



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas  
duales que presentan deficiencias estructurales”

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

**AUTOR:**

**Freddy Alberto Flores Chocano**

**ASESOR:**

**Mg. Carlos Villegas Martínez**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

**Diseño Sísmico y Estructural**

**LIMA-PERÚ**

**2018**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Freddy Alberto Flores Chocano.

cuyo título es:

"Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 16 (número) DIECISEIS (letras).

Los olivos, 4 de diciembre del 2018

  
 Mag. Ing. Raúl Pardo Barrantes  
 PRESIDENTE

  
 Mag. Ing. Fermín Salcedo Córdova  
 SECRETARIO

  
 Mag. Ing. Carlos Villegas Martínez  
 VOCAL

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## **DEDICATORIA**

A mi padre Freddy Flores Trujillano y a mi madre Silvia Chocano Rojas, por su apoyo incondicional, por su ayuda y comprensión en cada momento de mi vida, para poder salir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios, a mi familia por fortificar mis ideales y valores y por su soporte invaluable e incondicional durante todo este proyecto.

Al ingeniero Victor Montes Sanchez por el apoyo y las instrucciones brindadas hacia este trabajo y para mi persona.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Freddy Alberto Flores Chocano con DNI N°73591674, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Lima, 04 diciembre de 2018**

---

**Freddy Alberto Flores**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos para obtener la misma el título profesional de INGENIERO CIVIL.

Freddy Flores Chocano

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	20
1.1 realidad problemática.....	21
1.2 trabajos previos.....	22
1.2.1 en el ámbito nacional.....	22
1.2.2 en el ámbito internacional.....	24
1.3 teorías relacionadas al tema.....	25
1.3.1 muros portantes.....	25
1.3.2 sistema dual.....	26
1.3.3 reforzamiento de estructuras.....	26
1.3.4 proceso de reparación estructural.....	27
1.3.5 albañilería armada.....	27
1.3.6 albañilería reforzada.....	27
1.3.7 métodos y técnicas de reforzamiento planteados.....	28
1.3.7.1 reforzamiento en muros de albañilería.....	28
1.3.7.2 tecnica de reforzamiento para columnas de concreto armado.....	29
1.3.7.2.1 tecnica de empresillado con perfiles metálicos.....	29
1.3.7.2.2 metodología para la aplicación del empresillado con perfiles metalicos como refuerzo estructural.....	29
1.3.7.3 tecnicas reforzamiento de vigas de concreto armado.....	29
1.3.7.3.1 el reforzamiento con engrosamiento de concreto.....	29
1.3.7.3.1.1 metodología para la aplicación del engrosamiento de concreto.....	30
1.3.7.3.2 el reforzamiento con tapas o chapas metálicas.....	30
el reforzamiento con tapas o chapas metálicas de 3 mm pegadas con sikadur 31.....	30
1.3.8 norma tecnica estructural astm a36:.....	30

1.3.9 norma tecnica estructural astm 562: .....	30
1.4 formulación del problema.....	31
1.4.1 problema general .....	31
1.4.2 problemas específicos.....	31
1.5 justificación del estudio .....	31
1.5.1. justificación teórica.....	31
1.5.2. justificación práctica.....	32
1.5.3. justificación económica .....	32
1.5.4. justificación ambiental.....	32
1.6 hipótesis .....	32
1.6.1 hipótesis general .....	32
1.6.2 hipótesis específica .....	33
1.7 objetivos .....	33
1.7.1 objetivo general .....	33
1.7.2 objetivos específicos.....	33
II. MÉTODO .....	34
2.1 fases del proceso de investigación.....	35
2.1.1 enfoque .....	35
2.1.2 tipo de investigación.....	35
2.1.3 nivel de investigación .....	35
2.1.4 diseño de investigación.....	36
2.2 variables, operacionalización .....	36
2.2.1 proceso de reparación de estructuras y reforzamiento construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales.....	36
2.2.2 incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.....	37
2.2 operacionalización de las variables .....	39
2.3 población y muestra.....	40
2.3.1 población .....	40
2.3.2 muestra .....	40
2.4 técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	401

2.5 métodos de análisis de datos.....	42
2.6 aspectos éticos .....	43
iii. resultados.....	44
3.1 lugar de ubicación del proyecto.....	44
3.1.1 plano en planta del pabellón “d”.....	45
3.2. edificación en evaluación .....	45
3.2.1 zona de intervención.....	46
3.3 evaluación de la estructura mediante ensayos destructivos y no destructivos.....	48
3.3.1 ensayo destructivos.....	48
3.3.1.1 extracción de diamantina.....	48
3.3.1.2 preparación de la superficie.....	48
3.3.1.3 preparación y refrendado .....	48
3.3.1.4 preparación de la superficie.....	49
3.3.1.5 ensayo de compresión.....	49
3.3.1.6 extracción de diamantina en la institución educativa 107 daniel alcides carrión garcia: .....	49
3.3.1.7 procedimientos de campo .....	49
3.3.1.8 aparatos utilizados durante el ensayo .....	50
3.3.1.8.1 extractor de diamantina .....	50
3.3.1.9 procedimiento del ensayo .....	50
3.3.2 ensayo no destructivos.....	51
3.3.2.1 ensayo de esclerómetro digital .....	51
3.3.2.2 ensayo de esclerómetro digital en la institución educativa 107 daniel alcides carrión garcia: .....	52
3.3.2.3 procedimientos de campo .....	52
3.3.2.4 aparatos utilizados durante el ensayo .....	53
3.3.2.4.1 martillo de rebote.....	53
3.3.2.4.2 piedra abraziva.....	54
3.3.2.4.3 procedimiento del ensayo .....	54
3.3.3 ensayo de carbonatación.....	55

3.3.3.1 ensayo de carbonatación en la institución educativa 107 daniel alcides carrión garcia:	
.....	57
3.3.3.1.1 procedimientos de campo .....	57
3.3.3.1.2 aparatos utilizados durante el ensayo .....	57
3.3.3.1.2.1 disolución de fenolftaleína.....	57
3.4 resultados de laboratorio de los ensayos realizados para la evaluación de la edificación	58
3.4.1 resultados de laboratorio del ensayo a compresión de la muestra de diamantina .....	58
3.4.2 resultados de laboratorio del ensayo de esclerómetro digital .....	59
3.4.2.1 evaluación del concreto por el esclerometro digital (ntp:339.181) .....	59
3.4.2.1.1 ensayo (c-1) - 2° piso.....	59
3.4.2.1.2 ensayo (v-1) - 2° piso. ....	61
3.4.2.1.3 ensayo (c-2) - 1° piso.....	62
3.4.3 resultados de ensayo de carbonatación .....	63
3.5 análisis estructural sísmico estático y dinámico (etabs) .....	65
3.5.1 descripción del análisis estructural .....	65
3.5.2 normatividad .....	65
3.5.3 procedimientos del análisis sísmico dinámico .....	66
3.5.4 calcular la fuerza estática equivalente .....	66
3.5.5 método de diseño norma del r.n.e e.060 concreto armado .....	67
3.5.6 propiedades de los materiales .....	67
3.5.7 estructuración.....	68
3.5.8 metrado de cargas .....	69
3.5.8.1 columnas.....	69
3.5.8.2 metrado de carga por piso.....	70
3.5.8.3 parámetros del análisis sísmico .....	71
3.5.8.4 análisis estático .....	75
3.5.8.5 análisis dinámico modal espectral .....	78
3.6 ensayos previos al reforzamiento .....	83
3.6.1 control de calidad de los materiales de construcción y dosificación de concreto	
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ , según norma técnica peruana 400.012:2001 agregados. análisis	
granulométrico del agregado fino, grueso y global. ....	83

3.6.1.1 materiales:.....	84
3.6.1.2 características de agregado global .....	86
3.6.1.3 dosificación de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	87
3.6.2.1 dosificación del mortero de albañilería $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	89
3.6.3 diseño de probetas y dimensiones .....	90
3.6.3.1 fabricación de probetas cilíndricas .....	91
3.6.3.2 ensayo a compresión.....	91
3.6.3.2.1 ensayo de probeta en laboratorio uni.....	91
3.6.4 elaboración de vigas, curado y dimensiones .....	92
3.7 métodos propuestos para el reforzamiento .....	93
3.7.1 reforzamiento en muros de albañilería con geomallas como refuerzo estructural .....	93
3.7.2 reforzamiento en columnas de concreto armado con empresillado de perfiles metálicos .....	93
3.7.3 métodos de reforzamiento en vigas de concreto armado.....	94
3.7.3.1 reforzamiento de engrosamiento de concreto.....	94
3.7.3.2 reforzamiento con tapas o chapas metálicas.....	95
3.7.4 resultados de ensayos a compresión en vigas en laboratorio uni .....	95
3.7.4.1 resultados de laboratorio uni a los 7 días.....	96
3.7.4.2 resultados de laboratorio uni a los 14 días.....	96
3.7.4.2 resultados de laboratorio uni a los 20 días.....	97
3.7.4.3 cuadro de resumen de resultados .....	97
3.7.5 resultados de ensayos a flexión en vigas de laboratorio uni.....	98
3.7.5.1 resultados de laboratorio uni a los 7 días.....	99
3.7.5.2 resultados de laboratorio uni a los 14 días.....	100
3.7.5.3 resultados de laboratorio uni a los 20 días.....	101
3.7.5.4 cuadro de resumen de resultados .....	101
3.7.6.1 resultados de ensayos a compresión diagonal en muretes en laboratorio uni a los 10 días .....	103
3.8 presupuesto de los reforzamientos propuestos en la investigación .....	104
3.8.1 metrado de áreas de los elementos estructurales de las aulas del pabellón “d”.....	104

3.8.2 cantidad de materiales que se usará para cada método de reforzamiento planteado en la investigación.....	105
3.8.2.1 cantidad de materiales que se usará para el reforzamiento en columnas con el empresillado metálico.....	105
3.8.2.2 cantidad de materiales que se usará para el reforzamiento en vigas con la tapa o chapa metálica.....	106
3.8.2.3 cantidad de materiales que se usará para el reforzamiento en vigas con engrosamiento de concreto.....	106
3.8.2.4 cantidad de materiales que se usará para el reforzamiento en vigas con engrosamiento de concreto.....	107
3.8.3 presupuestos de la investigación.....	107
IV. DISCUSIÓN.....	110
V. CONCLUSIONES.....	112
VI. RECOMENDACIONES .....	115
REFERENCIAS .....	116
ANEXOS .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ensayo a flexión ASTM C293 .....	38
Figura 2: Plano de Ubicación Fuente: Google maps .....	44
Figura 3: Plano en planta del pabellón "D" .....	45
Figura 4: Pabellón "D" Fuente: Carlos Rojas .....	46
Figura 5: Plano de arquitectura 3D.....	46
Figura 6: Plano de arquitectura.....	47
Figura 7: Corte elevación 1-1 .....	47
Figura 8: Extractor de diamantina .....	50
Figura 9: Ensayo de diamantina .....	51
Figura 10: Ensayo de esclerómetro digital .....	52
Figura 11: Ensayo de diamantina Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 12: Esclerómetro digital .....	53
Figura 13: Piedra Abrasiva.....	54
Figura 14: Selección de la zona.....	54
Figura 15: Selección de 9 lecturas .....	55
Figura 16: Ensayo de carbonatación.....	55
Figura 17: Indicador colorimétrico de estimación del nivel de carbonatación Fuente: Elaboración propia.....	56
Figura 18: Columna dañada por carbonatación .....	56
Figura 19: Solución de fenolftaleína .....	57
Figura 20: Conversión N/NR del fabricante Schidt Hammer.....	60
Figura 21: Gráfico de correlación.....	61
Figura 22: Gráfico de correlación.....	62
Figura 23: Gráfico de correlación.....	63
Figura 24: Columna C-1-1 – primer piso .....	64
Figura 25: Viga V-1-2 – segundo piso .....	64
Figura 26: Vista en planta del pabellón “D”.....	65
Figura 27: Zonas Sísmica .....	71
Figura 28: Análisis estático .....	75

