65840	178.60	210	368.63	175.54	d
13	MUESTRA PATRON - M13	20/11/2023	28/02/2024	100	65700	179.39	210	366.25	174.40	d
14	MUESTRA PATRON - M14	20/11/2023	28/02/2024	100	66200	178.84	210	370.16	176.27	e
15	MUESTRA PATRON - M15	20/11/2023	28/02/2024	100	64960	179.32	210	362.26	172.51	b
16	MUESTRA PATRON - M16	20/11/2023	28/02/2024	100	65810	179.08	210	367.49	175.00	e

(\*).LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



Escaneado con CamScanner



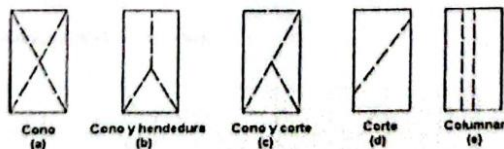
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.  
FECHA :03 DE MARZO DEL 2024  
SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITENCIA FINAL	FC/F'c %	FALLA
1	PATRON - PO1	24/11/2023	03/03/2024	100	69550	181.46	210	383.28	182.52	b
2	PATRON - PO2	24/11/2023	03/03/2024	100	67840	182.18	210	372.39	177.33	e
3	PATRON - PO3	24/11/2023	03/03/2024	100	72100	181.46	210	397.34	189.21	e
4	PATRON - PO4	24/11/2023	03/03/2024	100	67280	180.98	210	371.75	177.02	b
5	PATRON - PO5	24/11/2023	03/03/2024	100	69400	179.51	210	386.62	184.10	d
6	PATRON - PO6	24/11/2023	03/03/2024	100	68120	179.74	210	378.98	180.47	b
7	PATRON - PO7	24/11/2023	03/03/2024	100	68600	179.08	210	383.07	182.41	e
8	PATRON - PO8	24/11/2023	03/03/2024	100	69050	179.65	210	384.36	183.03	e

(\*)LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



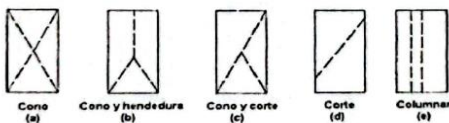
ICCSA INGENIEROS SAC  
  
**RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

Escaneado con CamScanner

## Anexo 4 – Resistencia a la adherencia -Muestra con lechada de cemento y Sikadur

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39	
<b>PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"</b>	
LUGAR	: NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.
FECHA	: 25 DE ENERO DEL 2024
SOLICITA	: AVALOS ILARIO, YONSHON VILCHERRES REYNA, JORGE

N° PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTEN CIA FINAL	FC/FC %	FALLA
1	A/C=0.40 - P01	28/12/2023	25/01/2024	28	13930	54.67	210	254.80	121.33	d
2	A/C=0.40 - P02	28/12/2023	25/01/2024	28	14200	55.46	210	256.04	121.92	d
3	A/C=0.40 - P03	28/12/2023	25/01/2024	28	15320	54.67	210	280.23	133.44	d
4	A/C=0.50 - P01	28/12/2023	25/01/2024	28	11590	54.40	210	213.05	101.45	d
5	A/C=0.50 - P02	28/12/2023	25/01/2024	28	11180	54.73	210	204.28	97.27	e
6	A/C=0.50 - P03	28/12/2023	25/01/2024	28	12350	54.67	210	225.90	107.57	d
7	A/C=0.56 - P01	28/12/2023	25/01/2024	28	12450	54.86	210	226.94	108.07	d
8	A/C=0.56 - P02	28/12/2023	25/01/2024	28	11190	55.26	210	202.50	96.43	d
9	A/C=0.56 - P03	28/12/2023	25/01/2024	28	12540	54.80	210	228.83	108.97	d
10	A/C=0.35 - P01	28/12/2023	25/01/2024	28	14280	56.29	210	253.68	120.80	d
11	A/C=0.35 - P02	28/12/2023	25/01/2024	28	13750	55.33	210	248.53	118.35	e
12	A/C=0.35 - P03	28/12/2023	25/01/2024	28	14200	55.42	210	256.24	122.02	c



**CCSA INGENIEROS SAC**  
*Acceptado*  
**JUAN PLATA VAQUERO VICTOR OCTAVIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

**PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"**

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.

FECHA :29 DE FEBRERO DEL 2024

SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITEN CIA FINAL	FC/F' C %	FALLA
1	SIKADUR 32 G - P1	01/02/2024	29/02/2024	28	15970	53.33	210	299.47	142.61	e
2	SIKADUR 32 G - P2	01/02/2024	29/02/2024	28	16680	54.89	210	303.87	144.70	e
3	SIKADUR 32 G - P3	01/02/2024	29/02/2024	28	15630	57.08	210	273.83	130.39	d
4	SIKADUR 32 G - P4	01/02/2024	29/02/2024	28	15990	54.64	210	292.63	139.35	c
5	SIKADUR 32 G - P5	01/02/2024	29/02/2024	28	16070	54.24	210	296.29	141.09	c
6	SIKADUR 32 G - P6	01/02/2024	29/02/2024	28	15600	54.63	210	285.56	135.98	c
7	SIKADUR 32 G - P7	01/02/2024	29/02/2024	28	15400	54.38	210	283.19	134.85	d
8	SIKADUR 32 G - P8	01/02/2024	29/02/2024	28	15940	54.12	210	294.53	140.25	d
9	A/C = 0.40 - P1	01/02/2024	29/02/2024	28	16860	55.55	210	303.51	144.53	b
10	A/C = 0.40 - P2	01/02/2024	29/02/2024	28	18370	55.48	210	331.09	157.66	b
11	A/C = 0.40 - P3	01/02/2024	29/02/2024	28	18670	55.55	210	336.09	160.05	e
12	A/C = 0.40 - P4	01/02/2024	29/02/2024	28	16890	56.67	210	298.07	141.94	e
13	A/C = 0.40 - P5	01/02/2024	29/02/2024	28	17200	55.95	210	307.43	146.40	b
14	A/C = 0.40 - P6	01/02/2024	29/02/2024	28	16700	55.15	210	302.79	144.18	b
15	A/C = 0.40 - P7	01/02/2024	29/02/2024	28	16860	55.31	210	304.81	145.15	b
16	A/C = 0.40 - P4	01/02/2024	29/02/2024	28	17020	55.55	210	306.39	145.90	e

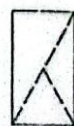
(\*)LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



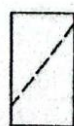
Cono  
(a)



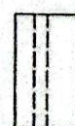
Cono y hendidura  
(b)



Cono y corte  
(c)



Corte  
(d)



Columnar  
(e)

Escaneado con CamScanner

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"

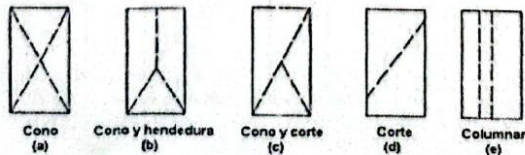
LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.

FECHA :28 DE FEBRERO DEL 2024

SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITENCIA FINAL	FC/F' C %	FALLA
1	SIKADUR 32 G - P1	31/01/2024	28/02/2024	28	14590	54.89	210	265.80	126.57	d
2	SIKADUR 32 G - P2	31/01/2024	28/02/2024	28	15300	56.35	210	271.54	129.30	d
3	SIKADUR 32 G - P3	31/01/2024	28/02/2024	28	14340	56.08	210	255.71	121.77	d
4	SIKADUR 32 G - P4	31/01/2024	28/02/2024	28	14710	55.37	210	265.69	126.52	d
5	SIKADUR 32 G - P5	31/01/2024	28/02/2024	28	14660	55.29	210	265.17	126.27	d
6	SIKADUR 32 G - P6	31/01/2024	28/02/2024	28	14250	55.37	210	257.38	122.56	d
7	SIKADUR 32 G - P7	31/01/2024	28/02/2024	28	14500	54.89	210	264.16	125.79	b
8	SIKADUR 32 G - P8	31/01/2024	28/02/2024	28	15020	54.89	210	273.63	130.30	d
9	A/C = 0.40 - P1	31/01/2024	28/02/2024	28	16840	54.96	210	306.42	145.92	b
10	A/C = 0.40 - P2	31/01/2024	28/02/2024	28	16750	54.25	210	308.76	147.03	e
11	A/C = 0.40 - P3	31/01/2024	28/02/2024	28	15990	55.55	210	287.85	137.07	e
12	A/C = 0.40 - P4	31/01/2024	28/02/2024	28	14790	55.02	210	268.80	128.00	e
13	A/C = 0.40 - P5	31/01/2024	28/02/2024	28	15600	54.11	210	288.32	137.30	b
14	A/C = 0.40 - P6	31/01/2024	28/02/2024	28	15240	54.24	210	280.99	133.81	b
15	A/C = 0.40 - P7	31/01/2024	28/02/2024	28	16040	53.72	210	298.61	142.19	b
16	A/C = 0.40 - P8	31/01/2024	28/02/2024	28	15440	54.11	210	285.36	135.89	e