Figura 29: Derivas inelásticas sismo x .....	77
Figura 30: Derivas inelásticas sismo Y .....	78
Figura 31: Análisis dinámico espectral .....	79
Figura 32: Aceleración espectral .....	81
Figura 33: Derivas inelásticas.....	82
Figura 34: Derivas inelásticas sismo Y .....	83
Figura 35: Curva de granulometría.....	84
Figura 36: Curva de Granulométria.....	86
Figura 37: Curva de granulometría.....	87
Figura 38: Curva Granulométrico.....	89
Figura 39: Molde cilindrico de 15x30 cm .....	91
Figura 40: Moldes para elaboración de las muestras.....	92
Figura 41: Curado de vigas.....	92
Figura 42: Reforzamiento de muros con geomalla triaxial .....	93
Figura 43: Reforzamiento de emrpesillado metálico.....	94
Figura 44: Reforzamiento con engrosamiento de concreto .....	94
Figura 45: Reforzamiento con tapa o chapa metálica.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: técnicas e instrumentos .....	41
Tabla 2: resultados de laboratorio de la extracción de diamantina en columnas .....	58
Tabla 3: resultados de laboratorio de la extracción de diamantina en vigas. ....	58
Tabla 4: resultados de laboratorio de esclerómetro digital.....	59
Tabla 5: lecturas válidas de esclerómetro digital .....	60
Tabla 6: lecturas válidas de esclerómetro digital .....	61
Tabla 7: lecturas válidas de esclerómetro digital .....	62
Tabla 8: resultados de laboratorio de carbonatación.....	64
Tabla 9: normas empleadas.....	66
Tabla 10: tipos de cargas.....	67
Tabla 11: características del concreto armado .....	67
Tabla 12: características de la edificación.....	68
Tabla 13: cargas mínimas repartidas .....	69
Tabla 14: carga mínima equivalente repartida de la tabiquería.....	69
Tabla 15: peso específico .....	70
Tabla 16: cargas mínimas repartidas equivalentes a la de tabiquería.....	70
Tabla 17: metrado de acabados .....	70
Tabla 18: metrado de carga muerta .....	70
Tabla 19: metrado de carga viva entrepiso.....	71
Tabla 20: metrado de carga- techo .....	71
Tabla 21: factor de zona según la norma e.030.....	72
Tabla 22: factor del suelo según la noma e.030. ....	72
Tabla 23: parámetros del suelo según la noma e.030.....	72
Tabla 24: factor de amplificación sísmico .....	73
Tabla 25: categoría de las edificaciones.....	74
Tabla 26: valores de r .....	74
Tabla 27: pesos sísmicos efectivos calculados.....	74
Tabla 28: formula de la cortante basal .....	75
Tabla 29: cortante en la base .....	76
Tabla 30: cortante en la base vx, vy .....	76
Tabla 31: distribución de la fuerza cortante en todos los pisos.....	76
Tabla 32: determinamos las derivas de entre piso x-x .....	77

Tabla 33: determinamos las derivas de entrepiso y-y .....	77
Tabla 34: datos para el espectro de diseño .....	79
Tabla 35: verificación de irregularidad .....	79
Tabla 36: aceleración espectral .....	80
Tabla 37: cortante basal del edificio .....	81
Tabla 38: derivas de entrepisos x-x .....	82
Tabla 39: derivas de entrepiso y-y .....	82
Tabla 40: análisis granulométrico .....	84
Tabla 41: propiedades físicas .....	85
Tabla 42: análisis granulométrico de agregado grueso .....	85
Tabla 43: propiedades físicas .....	86
Tabla 44: análisis granulométrico .....	87
Tabla 45: propiedades físicas .....	87
Tabla 46: diseño de mezclas preliminar ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) cemento sol tipo 1 .....	88
Tabla 47: cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de concreto en obra. ....	88
Tabla 48: cantidad de material por bolsa de cemento en obra. ....	88
Tabla 49: análisis granulométrico .....	89
Tabla 50: propiedades físicas .....	89
Tabla 51: diseño de mezclas preliminar ( $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ ) cemento sol tipo 1 .....	90
Tabla 52: cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de concreto en obra. ....	90
Tabla 53: cantidad de material por bolsa de cemento en obra. ....	90
Tabla 54: resultado del diseño de mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	91
Tabla 55: resultados a los 7 días.....	96
Tabla 56: resultados a los 14 días.....	96
Tabla 57: resultados a los 20 días.....	97
Tabla 58: cuadro comparativo.....	98
Tabla 59: resultados a los 7 días.....	99
Tabla 60: resultados a los 14 días.....	100
Tabla 61: resultados a los 20 días.....	101
Tabla 62: cuadro comparativo de resultados.....	102
Tabla 63: resultado a los 12 días .....	103
Tabla 64: metrado de áreas de columnas, vigas y muros .....	104
Tabla 65: cantidad de ángulos para el reforzamiento.....	105

Tabla 66: cantidad de platinas para el reforzamiento .....	105
Tabla 67: cantidad de planchas metálicas .....	106
Tabla 68: cantidad de material para el reforzamiento .....	107
Tabla 69: metrado de muros.....	107
Tabla 70: presupuesto de reforzamiento .....	108
Tabla 71: presupuesto de la demolición de la estructura.....	109

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo determinar la relación entre el proceso de reparación y reforzamiento entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales, para entender el funcionamiento en el refuerzo de estructuras construidas de concreto armado, mediante ensayos de compresión de probetas prismáticas, flexión en vigas, compresión diagonal. La finalidad es la de entender correctamente el comportamiento del material compuesto en estas condiciones y así saber con precisión si el reforzamiento va a ser útil para las cargas que debe resistir. Adicionalmente, se ensayó los materiales por separados primero probetas prismáticas, vigas de concreto y muretes sin refuerzo; luego probetas y vigas prismáticas con refuerzo de acero estructural y en muretes con refuerzo de geomalla para saber cuál es la diferencia de resistencia que existen y saber si es útil o no reforzar la estructura con dicho material, también contiene un presupuesto para comparar si es viable poder reforzar con dichos materiales o si es más conveniente y económico demoler la estructura. Esta investigación intenta verificar la posibilidad de realizar reforzamientos a estructuras de concreto armado, mediante el pegado de acero estructural. Especial atención se da al estudio del comportamiento a compresión y flexión.

**Palabras claves:** Resistencia, Compresión, Compresión Diagonal y Flexión

## **ABSTRACT**

The objective of this project is to determine the relationship between the repair and reinforcement process between the increase of the structural performance of structures built with dual systems that present structural deficiencies, to understand the operation in the reinforcement of structures built of reinforced concrete, through compression tests of prismatic test tubes, bending in beams, diagonal compression. The purpose is to correctly understand the behavior of the composite material under these conditions and to know precisely if the reinforcement will be useful for the loads that it must resist. Additionally, the materials are tested separately by first prismatic specimens, concrete beams and walls without reinforcement; then test tubes and prismatic beams with reinforcement of structural steel and in walls with geogrid reinforcement to know what is the difference in resistance that exist and know if it is useful or not to reinforce the structure with this material, also contains a budget to compare if it is viable to be able to reinforce with said materials or if it is more convenient and economical to demolish the structure. This investigation attempts to verify the possibility of reinforcements to reinforced concrete structures, through the bonding of structural steel. Special attention is given to the study of compression and flexion behavior.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú se realizan proyectos de infraestructura donde ocurren fallas fundamentales tanto en el uso de materiales de inferior calidad, la autoconstrucción, y en el proceso constructivo, lo cual implica obtener una estructura inestable y pone en peligro nuestra sociedad.

El proceso de reparación y reforzamiento de estructuras trata de minimizar la práctica de las demoliciones, buscar soluciones y alternativas que eviten estas prácticas.

Raigosa (2010, p. 1) define demolición como:

“[...]La demolición se convierte en una práctica que conduce retrasos en el cronograma, impacto en el presupuesto y un malgasto de material, etc.; por lo tanto, es necesario implementar ciertas técnicas de reforzamiento a las estructuras para evitar dicha práctica.”

En las construcciones es importante realizar inspecciones y un plan de control de calidad donde se realicen pruebas de laboratorio para los materiales puestos in situ y para la estructura final.

Nos vemos en la necesidad de mejorar las viviendas de nuestro país, para alcanzar condiciones de habitabilidad adecuadas, ya que este problema afecta al más del 74% de la población.

La construcción informal es uno de los graves problemas que tiene nuestro país, lo cual crea un peligro para las familias que edifican en terrenos vulnerables y sin supervisión profesional.

CAPECO (2017 párr. 3) señala:

“El 70% de las viviendas en el país han sido edificadas sin poseer una autorización de ejecución de obra y mucho menos han sido edificadas y supervisadas por un profesional competente.

Las viviendas que más se verían afectadas en caso de sismo y que no están preparadas, son las informales, debido a que no han participado en su construcción profesionales, como ingenieros civiles.

La construcción de viviendas informales es una amenaza latente para la población, en Lima se construyen aproximadamente 18000 viviendas formales en un año, de manera informal es de 30000 es decir casi el doble.

La autoconstrucción de una vivienda puede resultar hasta 40% más caro, además también puede poner en riesgo la seguridad de la vivienda, es por esto que muchos demoran hasta 10 años en terminar su vivienda mientras que la construcción formal toma en promedio nueve meses, utilizando muchas veces materiales y mezclas de concreto inadecuadas.

CAPECO (2017, párr. 2) señala:

“[...]En Lima solo el 30% de viviendas están construidas de manera formal, por lo que es necesario poder crear una cultura de formalidad y de prevención, este último punto enfocado ante el terremoto ocurrido en México que dejó cerca de mil viviendas inhabitables.”

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

En la presente investigación analizaremos trabajos de otros autores que se asemejen a la presente.

### **1.2.1 EN EL ÁMBITO NACIONAL**

Seminario Loayza, Juan Macías. En su trabajo de investigación titulada “Reparación de un muro de albañilería confinada mediante varillas de Fibra de Vidrio”, Lima-Perú, (2008), (93pp.), algunas conclusiones a las que llegó fueron las siguientes:

- El método de reparación es sencillo de poner en práctica por personas con poco conocimiento en construcción, además es una buena propuesta para la construcción debido a su bajo costo.
- La resistencia inicial del muro se logró recuperar con esta técnica de reparación, que se aplicaron luego de la rotura diagonal del muro reparado.
- Después que se alcanzó el nivel de rotura diagonal, no pudieron hallarse cambios en la rigidez, porque el patrón de roturas fue parecido. Lo cual pudo percibirse, es que las grietas de la base del muro reparado fueron mayores que las del muro inicial, lo que señala una deficiencia a la flexión del muro reparado.

Ora Bullón, Hugo. En su trabajo de investigación titulada “Reparación general del muelle industrial de Southern Copper Corporation”, Lima-Perú, (2008), (79pp.), algunas de las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes:

- Los deterioros visualizados en el muelle son ocasionados por corrosión. Lo cual alcanzó niveles importantes afectando a los pilotes y al tablero principal. También, los eventos sísmicos y las operaciones portuarias han incrementado los deterioros iniciados por el proceso de corrosión.
- Los deterioros primordiales que desfavorecen el desarrollo de la estructura se encuentran en los pilotes, principalmente en las bases.

Gameros Moncada, Santiago Jesús. En su trabajo de investigación titulada “Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso”, Lima – Perú, (2015), (76pp.), algunas de las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes:

- Lo más importante del refuerzo de estas instituciones educativas es impedir el fenómeno de columna corta que en la historia ha sido ocasional de perjuicios leves y graves en locales escolares.
- La columna corta y la falta de rigidez no son los únicos inconvenientes que aquejan estos colegios, sino también el mantenimiento que suceden por corrosión, humedad y recubrimientos desprendidos.

Alegre Gago, Gianfranco. En su trabajo de investigación titulada “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado”, Lima – Perú, (2017), (77pp.), algunas de las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes:

- Se demostró que el refuerzo (CFRP) aumenta la capacidad de carga de las secciones de concreto armado sometidas a flexión. Se evidenció que el comportamiento del CFRP es usualmente lineal hasta alcanzar el estado de falla, por ende, es considerado un material frágil.

- Se comprobó que el refuerzo (CFRP) reduce la ductilidad de la sección. Por esto se concluye que, en secciones de mayor acero de refuerzo, la reducción de la ductilidad inicial es mayor que en una sección con menor acero de refuerzo.

### **1.2.2 EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL**

Raigosa Tuk, Eduardo. En su trabajo de investigación titulada “Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales”, Lima-Perú, (2014), (31 pp.), algunas de las conclusiones a las que llego fueron las siguientes:

- La implementación de técnicas de reforzamiento es favorable, alcanzando rendimientos aptos y minimizando la práctica de la demolición de las estructuras que presentan deficiencias.
- Cuidar el medio ambiente y generar el mínimo de escombros durante una construcción debe ser primordial para todo ingeniero en la actualidad. Utilizar técnicas que eviten la contaminación.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2009). “Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos.”

Algunas de las conclusiones a las que llegaron fueron.

- El resultado de las investigaciones de campo hizo que estos parámetros ingresaran con fuerza en la ingeniería civil; fue el tener en cuenta la presencia o falta de columnas de concreto armado para el refuerzo de los muros.
- Sin embargo, aquellos edificios desarrollados con participación profesional de ingenieros y arquitectos, que tuvieron losas aligeradas, vigas collarín conectadas entre sí y columnas de amarre, no sufrieron daños durante el sismo.

Giménez Carbó, Ester. En su trabajo de investigación titulada “Estudio experimental y numérico de soportes de hormigón armado reforzados con perfiles metálicos sometidos a esfuerzos de compresión simple.” Valencia-España, (2007), (286 pp.), algunas de las conclusiones a las que llego fueron las siguientes:

- En la zona de los angulares anexa al capitel, se produce la plastificación localizada de los angulares (para ambas probetas). A la vista de las curvas fuerza-desplazamiento, en el momento en que empiezan a plastificar los angulares.
- Desde luego que, el confinamiento prácticamente no intercede, entonces la única definición, reside en alguna consecuencia localizada, que hace perder una cierta rigidez en el primer tramo de angulares.

Pavisc C., Yanko. En su trabajo de investigación titulada “Reforzamiento y reparación estructural de pilares en edificaciones de hormigón armado”. Samborondón-Ecuador, (2017), (77 pp.), algunas de las conclusiones a las que llego fueron las siguientes:

- Por todo lo analizado en este estudio, se concluye que el sistema de refuerzo por medio de angulares y presillas de acero, es el recomendado para reforzar y/o reparar las estructuras vulnerables del país.
- El refuerzo con fibra de carbono es una alternativa que ofrece un gran aumento en la resistencia, pero el incremento del costo respecto a las presillas metálicas hace que este sistema sea optado para proyectos más específicos.

### **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1 MUROS PORTANTES**

Según Norma Técnica de Edificaciones E 070 Albañilería, RNE (2006): “Son muros construidos para que transfieran cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación.” (pág. 9).

Son muros que tienen función estructural, soportando otros elementos estructurales, como arcos, bóvedas, vigas, que permiten brindar a una vivienda la fortaleza que necesita, principalmente ante la eventualidad de un sismo.

Para que los muros portantes realicen esta importante función, es necesario utilizar materiales de calidad y que el proceso constructivo sea el correcto.

Según Norma Técnica de Edificaciones E 070 Albañilería, RNE (2006), Artículo 30: “En los muros portantes de edificaciones diafragmadas y especialmente se someterá a fuerzas coplanares.” (pág.54).

### **1.3.2 SISTEMA DUAL**

Según Norma Técnica de Edificaciones E 030 Diseño Sismorresistente, RNE (2017): “Los eventos sísmicos son soportadas por una composición de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante de los muros es mayor de 20 % y menor de 70 % de la cortante en la base de la estructura” (pág.15).

El sistema dual forma una estructura con una resistencia y rigidez lateral esencialmente mayor al sistema de pórticos, por esto es muy eficiente para resistir fuerzas sísmicas; si es que existe una eficiente distribución de los elementos rígidos.

El presente sistema se usa cuando se tienen fuerzas de compresión, flexión o tracción, y para proyectos especiales que tengan grandes voladizos o cargas concentradas en ciertos puntos, y que se encuentren en regiones sísmicas altas.

Según Norma Técnica de Edificaciones E 060 Concreto Armado, RNE (2009): “Esta Norma descifra los requerimientos y exigencias para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple.” (pág.13).

### **1.3.3 REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS**

Según ACI 562 Norma para la Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto: “Establece procedimientos para evaluación, diseño, materiales y construcción, eleva el nivel del desempeño de las reparaciones, establecer responsabilidades, variaciones en las prácticas y métodos de reparación, diferentes niveles de calidad” (pág.3).

El reforzamiento de edificaciones está encaminado a incrementar resistencia y servicialidad. Se realizan si hay fallas del diseño o incorrecta mano de obra en la ejecución del proyecto.

Se refuerza para realizar cambios de uso resultante en incremento de carga, para resolver fallas en la edificación, fallas estructurales por eventos sísmicos o por corrosión del acero de refuerzo.

Usado para reparar estructuras convencionales (ej. edificios, parqueaderos) y no convencionales.

### **1.3.4 PROCESO DE REPARACIÓN ESTRUCTURAL**

Según ACI 562 Norma para la Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto: “Establecer requerimientos para evaluación y reparación, elevar la calidad de las reparaciones, extender la vida útil de la estructura y mejorar la seguridad de vida. Requerimientos para reforzamientos externos (expuestos) con FRP, platinas metálicas, post-tensado externo” (pág.14).

La reparación estructural es restituir al estado original las estructuras y casualmente producir un refuerzo que optimice su conducta ante un evento sísmico.

### **1.3.5 ALBAÑILERÍA ARMADA**

Según Norma Técnica de Edificaciones E 070 Albañilería, RNE (2006): “Los muros reforzados convendrán ser recubiertos con grout total o en parte en sus alvéolos, conforme a lo detallado en el Artículo 5 (5.3).

En este tipo de albañilería se refuerza con varillas de acero tanto vertical y horizontalmente y llenado mediante concreto líquido, así los diferentes componentes actúen colectivamente para resistir los esfuerzos.

Especialmente estos refuerzos radican en tensores (refuerzos verticales) y escalerillas (como refuerzos horizontales), refuerzos que van empotrados en los cimientos o en los pilares de la construcción, respectivamente.

### **1.3.6 ALBAÑILERÍA REFORZADA**

Según Norma Técnica de Edificaciones E 070 Albañilería, RNE (2006): “El refuerzo horizontal, cuando sea solicitado, será continuo y se anclará en las columnas de confinamiento 12,5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm. Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, o zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical” (pág.22).

Son muros tradicionales que está enmarcado en sus bordes por elementos de concreto armado, tales como vigas columnas, y conjunto de estos elementos le otorga propiedades estructurales de muy buena calidad y resistencia.

## **1.3.7 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO PLANTEADOS**

### **1.3.7.1 REFORZAMIENTO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA**

#### **1.3.7.1.1 TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON GEOMALLAS**

Esta técnica se aplica para viviendas que han sido autoconstruidas, y que presenten deterioro, lo cual permite colocar estas geomalla para poder reforzarlas ante alguna eventualidad sísmica, impidiendo el colapso o falla de la edificación.

Las geomallas son compuestos de polipropileno, producidas por un método de extrusión y luego estiradas de forma tri-axial para aumentar sus particularidades a la tensión.

Según Norma Técnica de Edificaciones E 080 Diseño y construcción con tierra reforzada, RNE 2017. “En el uso de geomallas, el refuerzo debe ser externo. La geomalla está formada por material sintético, debe tener características necesarias para utilizarse de refuerzo en edificaciones.” (pág10).

#### **1.3.7.1.2 METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE LAS GEOMALLAS COMO REFUERZO ESTRUCTURAL**

- Se comienza limpiando y eliminando la pintura de la pared.
- Se pica superficialmente los muros generando rugosidades para una mejor adhesión de la mezcla.
- Se resana la pared para dejar la superficie plana y homogénea.
- Se medirá en forma continua la longitud de la pared a reforzar ya sea interior o exteriormente, y cortar la malla de acuerdo a la medida determinada.
- Poner la malla sobre el muro y fijarla con alcayatas colocadas a cada 50 cm horizontal y verticalmente.
- Humedecer la pared con agua y colocar la lechada de cemento con arena 1:4, cubrir la totalidad de la pared con el mortero, fijandose de cubrir la toda la geomalla.

- Tarrajear, colocar imprimante y pintar.

### **1.3.7.2 TECNICA DE REFORZAMIENTO PARA COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO**

#### **1.3.7.2.1 TECNICA DE EMPRESILLADO CON PERFILES METÁLICOS**

La técnica que se usará para reforzar columnas será con el empresillado con angulares y presillas metálico, La ejecución de los refuerzos metálicos de las columnas son rápidos y relativamente baratos en relación con otros métodos de reforzamiento. Además, la columna puede entrar en carga inmediatamente una vez que el refuerzo está instalado, evitando el pandeo de la columna.

#### **1.3.7.2.2 METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL EMPRESILLADO CON PERFILES METALICOS COMO REFUERZO ESTRUCTURAL**

- Se realiza una delimitación del área de trabajo y su respectiva señalización.
- Colocación de los perfiles de la base metálica, utilizando para adherirlos sikadur 31, que cumple con la norma ASTM C-881.
- Colocación de pletinas transversales mediante soldadura a los perfiles angulares de esquina.
- La estructura metálica se protegerá con esmalte de resinas.

### **1.3.7.3 TECNICAS REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO**

#### **1.3.7.3.1 EL REFORZAMIENTO CON ENGROSAMIENTO DE CONCRETO**

Esta técnica trata de engruesar a viga original en 5 cm en sus tres caras, queriendo simular la apariencia de las vigas del colegio en estudio. Se refuerza con una malla de acero corrugado de 8 mm en la parte inferior, este tipo de refuerzo se ha diseñado para incrementar el momento flector y esfuerzo cortante.