(\*)LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



Escaneado con CamScanner

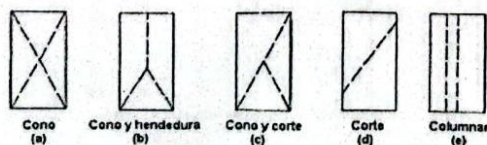
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.  
FECHA :27 DE FEBRERO DEL 2024  
SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTEN CIA FINAL	FC/F'C %	FALLA
1	SIKADUR 32 G - P1	30/01/2024	27/02/2024	28	12830	55.15	210	232.62	110.77	d
2	SIKADUR 32 G - P2	30/01/2024	27/02/2024	28	11510	55.18	210	208.59	99.33	d
3	SIKADUR 32 G - P3	30/01/2024	27/02/2024	28	13220	53.95	210	245.04	116.69	c
4	SIKADUR 32 G - P4	30/01/2024	27/02/2024	28	12580	55.19	210	227.92	108.54	d
5	SIKADUR 32 G - P5	30/01/2024	27/02/2024	28	12400	54.50	210	227.53	108.35	d
6	SIKADUR 32 G - P6	30/01/2024	27/02/2024	28	12650	55.02	210	229.91	109.48	d
7	SIKADUR 32 G - P7	30/01/2024	27/02/2024	28	13020	54.63	210	238.34	113.49	d
8	SIKADUR 32 G - P8	30/01/2024	27/02/2024	28	12360	54.24	210	227.89	108.52	d
9	A/C = 0.40 - P1	30/01/2024	27/02/2024	28	12770	55.37	210	230.65	109.83	e
10	A/C = 0.40 - P2	30/01/2024	27/02/2024	28	13160	54.87	210	239.86	114.22	b
11	A/C = 0.40 - P3	30/01/2024	27/02/2024	28	14100	54.45	210	258.97	123.32	b
12	A/C = 0.40 - P4	30/01/2024	27/02/2024	28	14390	54.50	210	264.05	125.74	e
13	A/C = 0.40 - P5	30/01/2024	27/02/2024	28	15200	54.37	210	279.58	133.13	e
14	A/C = 0.40 - P6	30/01/2024	27/02/2024	28	14850	54.28	210	273.60	130.29	e
15	A/C = 0.40 - P7	30/01/2024	27/02/2024	28	14600	55.06	210	265.15	126.26	e
16	A/C = 0.40 - P8	30/01/2024	27/02/2024	28	14580	54.28	210	268.63	127.92	b

(\*)LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



ICCSA INGENIEROS SAC  
ICCSA INGENIEROS SAC  
C. P. de Ingeniería Civil

Escaneado con CamScanner



# ICCSA INGENIEROS SAC

**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39

**PROYECTO: " DETERMINACION DE LA ADHERENCIA DEL CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO CON EL USO DEL ADITIVO SIKADUR 32GEL PARA CHIMBOTE"**

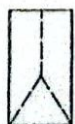
LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCASH.  
FECHA :04 DE MARZO DEL 2024  
SOLICITA : AVALOS ILARIO, YONSHON  
VILCHERRES REYNA, JORGE