### **1.3.7.3.1.1 METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL ENGROSAMIENTO DE CONCRETO**

- Se realiza la malla de 8 mm, de las medidas de las vigas originales, la cual se coloca en la parte inferior de la viga.
- Se aplica sikadur 32 gel que cumple con la norma ASTM C-881, en las tres caras de la viga original, para que se pueda adherir el concreto endurecido al concreto fresco.
- Se encofra la sección de la viga a engrosar, y luego se pasará a vaciar la mezcla; la cual contiene sikacem Superlastificante, que cumple con la norma ASTM C 494, tipo D y tipo G, y su dosificación fue de hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

### **1.3.7.3.2 EL REFORZAMIENTO CON TAPAS O CHAPAS METÁLICAS**

El reforzamiento con tapas o chapas metálicas de 3 mm pegadas con sikadur 31 consiste en adosar a la cara inferior de la viga, y en toda su longitud, sendas tapas o chapas de acero Blac A36, PDLAC A36 de 3 mm de espesor.

### **1.3.8 NORMA TECNICA ESTRUCTURAL ASTM A36:**

Esta norma es aplicable a diversos perfiles estructurales, como barras redondas, lisas, cuadradas, ángulos, tees, Platinas y Canales laminados en caliente que aún se comercializan. Se emplean en la construcción de puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas. Su fluencia es de 2530 kg/cm<sup>2</sup> y un esfuerzo a la tensión promedio de 4 080 kg/cm<sup>2</sup>, su soldabilidad es adecuada. En Estados Unidos se fabricaron armaduras remachadas, atornilladas y soldadas, aumentando el volumen de carbono de los aceros apartando a las conexiones remachadas.

### **1.3.9 NORMA TECNICA ESTRUCTURAL ASTM 562:**

Este código proporciona los requisitos mínimos para la evaluación, reparación, rehabilitación y fortalecimiento de edificios de concreto existentes y, cuando corresponda, estructuras no edificables. Este código no proporciona procedimientos de diseño completos o construcción medios y métodos. materiales, procesos, medidas de control de

calidad e inspecciones descrito en este código debe ser probado, monitoreado o realizado como aplicable solo por individuos que posean las Certificaciones ACI apropiadas o equivalente. Estos materiales son: FRP, platinas metálicas, post-tensado externo”.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y reforzamiento entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?

### **1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?
- ¿Cuál es la relación entre el reforzamiento y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

A causa de los problemas asignados, que mejor forma de definir un sistema que sirva como una alternativa factible.

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

En la justificación teórica, se tendrá un mayor conocimiento de reparar y reforzar estructurales con sistema duales, con métodos como el empresillado metálico, ensanchamiento del área del elemento estructural y geomallas, por medio de la norma ASTM 562, ASTM A36, FEMA 4, Eurocódigo 4 y 8, norma técnica de edificaciones E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. Siempre acorde con la norma E.030 diseño sismorresistente, E.060 Concreto armado y E.070 Albañilería para edificaciones.

### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La aplicación de procesos de reparación y reforzamiento trata de mejorar la situación actual de miles de viviendas en el país, además trata de minimizar la práctica de la demolición de viviendas en mal estado.

En cuanto a comparaciones a la práctica de la demolición, representaría un ahorro significativo económico para el cliente, los cuales estén interesados en utilizar el proceso de reparación y reforzamiento de estructuras que presenten deficiencias estructurales.

### **1.5.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

En cuanto a comparaciones con otros tipos de reparaciones y reforzamientos presenta una optimización de materiales debido calidad, lo que hace que los métodos sean considerados de bajo costo. Esto representaría un ahorro significativo en lo económico para el cliente, los cual estarían interesados en implementar estas técnicas para incrementar la capacidad de carga de sus viviendas ante una posible eventualidad sísmica.

### **1.5.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

El proceso de reparación y reforzamiento tiene ciertas ventajas a comparación de otras técnicas de reforzamiento externo. Estas técnicas permiten generar el mínimo de escombros o desmonte, lo cual ayuda a mantener un espacio limpio y favorable para nuestro medio ambiente.

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL**

- Existe relación significativa del proceso de reparación y el reforzamiento de estructuras entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.

### **1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- Existe relación significativa entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.
- Existe relación significativa entre el reforzamiento de estructuras y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL**

- Definir los procesos de reparación y el reforzamiento que deben cumplir los proyectos para la aplicación en las estructuras con sistema dual.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los márgenes mínimos de rentabilidad para la reparación y reforzamiento de estructuras con sistema dual.
- Conseguir una óptima estructura en el proceso de reparación y reforzamiento de estructuras con sistema dual.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 FASES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1.1 ENFOQUE**

Hernández, Fernández, Baptista (2010) comenta: “El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para analizar hipótesis, con base en los cálculos numéricos y el análisis estadístico, para crear modelos de comportamiento y ensayar teorías” (p. 4)

Entonces el enfoque es cuantitativo porque esta investigación será a base de mediciones numéricas.

### **2.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Valderrama (2013, p. 165) menciona:

Trata de regenerar el estatus vigente de los individuos o grupos de personas [...]. El estudio aplicado empujada por el ímpetu del estudio básico ha orientado el interés de resolver dificultades [...]. Describe el producto al instante y se interesa en perfeccionar a los individuos implicados en el desarrollo del estudio.

Entonces, esta investigación es aplicada, ya que investiga cómo mejorar estructuralmente las viviendas que presenten daños y deficiencias en su sistema estructural, para aportar al mejoramiento de las viviendas en el país.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 157) señala:

El propósito del análisis es relacionar dos variables que trata de averiguar la categoría o escala de correlaciones. El objetivo de las investigaciones correlacionales es cuantificar la magnitud de concordancia entre dos o más variables, se calcula y se analiza la concordancia de cada una de ellas previsiblemente coherentes.

Entonces, esta investigación es correlacional, porque cuantifica la magnitud de concordancia entre dos o más variables.

### **2.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

La importancia del estudio es demostrar, ya que busca explicar particularidades del objeto que se estudia, pero no ahonda en los orígenes internos o externos, los cuales lo limitan.

Según Valderrama (2002, p. 45) señalan:

La investigación explicativa está encaminada a reconocer a las causas de los eventos físicos o sociales. Su interés es descubrir la razón por la que sucede un fenómeno determinado, así como establecer en qué circunstancias se da este, o porque dos o más variables están relacionadas.

#### **2.1.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El reciente estudio se sitúa en el diseño Cuasiexperimental, porque su objetivo es predecir la importancia de las particularidades del problema en análisis.

Según Valderrama (2002, p. 65) comenta:

Los diseños cuasiexperimental manejan premeditadamente al menos una variable independiente para ver su consecuencia y concordancia con una o más variables dependientes, pueden ser explicativos y correlacionales.

#### **2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

En seguida, se explican las variables con una pequeña definición conceptual.

##### **2.2.1 PROCESO DE REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS Y REFORZAMIENTO CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES**

Es una restauración de una estructura afectada, deteriorada, rota o en mal estado para que cumpla mejor la función de diseño dentro de los márgenes de confiabilidad y seguridad, aumentando su capacidad de carga.

#### **DIMENSIONES**

##### **ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

Según Fastino Gimena, Pedro Gonzaga y Lázaro Gimena: “El Análisis Estructural es la parte del proyecto que tiene al diseño, cálculo y comprobación de la edificación. Lo cual permite crear las circunstancias de capacidad de la edificación, respecto a su propósito. Pues, tiene determinado su objetivo en la estructura y su propósito en el cálculo como demostración de lo diseñado” (pág.1).

El análisis estructural es la determinación de la capacidad de una estructura o de cualquiera de sus elementos para soportar un tipo de carga, dados los apoyos de que consta para ello.

El objetivo del análisis sísmico de estructuras es generar una respuesta de una estructura a la ocurrencia de un evento sísmico. Actualmente nos importan las que están basadas en desplazamientos, los que perjudican a la estructura, también su resistencia; el desplazamiento de nuestra estructura se puede visualizar con una curva de capacidad.

### **ESCLEROMETRO DIGITAL**

Esclerómetro digital sirve para establecer la resistencia del concreto y así evitar que el material se dañe incluso cuando la resistencia sea baja. Es perfecto para medir de manera fácil y rápida la dureza y la resistencia del hormigón y de otros materiales de construcción. También se usa para calcular la uniformidad del concreto in situ, delinear zonas de concreto deteriorado o de baja calidad o estimar el desarrollo de resistencias in situ.

Según Norma técnica estructural ASTM C 805: “Este ensayo consiente establecer la resistencia de un elemento de concreto a partir del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido, sin embargo, se debe tomar en cuenta que esta técnica de prueba no es conveniente como la base para la aprobación o el rechazo del concreto” (pág. 1).

### **DIAMANTINA**

El ensayo de diamantina es de tipo destructivo del concreto, se basa en la norma ASTM C42. En este ensayo se emplea en la extracción de muestras cilíndricos de concreto adquiridos de edificaciones existentes. Esta muestra se ensaya a compresión para establecer la resistencia del concreto.

## **2.2.2 INCREMENTO DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTEN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES**

Se define incremento del desempeño estructural a la repotenciación de las estructuras que presenten roturas, fallas o cualquier tipo de deficiencia estructural.

## DIMENSIONES

### COMPRESIÓN

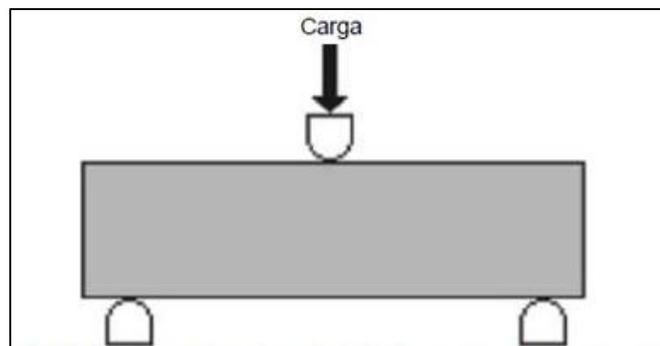
La deformación a compresión se da en columnas que tienen una carga axial y entran en pandeo. Se elaborará el ensayo de compresión según norma ASTM C39, para obtener la resistencia de las muestras a este tipo de ensayo.

Según Norma técnica estructural ASTM C39. Método de Ensayo para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. “Esta técnica de ensayo trata de determinar la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.” (pág.8).

### FLEXIÓN

Es un tipo de deformación que tiene la viga en una dirección perpendicular a su eje longitudinal, ya que son diseñadas para trabajar a flexión.

Según Norma técnica estructural ASTM C293. Resistencia a la Flexión de vigas de concreto (carga al centro). “Este ensayo cubre la determinación del esfuerzo de flexión de especímenes de concreto por medio de una viga simple con carga en el punto medio como se muestra en la figura 1. Este ensayo es utilizado para determinar el módulo de ruptura de muestras preparados y curados de acuerdo con las normas ASTM C1 y ASTM C192.



*Figura 1:* Ensayo a flexión ASTM C293

Fuente: CivilMac

## 2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TÍTULO: *Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales*							
Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición	FASES DE LA INVESTIGACIÓN
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>RESISTENCIA</b>	Resistencia a compresión de diamantina	Ensayo de Diamantina (ASTM C 42)	-Enfoque de la investigación es cuantitativo  Tipo de investigación es aplicada.
¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y reforzamiento entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?	Definir los procesos de reparación y el reforzamiento que deben cumplir los proyectos para la aplicación en las estructuras con sistema dual.	Existe relación significativa del proceso de reparación y el reforzamiento de estructuras entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.	PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES		Dureza superficial del concreto	Esclerómetro digital (ASTM C 805)	
					Carbonatación en el concreto	Ensayo de carbonatación (ASTM-D1293)	
					Evaluación sismoresistente de la estructura	Análisis estructural (E 030)	
				<b>Problema específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable Dependiente</b>
¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?	Determinar los márgenes mínimos de rentabilidad para la reparación y reforzamiento de estructuras con sistema dual.	entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.	INCREMENTO DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTEN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES	<b>COMPRESIÓN DIAGONAL</b>	Resistencia a compresión diagonal a los 7, 14 y 20 días.	Maquina especial para la compresión diagonal (ASTM E 519 - 02)	
				<b>FLEXIÓN</b>	Resistencia a flexión a los 7, 14 y 20 días	Maquina especial para la flexión (ASTM C293)	
¿Cuál es la relación entre el reforzamiento y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?	Conseguir una óptima estructura en el proceso de reparación y reforzamiento de estructuras con sistema dual.	Existe relación significativa entre el reforzamiento de estructuras y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.					

Operacionalización de las variables Anexo N°1

## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN**

Según Tamayo (2012, p. 176):

La población es el conjunto de elementos a investigar, comprende el global de unidades de estudio que implican a dichos elementos y que debe determinar para un definido análisis componiendo un grupo N de individuos que intervienen de una definida particularidad, y se le nombra la población por establecer el total de los elementos sujeto a un análisis

La presente investigación tiene como población de análisis el colegio 107 “Daniel Alcides Carrión García” del distrito de Santa Anita, Lima.

### **2.3.2 MUESTRA**

Según Pérez (2004, p. 249):

La muestra es una fracción mínima de la población, que tiene particularidades iguales. Es la primordial característica que permite al investigador divulgar sus resultados a la población.

La muestra que se obtendrá será representativa del colegio Daniel Alcides Carrión García del distrito de Santa Anita y serán ubicadas del pabellón “D”, elegido a criterio, ya que la edificación presenta grandes fallas en sus elementos estructurales, a los cuales se aplicará herramientas para el estudio seleccionado para la tarea.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

Métodos que constituyen varios mecanismos, herramientas o medios para juntar, analizar y transferir los antecedentes de los problemas de los cuales se va a analizar.

Entonces, los métodos son mecanismos o recursos principales de recopilación de datos, que se desempeñaran para el análisis para poder acercarse a los hechos y asociarse a su conocimiento.

Según Hernández, Fernández y Baptista (1998). “La validez es de manera generalizada, representa el grado en que un instrumento realmente puede medir.

Según Pérez, E. y Delgado, M. (2006) la eficiencia de contenido conforma el grado en el cual los ítems del instrumento instituyen una muestra representativa del universo de contenido que se estudia. Por consiguiente, la validez es el grado de coincidencia entre el contenido teórico y el contenido del instrumento.

El presente estudio usará los posteriores métodos con sus propias herramientas:

- Técnica: prueba para la resistencia: -herramienta: Análisis estructural (ETABS), esclerómetro digital.
- Técnica: vigas reforzadas con tapas o chapas de metal y vigas reforzadas. engrosando el concreto (flexión): -instrumento: maquinas especiales a flexión.
- Técnica: Columnas reforzadas con planchas metálicas (compresión): herramienta: maquinas especiales a compresión en laboratorio.
- Técnica: Observación: - Herramientas: Archivos, Datos de Control.

En la tabla 1 se observan las técnicas e instrumentos que se usarán para la presente investigación.

**Tabla 1: Técnicas e instrumentos**

VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS
Proceso de reparación de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales	Resistencia	Análisis Estructural (E 020)	Será aplicada a la edificación para medir la resistencia actual del concreto armado.
		Esclerometría digital (ASTM C 805)	
		Ensayo de Diamantina (ASTM C 42)	
		Análisis Estructural (ETABS) (E 020)	
Incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales	Flexión	Maquinas especiales a la flexión	Se diseñaran vigas de acuerdo a norma para ensayos a flexion con y sin materiales ya antes mencionados.
	Compresión	Maquinas especiales a la compresión	Será aplicada a ensayos de acuerdo a norma para diagnosticas la resistencia a compresión con y sin materiales ya antes

Fuente: elaboración propia.

La validez no puede establecerse en términos absolutos respecto a ninguna variable de nuestro campo de estudio, sino que es una cuestión de grado. La deliberación de uno u otro tipo de validez o de varios tipos a la vez dependerá de las funciones típicas u objetivos que cumplirá el instrumento de medición particular que sea estudiado. (Martínez R., 2006, p. 220).

El objetivo de la validez es desarrollar un análisis de relación por medio del juicio de expertos.

#### **a. Validez**

El juicio de expertos en este caso serán los jefes o especialistas del laboratorio de la UNI y del laboratorio HOL PERÜ CONSULTORES EIRL, quienes firmarán la validez respectiva de los ensayos realizados en diferentes pruebas experimentales.

#### **b. Confiabilidad**

Hernández E. (2003 p. 243), revelan que la confiabilidad de un instrumento de medición se representa al grado en que su aplicación frecuentada al mismo sujeto provoca iguales consecuencias.

La confiabilidad se dará a través de las pruebas en el laboratorio, los instrumentos utilizados para ser confiables tendrán los siguientes requisitos:

- ✓ Características de calidad de los instrumentos
- ✓ La calibración actualizada de la maquinaria
- ✓ Los ISOS de la empresa a cargo
- ✓ Firma y sello del especialista en laboratorio

### **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

La técnica que se usará en este estudio de información se realizará por medio del método de observación, método inductivo, método comparativo y ensayos que se le aplicará a las probetas y vigas en laboratorio por especialistas en el tema, quienes darán resultados validados y sellados por expertos en laboratorio.

## **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

La ética es comprendida por “el estudio de los valores y relaciones con las pautas de comportamiento” (Baca, 1996 p.39) señala a la investigación, como practica social, a propagar la producción de conocimiento consintiendo el establecimiento de una relación ética con el problema que se investiga y con los sujetos sociales con los que puede intervenir

La reciente investigación toma en consideración el respeto a la propiedad intelectual. Ya que, se cita apropiadamente todos los materiales bibliográficos consultados (libros, tesis, revistas, leyes, etc.), utilizando el estilo de la norma International Organization Standardization (ISO) 690 y 690-2.





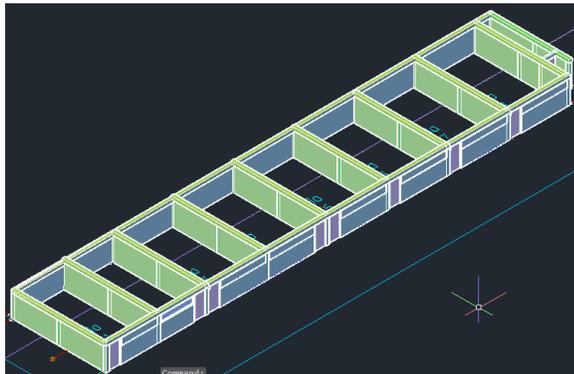


**Figura 4:** Pabellón "D"

Fuente: Carlos Rojas

### 3.2.1 ZONA DE INTERVENCIÓN

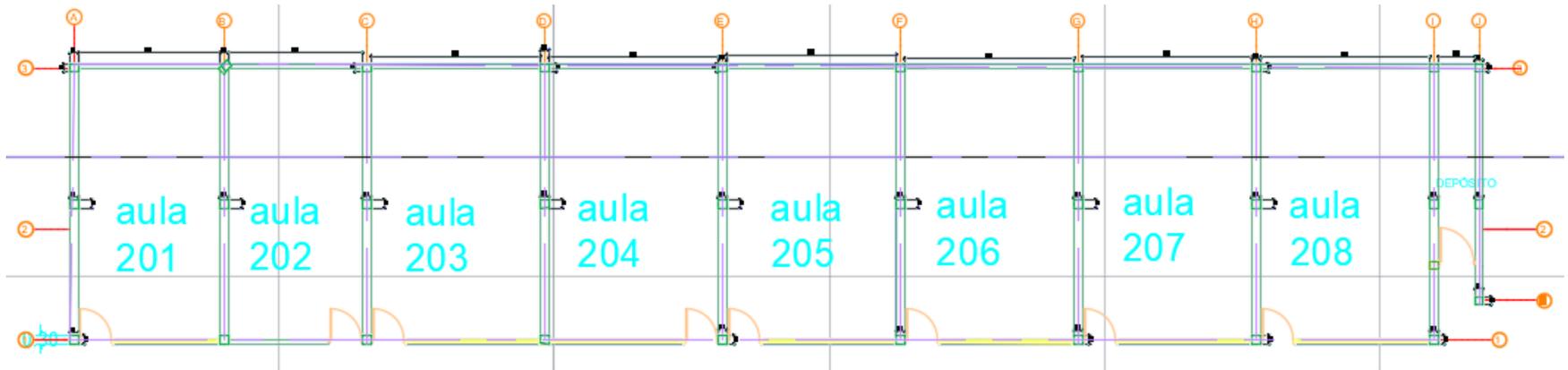
La zona que fue intervenida para poder realizar la evaluación de la edificación para posteriormente realizar el reforzamiento del pabellón "D" de la institución educativa "107 Daniel A. Carrión García", han sido las columnas de las aulas 201, 104 y 204, donde se extrajeron muestras de diamantina y se realizaron los ensayos de esclerómetro digital, carbonatación y el análisis estructural con el software ETABS se realizó de todo el pabellón en mención, en la figura 5 se muestra el plano de arquitectura en 3D del pabellón "D".



**Figura 5:** Plano de arquitectura 3D

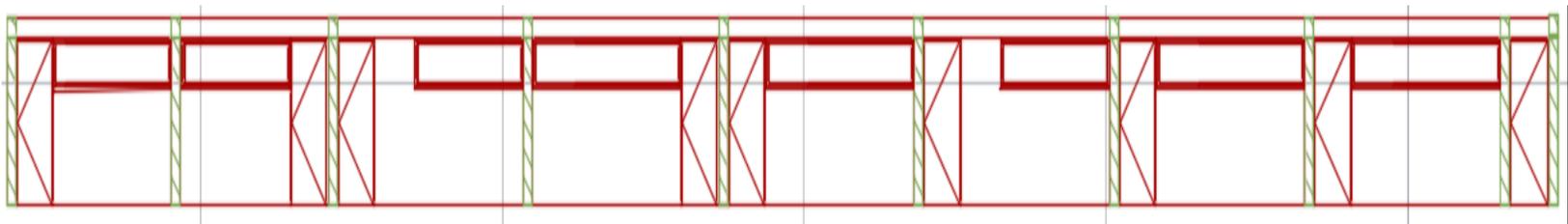
Fuente: Elaboración propia

Los elementos estructurales de la edificación como columnas tienen una sección de 0.30 x 0.30 m, y las vigas peraltadas tienen la misma sección. Se tiene una losa aligerada de 0.20 m, lo cual se puede observar en la figura 6 y 7. La altura de piso a techo es de 2.8 m.