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESITENCIA ESPERADA KG/CM2	RESITEN CIA FINAL	FC/F'C %	FALLA
1	SIKADUR 32G- P01	05/02/2024	04/03/2024	28	12530	56.16	210	223.12	106.25	e
2	SIKADUR 32G- P02	05/02/2024	04/03/2024	28	13040	56.23	210	231.92	110.44	d
3	SIKADUR 32G- P03	05/02/2024	04/03/2024	28	12400	55.42	210	223.75	106.55	d
4	SIKADUR 32G- P04	05/02/2024	04/03/2024	28	12360	55.68	210	221.97	105.70	d
5	SIKADUR 32G- P05	05/02/2024	04/03/2024	28	12800	55.42	210	230.97	109.99	d
6	SIKADUR 32G- P06	05/02/2024	04/03/2024	28	12040	55.81	210	215.72	102.72	d
7	A/C=0.40 - P01	05/02/2024	04/03/2024	28	14160	56.35	210	251.31	119.67	d
8	A/C=0.40 - P02	05/02/2024	04/03/2024	28	13590	55.62	210	244.35	116.36	d
9	A/C=0.40 - P03	05/02/2024	04/03/2024	28	13660	55.29	210	247.08	117.66	e
10	A/C=0.40 - P04	05/02/2024	04/03/2024	28	14800	55.42	210	267.06	127.17	d
11	A/C=0.40 - P05	05/02/2024	04/03/2024	28	13700	55.15	210	248.39	118.28	d
12	A/C=0.40 - P06	05/02/2024	04/03/2024	28	14050	55.68	210	252.33	120.16	d

(\*LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS Y TRAÍDOS POR EL SOLICITANTE



Cono  
(a)



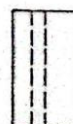
Cono y hendedura  
(b)



Cono y corte  
(c)



Corte  
(d)



Columnar  
(e)

Escaneado con CamScanner



## Anexo 5 – Certificado de calibración



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf						kgf	
10	10000	10026	10031	10036	--	--	10031	-31
20	20000	20019	20024	20019	--	--	20020	-20
30	30000	29995	30000	30010	--	--	30002	-2
40	40000	39976	39981	39991	--	--	39983	17
50	50000	49996	49991	49981	--	--	49990	10
60	60000	60001	59996	59981	--	--	59993	7
70	70000	70015	70010	69995	--	--	70007	-7
80	80000	79993	80003	79998	--	--	79998	2
90	90000	90021	90016	90021	--	--	90020	-20
100	99000	99031	99026	99036	--	--	99031	-31

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	10000	-0,31	0,10	--	0,10	--	0,95
20	20000	-0,10	0,02	--	0,05	--	0,53
30	30000	-0,01	0,05	--	0,03	--	0,41
40	40000	0,04	0,04	--	0,03	--	0,36
50	50000	0,02	0,03	--	0,02	--	0,34
60	60000	0,01	0,03	--	0,02	--	0,32
70	70000	-0,01	0,03	--	0,01	--	0,31
80	80000	0,00	0,01	--	0,01	--	0,30
90	90000	-0,02	0,01	--	0,01	--	0,30
100	99000	-0,03	0,01	--	0,01	--	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> ) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
📧 ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bella Mar Mz. E, Lote 9 Ancash - Santa - Nuevo Chimbote

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	28,9 °C
Humedad relativa	57 %	57 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0073	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).
2. Solicitante	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	Los resultados son válidos 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.
3. Dirección	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	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.
4. Instrumento calibrado	<b>MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	PERUTEST	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PC-1000	
N° de serie	1114	
Identificación	No indica	
Procedencia	PERU	
Intervalo de indicación	0 kgf a 100000 kgf	
Resolución	10 kgf	
Clase de exactitud	NO INDICA	
Modo de fuerza	Compresión	
Indicador Digital		
Marca	No indica	
Serie	No indica	
Modelo	No indica	
Resolución	10 kgf	
Transductor de Presión		
Marca	ZEMIC	
Serie	K2A3943	
Modelo	YB15	
5. Fecha de calibración	2024-01-18	

Fecha de Emisión

2024-01-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/01/2024 08:03:35-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-016-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 12. 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. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI



### INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 093 – 23 B

SOLICITANTE : **CALIBRATEC S.A.C.**  
Av. Chillón Lote 50B, Urb. Chacra Cerro,  
Comas, Lima  
Att.: Sr. Manuel Aliaga Torres

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: LOAD CELL  
Modelo: C3&CNH-1J  
Capacidad: 150 t  
N° serie: 2204313  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Código: LF-005  
N° serie: 210429044  
Resolución: 5 kg

FECHA : San Miguel, 19 de abril de 2023.



Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Av. Universitaria 1801, San Miguel  
T: 51-1 626-2000 anexo 4640  
ledi@pucp.pe  
[www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI



## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

CALIBRATEC S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el día 19 de abril de 2023.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:  
- Marca : LOAD CELL  
- Modelo : C3/CNH-1J  
- N° serie : 2204313  
- Capacidad : 150 t (nominal)

Indicador Digital : HIGH WEIGHT  
- Código : LF-005  
- N° serie : 210429044  
- Resolución : 5 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

-Marco de reacción de perfiles mecano.  
-Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 27 de junio de 2023.  
-Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6  
  
-Gata hidráulica, LUKAS, 200 t HP 200/200 FNr.: 300  
-Bomba hidráulica manual, LUKAS 841200425

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE 093-23 B



**Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI**



Celda calibrada: LOAD CELL  
Modelo: C3&CNH-1J  
Indicador Digital: HIGH WEIGHT  
N° serie: 210429044

N° serie: 2204313  
Carga nominal=150 t  
Código: LF-005  
Resolución: 5 kg

**Celda patrón:** HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch6  
Informe de Calibración N° 2022-1 87747 de 17 de junio de 2022

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania  
Norma de referencia: ASTM E74-18  
Fecha calibración: 2023-04-19  
Ejecutores: M. Bernardo L. - S. Llanos I.

Patrón (kg)			INDICADOR DIGITAL HIGH WEIGHT (kg)		
10180.5	10179.6	10179.4	10215	10145	10110
20351.6	20349.9	20349.4	20350	20190	20220
30525.3	30522.8	30522.0	30485	30350	30390
40701.7	40698.4	40697.3	40680	40550	40590
50880.7	50876.6	50875.2	50835	50730	50775
61062.4	61057.5	61055.8	61065	60950	60965
71246.7	71240.9	71239.0	71250	71100	71090
81433.6	81427.0	81424.8	81455	81250	81315
91623.2	91615.8	91613.3	91660	91470	91500
99267.1	99259.1	99256.4	99255	99165	99175

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -31.1785258733  
B = 0.9975632447  
C = 0.0000000218

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 67.1 kg  
LLF = 161.2 kg  
U = 271 kg

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT  
La Incertidumbre expandida, para k=2, se ha calculado para 100000 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE: 093-23 B



# CALIBRATEC S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-M-003-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	26,2 °C	Humedad	61,0 %	61,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	l g	ΔL g	E g	Ec g	l g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub>	0,010	0,010	-	0,000					
0,100	0,100	-	0,000	0,000	0,100	-	0,000	0,000	0,010
2,000	2,000	-	0,000	0,000	2,000	-	0,000	0,000	0,010
3,000	3,000	-	0,000	0,000	3,000	-	0,000	0,000	0,010
4,000	4,000	-	0,000	0,000	4,000	-	0,000	0,000	0,010
5,000	5,000	-	0,000	0,000	5,000	-	0,000	0,000	0,010
10,000	10,000	-	0,000	0,000	10,000	-	0,000	0,000	0,010
50,000	50,000	-	0,000	0,000	50,000	-	0,000	0,000	0,010
100,000	100,000	-	0,000	0,000	100,000	-	0,000	0,000	0,020
150,000	150,000	-	0,000	0,000	150,000	-	0,000	0,000	0,020
200,000	200,000	-	0,000	0,000	200,000	-	0,000	0,000	0,020

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

l: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00000016667 \text{ g}^2 + 0,00000000030016 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000018609 \cdot R$$

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. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