**Figura 6:** Plano de arquitectura

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7:** Corte elevación 1-1

Fuente: Elaboración propia

### **3.3 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS**

#### **3.3.1 ENSAYO DESTRUCTIVOS**

Son aquellos ensayos que generan daños a la muestra ensayada, e investigan el comportamiento del material frente a requerimientos de tipo físico. Para estos ensayos, se usa una probeta construida con el material que se desea ensayar y que servirá para ensayar una vez.

##### **3.3.1.1 EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA**

La prueba de diamantina es un ensayo no destructivo, si se confirma esté sea de baja resistencia y los cálculos muestran que la capacidad de carga disminuye de manera relevante.

Si esto ocurre, una manera de evidenciar la resistencia del concreto es efectuando éste ensayo, tal como se mencionó anteriormente, el ensayo de Extracción de especímenes concreto. El ensayo se ejecutó según la norma ASTM C42M -13 / NTP 339.059.

##### **3.3.1.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE**

Antes de la prueba se fijó el equipo sonda equipado de brocas diamantadas por medio de un taco de expansión de 1/2". Proceso de Extracción: Se realizaron 18 extracciones de especímenes de concreto endurecido por medio de una sonda rotatoria con brocas de dientes de diamante de 4" de forma perpendicular a la superficie del pavimento, cada uno a 30 cm de los ensayos realizados por el esclerómetro. Una vez terminada la extracción los testigos se los dejó secar a temperatura ambiente por una hora.

##### **3.3.1.3 PREPARACIÓN Y REFRENDADO**

Los especímenes extraídos fueron tallados con una sierra de disco de diamante. La planeidad y paralelismo de las dos caras de los testigos se consiguió por medio del refrendado con acerico de neopreno, según la norma ASTM C 1231M - 12.

#### **3.3.1.4 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.**

Extracción de especímenes de concreto endurecido del pavimento. Secado de los corazones al aire (15 y 30 °C, humedad relativa menor del 60%) durante 7 días antes de la prueba a compresión. Eliminación de irregularidades y protuberancias de las caras mediante aserrado. Medición de las longitudes y diámetros del espécimen con una aproximación de 0.01 pulgadas. Refrendado de ambas caras de los especímenes para obtener superficies adecuadas (ASTM C 1231M). Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C 39 M) 48 consiguió por medio del refrendado con almohadillas de neopreno, de acuerdo a la norma ASTM C 1231M - 12.

#### **3.3.1.5 ENSAYO DE COMPRESIÓN**

El ensayo a compresión uniaxial se realizó en el laboratorio de HOL PERÚ CONSULTORES EIRL, el cual nos proporciona todas las herramientas y normas necesarias para su correcta ejecución. El ensayo se realizó según la norma ASTM C39M - 16, primariamente se estableció con el vernier las longitudes y los diámetros de cada espécimen.

#### **3.3.1.6 EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 107 DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCIA:**

El ensayo de diamantina fue propuesto para encontrar la resistencia del concreto por lo que no se cuenta con una información exacta del tipo de concreto o tipo de resistencia que tuviera la edificación, esto ocurrió porque el pabellón “D” fue autoconstruida por vecinos y personas no capacitadas en el campo de la construcción.

#### **3.3.1.7 PROCEDIMIENTOS DE CAMPO**

En la investigación se mencionará al uso del método destructivo que nos ayudara a determinar la resistencia del concreto armado, este método es la diamantina, el cual puede conseguir una serie de datos cuando los testigos extraídos de ciertos elementos estructurales son llevados a laboratorio para que sea examinados. De lo cual se obtiene una resistencia de cada testigo. Este análisis se hizo en la institución educativa 107

Daniel Alcides Carrión García se encuentra ubicado en la Av. los Chancas de a Andahuaylas, en el distrito de Santa Anita, seleccionado a juicio por que presenta fallas estructurales.

### **3.3.1.8 APARATOS UTILIZADOS DURANTE EL ENSAYO**

#### **3.3.1.8.1 EXTRACTOR DE DIAMANTINA**

El extractor de diamantina debe tener la capacidad conveniente, debe ser aplicada por energía y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s, de forma continua sin intermitencia ni detenimiento. (Ver figura 8).



*Figura 8:* Extractor de diamantina

Fuente: Elaboración propia

#### **3.3.1.9 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO**

Según la ASTM C39 y la NTP 339.034 las probetas se deben ensayar en condiciones húmedas superficialmente secas, después del curado. Luego aplicar la carga de forma continua y uniforme, hasta el instante de la falla de la probeta, finalmente, registrar el tipo de falla y la carga máxima tolerada por la probeta antes de fracturarse y calcular la resistencia a compresión dividiendo la carga máxima entre el área de la muestra. (Ver figura 9).



**Figura 9:** Ensayo de diamantina

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.2 ENSAYO NO DESTRUCTIVOS**

La característica importante de estas pruebas es que calculan las particularidades del concreto en una edificación. Los ensayos del concreto consienten la adquisición de los parámetros mecánicos, físicos y químicos, para comprobar el material estructural que compone.

#### **3.3.2.1 ENSAYO DE ESCLERÓMETRO DÍGITAL**

El ensayo esclerométrico es un ensayo no destructivo, se usa como técnica comparativa. La validez del método se fundamenta en un valor de rebote que permite reunir en familias los tipos de concreto y poder examinar las partes estructurales de la edificación que fueron hechas con el mismo tipo de concreto. (Ver figura 10).



**Figura 10:** Ensayo de esclerómetro digital

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.2.2 ENSAYO DE ESCLEROMETRO DÍGITAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 107 DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCIA:**

El esclerómetro digital fue propuesto para encontrar la uniformidad y resistencia la del concreto por lo que no se cuenta con una información exacta del tipo de concreto o tipo de resistencia que tuvieran las edificaciones, esto ocurrió porque el pabellón “D” fue autoconstruida por vecinos y personas no capacitadas en el tema de construcción.

### **3.3.2.3 PROCEDIMIENTOS DE CAMPO**

El esclerómetro digital nos permitirá establecer la resistencia de una zona de concreto armado, el cual tiene una serie de datos de los golpes, de los cuales se obtiene un promedio y usamos un ábaco para poder conseguir  $f^c$  ( $n/mm^2$ ), el uso del ábaco está en función de la posición en la que se usó el esclerómetro. El ensayo se hizo en la institución educativa 107 Daniel Alcides Carrión García se encuentra ubicado en la Av. los Chancas de a Andahuaylas, en el distrito de Santa Anita. (Ver figura 11).



**Figura 11:** Ensayo de diamantina

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.2.4 APARATOS UTILIZADOS DURANTE EL ENSAYO**

#### **3.3.2.4.1 MARTILLO DE REBOTE**

Reside en una barra de acero, que recibe el impacto de la pieza de acero impulsada por un resorte. Este se transmite a la superficie de concreto y por la resistencia de este, la pieza rebota y su desplazamiento máximo es registrado en una escala lineal. (Ver figura 12).



**Figura 12:** Esclerómetro digital

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.4.2 PIEDRA ABRAZIVA

Está compuesta por granos de carburo de silicio o de alguna otra materia y contextura similar, lo cual permite pulir el área de concreto en el cual se realizará el ensayo. (Ver figura 13).



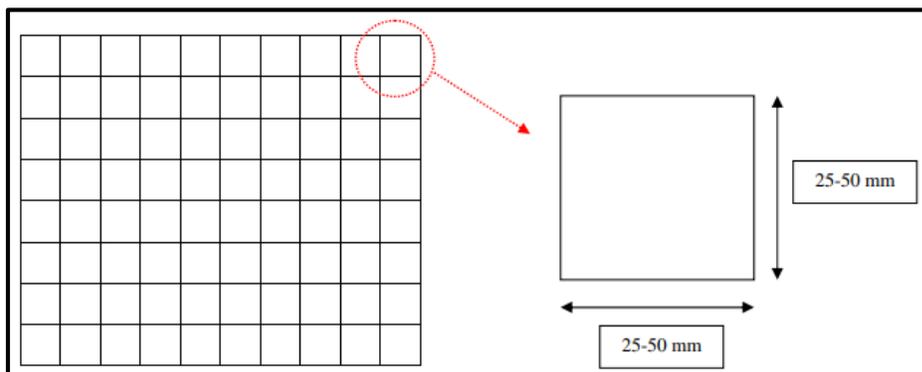
**Figura 13:** Piedra Abrasiva

Fuente: <https://es.slideshare.net/leydycaastro96/esclerometria>

### 3.4.2.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Para elaborar el ensayo se escoge y dispone una zona de concreto que cumpla con:  
(Ver figura 14 y 15).

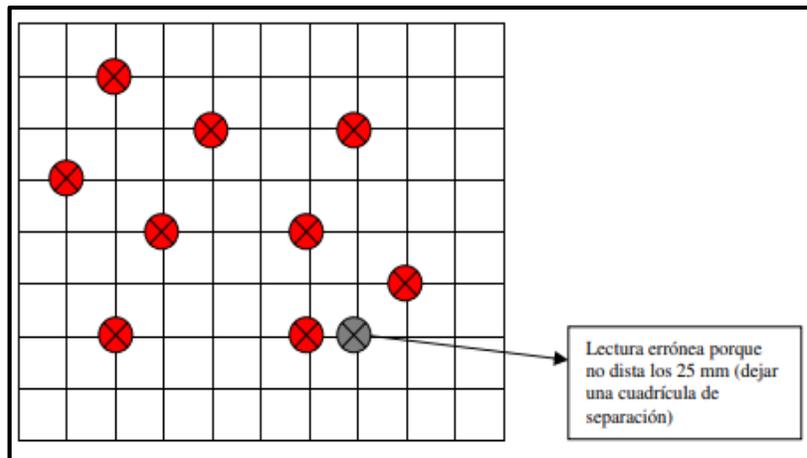
- Zona de ensayo de 15x15 cm.
- Superficie lisa y sin recubrir.
- Trazar líneas alejadas entre 1" y la intersección de las líneas es el punto de impacto.



**Figura 14:** Selección de la zona

Fuente: Elaboración propia

d) Hacer al menos 9 lecturas (distanciadas entre si 1’')



**Figura 15:** Selección de 9 lecturas

Fuente: Elaboración propia

e) Si difieren repetir ensayo

### 3.3.3 ENSAYO DE CARBONATACIÓN

La carbonatación es reconocida a simple vista en una zona descolorida en la superficie de concreto, es representado utilizando fenolftaleína. El ensayo reside en usar el indicador a la superficie de la muestra de concreto, lo que produce una coloración rosa oscuro cuando está en presencia de un medio básico o de PH alto. (Ver figura16).



**Figura 16:** Ensayo de carbonatación

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que en la parte de la figura 17, en la parte de color rosa oscuro no existe carbonatación; no obstante, donde no se presenta color es evidente que en la muestra existe carbonatación.



**Figura 17:** Indicador colorimétrico de estimación del nivel de carbonatación

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se observa que la columna ha sido carbonatada desde el exterior al interior.



**Figura 18:** Columna dañada por carbonatación

Fuente: <https://www.patologiasconstruccion.net/2014/05/carbonatacion-fondo-3-ensayo-y-determinacion-1-de-2/>

### **3.3.3.1 ENSAYO DE CARBONATACIÓN EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 107**

#### **DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCIA:**

El ensayo de compresión fue propuesto para encontrar el nivel de contaminación del concreto por carbonatación, por lo que no se cuenta con una información exacta del tipo de concreto o tipo de resistencia que tuviera el pabellón, esto ocurrió porque ficha estructura fue autoconstruida por vecinos y personas no capacitadas en el tema de construcción.