📘 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Página 7 de 7

### FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

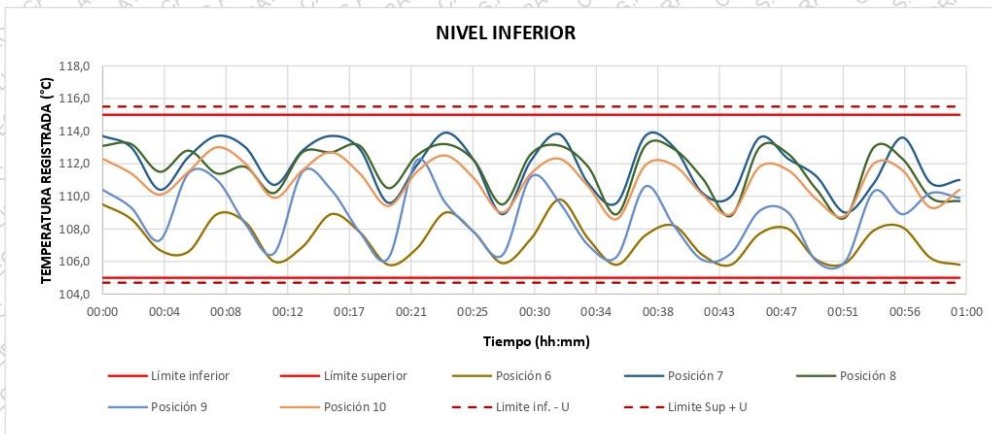
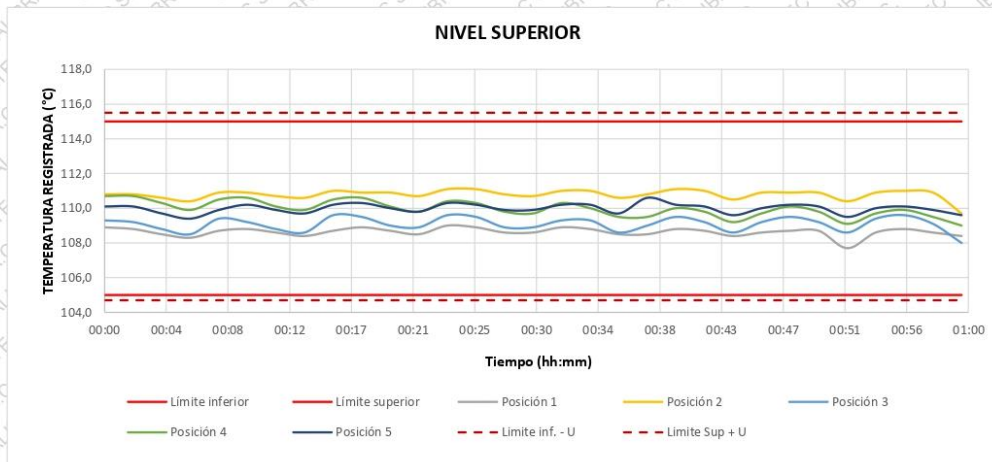
RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

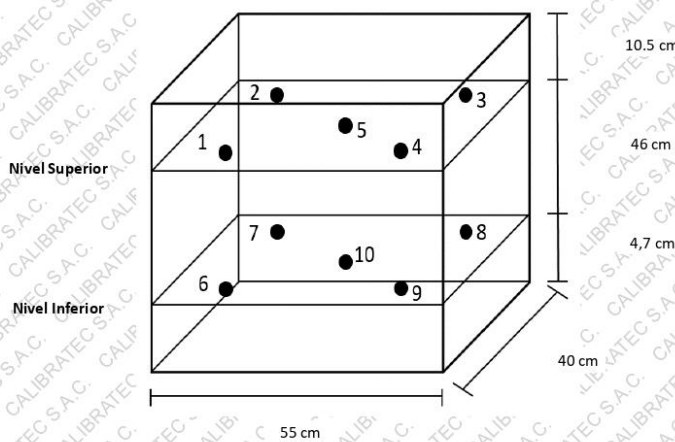
RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

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 más baja.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 6 cm de las paredes laterales y a 5 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%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	113,9	0,3
Mínima Temperatura medida	105,8	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6,2	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,6	0,2
Estabilidad medida	3,1	0,05
Uniformidad medida	6,2	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<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
T<sub>MIN</sub> : 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 : 0,6 °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**

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

📘 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0226
2. Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
3. Dirección: AV PACIFICO NRO 50B URB. BUENOS AIRES - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
4. Equipo: HORNO  
 Marca: MEMMERT  
 Modelo: UM-500  
 N° de serie: B594.0432  
 Procedencia: No indica  
 Identificación: No indica  
 Ubicación: Laboratorio de Mecánica de Suelos

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	10 °C a 200 °C	No indica
Resolución	10 °C	1 °C
Tipo	Analógico	Digital

5. Fecha de calibración 2022-12-20

Fecha de Emisión

2022-12-26



Firmado digitalmente por:  
BARTOLO CHUQUIBALA JUAN  
CARLOS FIR 42443885 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 26/12/2022 18:18:58-0500

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
📌 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,6 °C	25,9 °C
Humedad relativa	58 %	57 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,18	LT-1111-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración deénde del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizo algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos y una bandeja de metal sin muestras.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

📘 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

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		Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C	Humedad	74,0 %	74,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>1 000,003 g</b>		<b>Carga L2</b>	<b>1 999,997 g</b>	
l	$\Delta L$	E	l	$\Delta L$	E
g	g	g	g	g	g
1 000,00	0,060	-0,058	2 000,00	0,007	0,001
1 000,00	0,007	-0,005	2 000,00	0,008	0,000
1 000,00	0,007	-0,005	2 000,00	0,006	0,002
1 000,00	0,009	-0,007	2 000,00	0,007	0,001
1 000,00	0,008	-0,006	2 000,00	0,007	0,001
1 000,00	0,007	-0,005	2 000,00	0,006	0,002
1 000,00	0,006	-0,004	2 000,00	0,008	0,000
1 000,00	0,006	-0,004	2 000,00	0,007	0,001
999,99	0,005	-0,013	2 000,00	0,007	0,001
1 000,00	0,007	-0,005	2 000,00	0,009	-0,001
Dif Máx. Encontrada	0,054		Dif Máx. Encontrada	0,003	
EMP	0,20		EMP	0,20	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,5 °C	Humedad	72,0 %	72,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	C. mínima g	l g	$\Delta L$ g	$E_0$ g	Carga L g	l g	$\Delta L$ g	E g	$E_c$ g
1		0,10	0,008	-0,003	699,99	0,008	0,008	-0,014	-0,011
2		0,10	0,008	-0,003	700,00	0,007	0,007	-0,003	0,000
3	0,100	0,10	0,008	-0,003	700,001	0,006	0,006	-0,002	0,001
4		0,10	0,009	-0,004	699,99	0,006	0,006	-0,012	-0,008
5		0,10	0,007	-0,002	699,99	0,008	0,008	-0,014	-0,012
Error máximo permitido ( $\pm$ )									0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGÍA

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	24,2 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	l g	ΔL g	E g	Ec g	l g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub>	0,100	0,10	0,007	-0,002					
	0,500	0,50	0,007	-0,002	0,000	0,50	0,008	-0,003	-0,001
	10,000	10,00	0,006	-0,001	0,001	10,00	0,008	-0,003	-0,001
	50,000	50,00	0,008	-0,003	-0,001	50,00	0,007	-0,002	0,000
	100,000	100,00	0,007	-0,002	0,000	100,00	0,006	-0,001	0,001
	500,001	500,00	0,006	-0,002	0,000	500,00	0,005	-0,001	0,001
	1 000,003	1 000,00	0,006	-0,004	-0,002	1 000,00	0,007	-0,005	-0,003
	1 200,004	1 200,00	0,005	-0,004	-0,002	1 200,00	0,004	-0,003	-0,001
	1 500,004	1 500,00	0,007	-0,006	-0,004	1 500,00	0,004	-0,003	-0,001
	1 800,004	1 800,00	0,008	-0,007	-0,005	1 800,00	0,006	-0,005	-0,003
	2 099,997	2 100,00	0,007	0,001	0,003	2 100,00	0,007	0,001	0,003

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

l: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00029471 \text{ g}^2 + 0,0000000033102 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000013826 \cdot R$$

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. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0073	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).
2. Solicitante	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	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.
3. Dirección	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	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.
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	PERUTEST	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PC-1000	
N° de serie	1114	
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	
Intervalo de indicación	0 kgf a 100000 kgf	
Resolución	10 kgf	
Clase de exactitud	No indica	
Modo de fuerza	Compresión	
5. Fecha de calibración	2023-04-21	

Fecha de Emisión

2023-04-22



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/04/2023 09:42:54-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de materiales de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bellamar Mz J Lt 05 - Nuevo Chimbote.