#### **3.3.3.1.1 PROCEDIMIENTOS DE CAMPO**

En la investigación se mencionará al uso del método no destructivo que nos ayudará a determinar el nivel de carbonatación o contaminación por corrosión del acero de refuerzo, afectando a su vez a la resistencia del concreto endurecido. Este análisis se hizo en la institución educativa 107 Daniel Alcides Carrión García se encuentra ubicado en la Av. los Chancas de a Andahuaylas, en el distrito de Santa Anita, seleccionando a criterio la muestra C1 – 1 Columna del primer piso y la V1- 2 Viga del segundo piso por que presenta fallas estructurales.

#### **3.3.3.1.2 APARATOS UTILIZADOS DURANTE EL ENSAYO**

##### **3.3.3.1.2.1 DISOLUCIÓN DE FENOLFTALEÍNA**

Contiene 1gr del indicador fenolftaleína en una disolución de 70 ml de etanol y 30 ml de agua desmineralizada. (Ver figura 19).



**Figura 19:** Solución de fenolftaleína

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

#### 3.4.1 RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE LA MUESTRA DE DIAMANTINA ASTM C39

Seguidamente, se obtiene en la tabla 4 los resultados de las muestras de las columnas, y en la tabla 5 observamos los resultados de las muestras en vigas, extraídas del pabellón “D” de la Institución Educativa 107 Daniel Alcides Carrión García.

**Tabla 2:** Resultados de laboratorio de la extracción de diamantina en columnas

PROYECTO:		"PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCÍA"						
SOLICITANTE: FREDDY ALBERTO FLORES CHOCANO			RESULTADOS DE LAS MUESTRAS				DESCRIPCIÓN: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
UBICACIÓN: SANTA ANITA, LIMA			ESTRUCTURA: COLUMNAS				NORMA: ASTM C 39/ C39 M-04 a	
DENOMINACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE ROTURA	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
C1-1/ 1er PISO	29/09/2018	03/10/2018	7.5	7.0	4,200	0.887	109.1	96.8
C2-2/ 2do PISO	29/09/2018	03/10/2018	14.1	7.0	4,030	1.000	104.7	104.7
C3-2/ 2do PISO	29/10/2018	03/10/2018	14.1	7.0	4,950	1.000	128.6	128.6
C4-2/ 2do PISO	29/10/2018	03/10/2018	14.0	7.0	6,600	1.000	171.5	171.5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3:** Resultados de laboratorio de la extracción de diamantina en vigas.

PROYECTO:		"PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCÍA"						
SOLICITANTE: FREDDY ALBERTO FLORES CHOCANO			RESULTADOS DE LAS MUESTRAS				DESCRIPCIÓN: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
UBICACIÓN: SANTA ANITA, LIMA			ESTRUCTURA: VIGAS				NORMA: ASTM C 39/ C39 M-04 a	
DENOMINACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE ROTURA	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
V1-1/ 1er PISO	29/09/2018	03/10/2018	11.1	7.0	3,500	0.967	90.9	87.9
V1-2/ 2do PISO	29/09/2018	03/10/2018	11.2	7.0	5,270	0.968	136.9	132.6
V2-2/ 2do PISO	29/10/2018	03/10/2018	13.8	7.0	4,170	0.998	108.4	108.1
V3-2/ 2do PISO	29/10/2018	03/10/2018	14.0	7.0	4,170	1.000	122.4	122.4

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO DIGITAL

En seguida, se muestra en la tabla 6 los resultados obtenidos a través de los ensayos de esclerómetro realizados en las columnas del aula 104 y 204 y en la viga del aula 206 en la del pabellón “D” de la Institución Educativa 107 Daniel Alcides Carrión García.

**Tabla 4:** Resultados de laboratorio de esclerómetro digital.

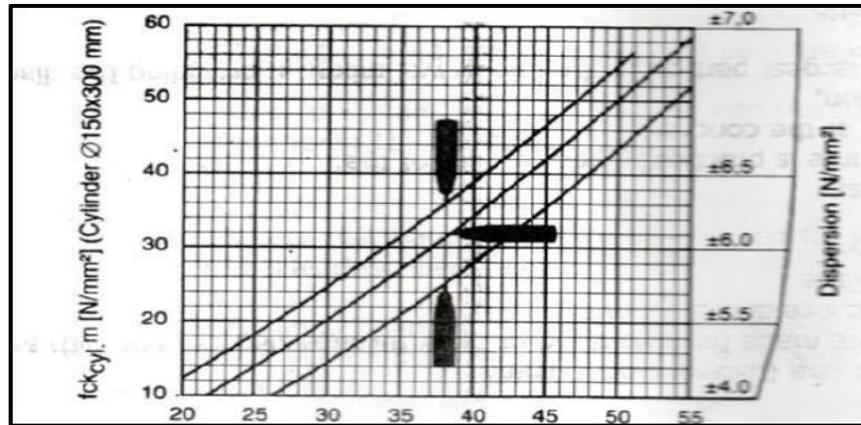
PROYECTO:		"PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCIDES CARRIÓN GARCÍA"			
SOLICITANTE: FREDDY ALBERTO FLORES CHOCANO		UBICACIÓN: SANTA ANITA, LIMA		NORMA DE REFERENCIA: NTP 339.181:2013	
COLUMNA (C-1) - 2° PISO		VIGA (V-1) - 2° PISO		COLUMNA (C-2) - 1° PISO	
LECTURA	VALOR DE REBOTE	LECTURA	VALOR DE REBOTE	LECTURA	VALOR DE REBOTE
1	28	1	38	1	36
2	26	2	38	2	36
3	32	3	38	3	34
4	26	4	44	4	36
5	32	5	38	5	34
6	34	6	36	6	38
7	30	7	38	7	38
8	32	8	38	8	38
9	28	9	36	9	34
10	28	10	36	10	34
Promedio	30	Promedio	38	Promedio	36
Desv. Estándar	2.8	Desv. Estánd	2.3	Desv. Estándar	1.8
Sentido	Horizontal	Sentido	Horizontal	Sentido	Horizontal

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.1 EVALUACIÓN DEL CONCRETO POR EL ESCLEROMETRO DIGITAL (NTP:339.181)

##### 3.4.2.1.1 ENSAYO (C-1) - 2° PISO.

Se utilizó el siguiente gráfico de conversión. El modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer. El equipo se utilizó de manera horizontal, por lo cual trabajamos con la curva del medio. (Ver tabla 20).



**Figura 20:** Conversión N/NR del fabricante Schidt Hammer.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se observan las lecturas del ensayo de esclerómetro digital de la columna C-1.

**Tabla 5:** Lecturas válidas de esclerómetro digital

Lecturas validas son	Ordenamos las lecturas
N= 10	26,26,28,28,28,28,30,32,32,32,34

Fuente: Elaboración propia.

Si n es par, la mediana es la media aritmética de las dos lecturas centrales.

$$\boxed{\text{I.R.} = 29}$$

Si más del 20% del total de las lecturas difieren de la mediana en más de 6 unidades se rechaza la totalidad de las lecturas. En caso contrario el valor obtenido será el índice de rebote.

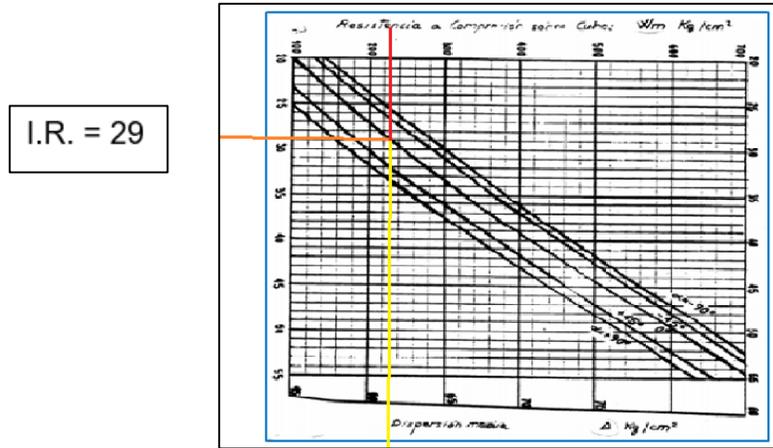
El 20% de 10 lecturas, serian 2 lecturas que no pueden estar +/-6 unidades, es decir:

$$\boxed{29 \pm 6 \begin{cases} 23 \\ 35 \end{cases}}$$

Todas las lecturas deben estar entre estos valores. Si más de dos lecturas están fuera de estos valores, no valdría el ensayo. Por lo tanto, OK cumple.

Ahora observamos el grafico para obtener la resistencia aproximada del concreto.

Para calcular la resistencia tenemos que saber cómo hemos tomado los datos, es decir, la posición del martillo SCHIMDT. El enunciado nos dice que se ha tomado los datos con la posición horizontal. (Ver figura 21).



**Figura 21:** Gráfico de correlación

Fuente: Elaboración propia.

La Resistencia a la compresión =  $225 \text{ kg/cm}^2 = 22,065 \text{ N/mm}^2$

La dispersión es igual a  $61,5 \text{ kg/cm}^2 = 6,0311 \text{ N/mm}^2$

### 3.4.2.1.2 ENSAYO (V-1) - 2° PISO.

En la tabla 8 se observan las lecturas del ensayo de esclerómetro digital de la viga, V-1, del segundo piso.

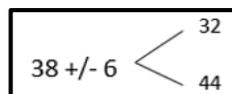
**Tabla 6:** Lecturas válidas de esclerómetro digital

Lecturas validas son	Ordenamos las lecturas
N= 10	36,36,36,38,38,38,38,38,38,44

Fuente: Elaboración propia.

I.R. = 38

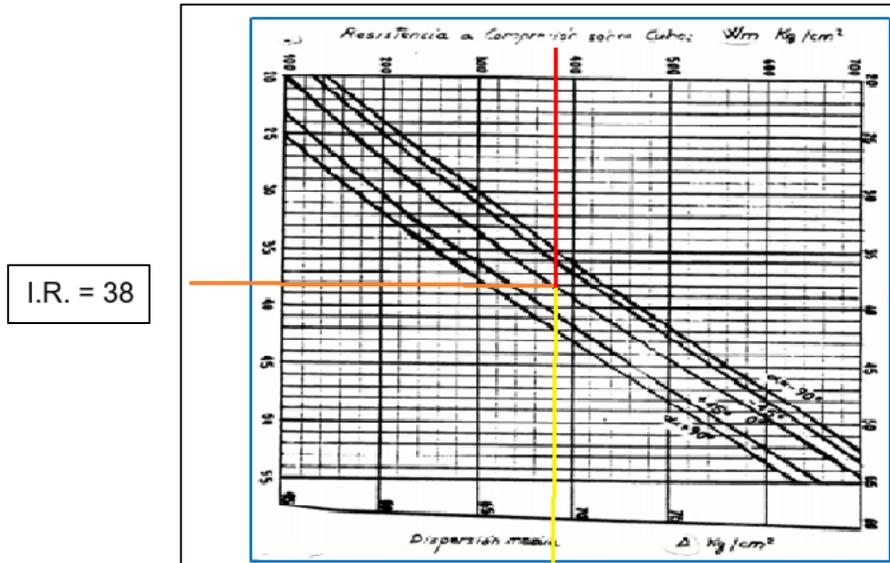
El 20% de 10 lecturas, serian 2 lecturas que no pueden estar +/-6 unidades, es decir:



Todas las lecturas deben estar entre estos valores. Si más de dos lecturas están fuera de estos valores, no valdría el ensayo. Por lo tanto, OK cumple.

Ahora observamos el grafico para obtener la resistencia aproximada del concreto.

Para calcular la resistencia tenemos que saber cómo hemos tomado los datos, es decir, la posición del martillo SCHIMDT. El enunciado nos dice que se ha tomado los datos con la posición horizontal. (Ver figura 22).



**Figura 22:** Gráfico de correlación.

Fuente: Elaboración propia.

La Resistencia a la compresión =  $380 \text{ kg/cm}^2 = 37.2653 \text{ N/mm}^2$

La dispersión es igual a  $69 \text{ kg/cm}^2 = 6,76659 \text{ N/mm}^2$

### 3.4.2.1.3 ENSAYO (C-2) - 1° PISO.

En la tabla 9 se muestran las lecturas validas del ensayo de esclerómetro digital en la columna C-2.

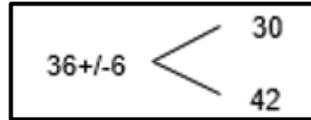
**Tabla 7:** Lecturas válidas de esclerómetro digital

Lecturas validas son	Ordenamos las lecturas
N= 10	34,34,34,34,36,36,36,38,38,38

Fuente: Elaboración propia.

I.R. = 36

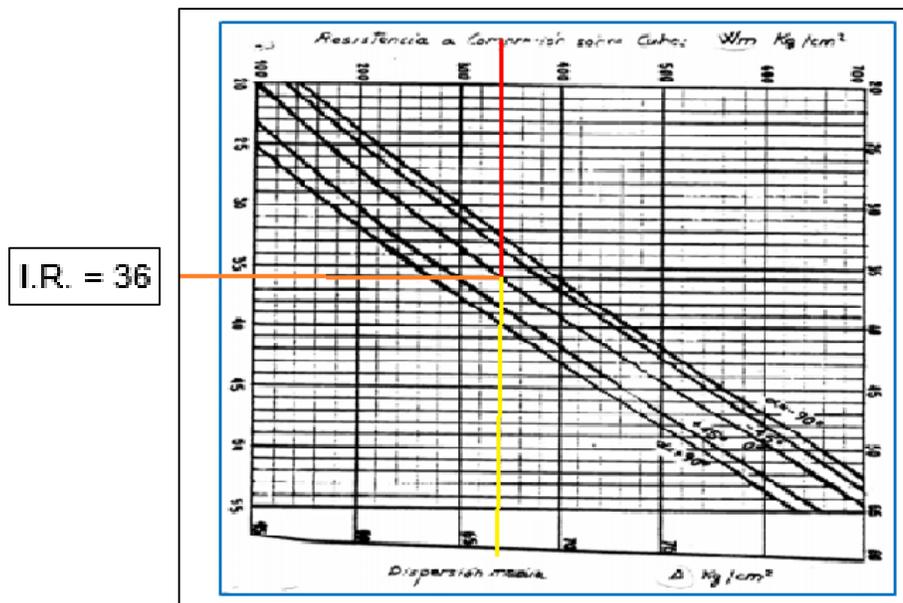
El 20% de 10 lecturas, serian 2 lecturas que no pueden estar +/-6 unidades, es decir:



Todas las lecturas deben estar entre estos valores. Si más de dos lecturas están fuera de estos valores, no valdría el ensayo. Por lo tanto, OK cumple.

Ahora observamos el grafico para obtener la resistencia aproximada del concreto.

Para calcular la resistencia tenemos que saber cómo hemos tomado los datos, es decir, la posición del martillo SCHIMDT. El enunciado nos dice que se ha tomado los datos con la posición horizontal.



**Figura 23:** Gráfico de correlación.

Fuente: Elaboración propia.

La Resistencia a la compresión =  $340 \text{ kg/cm}^2 = 33.3426 \text{ N/mm}^2$

La dispersión es igual a  $67 \text{ kg/cm}^2 = 6,57046 \text{ N/mm}^2$

### 3.4.3 RESULTADOS DE ENSAYO DE CARBONATACIÓN

En la tabla 10 se observa los resultados de laboratorio del ensayo de carbonatación, y en la figura 24 y 25 se observan las muestras analizadas.

**Tabla 8:** Resultados de laboratorio de carbonatación.

N°	IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS	LONGITUD DE LA MUESTRA DE CONCRETO EXTRAIDA L (cm)	ZONA CARBONATADA (cm)	ZONA NO CARBONATADA (cm)	OBSERVACIONES
1	M1- C1- 1 COLUMNA - PRIMER PISO	9	3.0	6.0	Presenta carbonatación desde el exterior al interior de la columna en tres cm.
2	M2- V1- 2 VIGA - SEGUNDO PISO	11.3	4.0	7.3	Presenta carbonatación desde el exterior al interior de la columna en tres cm.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24:** Columna C-1-1 – primer piso

Fuente: Elaboración propia



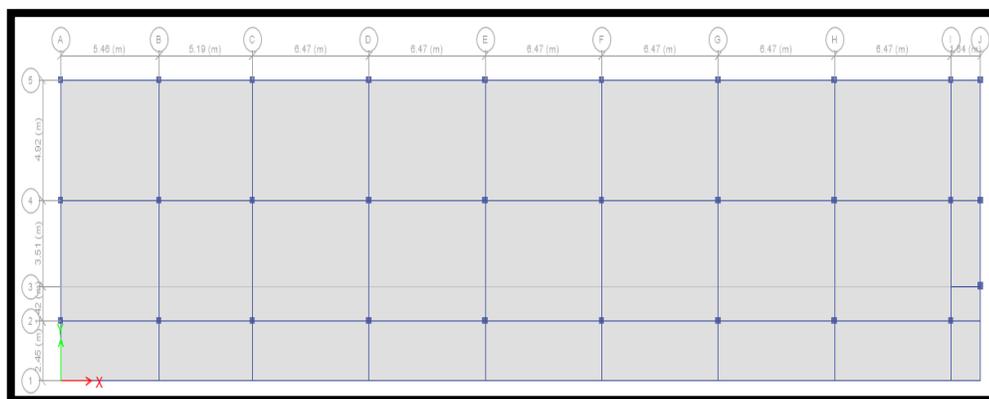
**Figura 25:** Viga V-1-2 – segundo piso

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO (ETABS)

#### 3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El proyecto a realizar es el pabellón “D” de la “Institución educativa 107 Daniel A. Carrión García”, un pabellón existente de 2 niveles, con 2.8 metros por nivel, situado en el distrito de Santa Anita, en el departamento y provincia de Lima, el cual posee un factor de suelo S2 que son suelos intermedios; donde luego se realizará los análisis estáticos y dinámicos, con el fin de obtener sus propiedades sísmicas y ver si los resultados encontrados se encuentran dentro de los parámetros establecidas por la norma E- 030 del RNE. (Ver figura 26).



**Figura 26:** Vista en planta del pabellón “D”

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.2 NORMATIVIDAD

Las Normas empleadas para el desarrollo de esta investigación se basarán en el actual “Reglamento Nacional de Edificaciones” (RNE), el cual a su vez se divide en los siguientes capítulos de acuerdo a la etapa de diseño. (Ver tabla 11).

**Tabla 9:** Normas empleadas

<b>Norma E.020 Cargas</b>	Esta norma trata de las cargas empleadas en el diseño de la edificación.
<b>Norma E.030 Diseño Sismo resistente</b>	Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde a la filosofía del diseño sismorresistente.
<b>Norma E.060 Diseño en Concreto Armado</b>	Esta norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, prees forzado y simple.

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.3 PROCEDIMIENTOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO**

Cada estructura es diseñada utilizando los resultados de los análisis estáticos y dinámicos. Únicamente las edificaciones clasificadas como regulares y de no más de 45 m de altura y los muros portantes de no más de 15 m de altura, podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalente.

### **3.5.4 CALCULAR LA FUERZA ESTÁTICA EQUIVALENTE**

#### **DATOS:**

- **Lugar:** Lima
- **Tipo de Suelo:** S2
- **Uso:** Colegio
- **Losa Aligerada:** 20 cm
- **Todas Las Vigas:** De 40x30 cm
- **Todas las columnas:** De 30x30 cm
- **Altura de piso:** 2.8 m
- **Nº de pisos:** 2 pisos

### 3.5.5 MÉTODO DE DISEÑO NORMA DEL R.N.E E.060 CONCRETO ARMADO

Según la norma E.060 se empleará el Método de Diseño por Resistencia, en esta técnica las cargas actuantes o de servicio se amplifican por medio de factores, y se usarán combinaciones, dependiendo del tipo de carga. Estas combinaciones son las siguientes:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 0.9CM + 1.0CS$$

$$U = 1.25CM + 1.25CV + 1.0CS$$

Dónde:

*Tabla 10:* Tipos de cargas

CM	Carga Muerta
CV	Carga Viva
CS	Carga Sísmica

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.6 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las características del concreto armado que se tomaran en cuenta para la presente investigación se muestran en la tabla 13.

*Tabla 11:* Características del concreto armado

Se empleará concreto armado con las siguientes características	
Resistencia a compresión	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Poisson	0.2
Módulo de Elasticidad	$E_c = 15,000 f'_c = 217,371.65 \text{ kg/cm}^2$
Acero de refuerzo corrugado grado 60	Límite de fluencia: $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ .
	Módulo de Elasticidad: $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.7 ESTRUCTURACIÓN

El edificio en análisis tiene vigas, columnas, losas aligeradas en una dirección. El edificio posee características que se deben de usar para un conveniente comportamiento estructural de la edificación. (Ver tabla 14).

*Tabla 12:* Características de la edificación

<b>Simetría</b>	El edificio del proyecto es simétrico, debido a que el diseño arquitectónico de la edificación a construir tiene una forma de un rectángulo.
<b>Resistencia</b>	La resistencia ante movimientos sísmicos y cargas de gravedad es proporcionada por los elementos estructurales tales como: Columnas, Vigas, losas.
<b>Rigidez lateral</b>	Los elementos que aportan rigidez lateral son las columnas y los muros portantes, los cuales se han distribuidos en la estructura de tal manera que puedan resistir las fuerzas sísmicas sin obtener deformaciones laterales importantes.
<b>Diafragma rígido</b>	Los diafragmas rígidos están conformados por las losas aligeradas, las cuales permiten la idealización de la estructura como una unidad.
<b>Elementos no estructurales</b>	-Los muros interiores, sólo servirán para separar los distintos ambientes que se encuentran en el área de la estructura. -Los muros exteriores, tendrán como función principal establecer una barrera entre los ambientes exterior e interior.

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.8 METRADO DE CARGAS

#### 3.5.8.1 COLUMNAS

El análisis estructural sísmico estático y dinámico se empezará realizando el metrado de carga de cada columna por piso se tiene las siguientes consideraciones:

La sobrecarga es de 500 kg/m<sup>2</sup> ya que el edificio será de aulas educativas donde habrán salas de archivo y computación. (Ver tabla 15).

**Tabla 13:** Cargas Mínimas repartidas

<b>Oficinas</b>	<b>Cargas Mínimas Repartidas (kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Exceptuando salas de archivo y computación</b>	250
<b>Sala de archivo</b>	500
<b>Sala de computación</b