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,3 °C
Humedad relativa	61 %	61 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 12. 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. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AT-1704-2022



Expediente N° 1A04485  
Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-06-17

- 1. Solicitante** : CALIBRATEC S.A.C.
- 2. Dirección** : Av. Chillón Lote 50B Urb. Chacra Cerro - Comas - Lima - Lima
- 3. Instrumento calibrado** : **MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (TERMOHIGRÓMETRO)**
- Marca / Fabricante** : BOECO
- Identificación** : LT-004 (\*)
- Serie** : 170719424
- Modelo** : HTC-8
- Intervalo de indicación** : IN: -50 °C a 70 °C / OUT: -50 °C a 70 °C  
10 % H.R. a 99 % H.R.
- Resolución** : IN: 0,1 °C / OUT: 0,1 °C  
1 % H.R.
- Procedencia** : Alemania
- Ubicación** : No indica
- 4. Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
- 5. Fecha de calibración** : Del 2022-06-16 al 2022-06-17

**6. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa según el PC-MT-002 Rev. 00 "Procedimiento para Calibración de Medidores de Humedad y/o Temperatura" de METROIL S.A.C.

**7. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-479	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,7 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-051-2022 / INACAL - DM
IT-480	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,5 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-052-2022 / INACAL - DM
IT-481	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,5 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-048-2022 / INACAL - DM
IT-595	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,06 °C	1AT-0197-2022 / METROIL S.A.C.
IT-596	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,06 °C	1AT-0198-2022 / METROIL S.A.C.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.




**LUIS D. CAJAVILCA CUTIMANCO**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739  
**Consulta Técnica:** (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

Certificado de Calibración N° 1AT-1704-2022  
Página 2 de 2

### 8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicial : 19,8 °C Final : 21,8 °C  
Humedad relativa : Inicial : 60,4 % H.R. Final : 68,6 % H.R.

### 9. Resultados

#### PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (Tipo IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (°C)
14,8	0,2	15,0	0,3
21,7	0,3	22,0	0,3
29,5	0,5	30,0	0,3

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección

#### PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%H.R.)	CORRECCIÓN (%H.R.)	HRCV (%H.R.)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (%H.R.)
37	-2,0	35,0	2,8
58	2,0	60,0	2,8
91	-1,0	90,0	2,8

Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (HRCV) = Indicación del higrómetro + Corrección

### 10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", con identificación N° 1AMA-07133-22.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

#### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739  
**Consulta Técnica:** (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe

## Anexo 6 – Panel fotográfico

**Figura 11**

*Cuarteo del agregado fino*



**Figura 12**

*Cuarteo del agregado grueso*



**Figura 13**

*Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino.*



**Figura 14**

*Pesado de muestra del agregado grueso para determinar el peso unitario.*



**Figura 15**

*Colocación de muestras de agregado grueso y agregado fino para determinar el contenido de humedad.*



**Figura 16**

*Análisis granulométrico del agregado grueso.*





**Figura 17**

*Ensayo para determinar el peso específico del agregado fino*



**Figura 18**

*Ensayo para determinar la absorción del agregado fino*



**Figura 19**

*Secado superficial del agregado grueso para determinar su absorción*



**Figura 20**

*Desencofrado de los testigos de concreto.*



**Figura 21**

*Curado de las testigos de concreto – muestra patrón*



**Figura 22**

*Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón.*



**Figura 23**

*Preparación de la muestra para el ensayo de adherencia de la muestra patrón*



**Figura 24**

*Aplicación de lechada de cemento para el ensayo de adherencia.*



**Figura 25**

*Resistencia a la adherencia de la muestra con Sikadur.*



**Figura 26**

*Resistencia a la adherencia de la muestra con lechada de cemento A/C: 0.40*



9	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="https://dicyt.uajms.edu.bo">dicyt.uajms.edu.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="https://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad de Cantabria Trabajo del estudiante	<1 %

21	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Argentina John F. Kennedy Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
28	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	Husam H. Hussein, Kenneth K. Walsh, Shad M. Sargand, Eric P. Steinberg. "Interfacial Properties of Ultrahigh-Performance Concrete	<1 %

# and High-Strength Concrete Bridge Connections", Journal of Materials in Civil Engineering, 2016

Publicación

---

32	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://structurae.net">structurae.net</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.unab.edu.pe">repositorio.unab.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://vdocuments.es">vdocuments.es</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://cideteq.repositorioinstitucional.mx">cideteq.repositorioinstitucional.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

---



42	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
47	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
48	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo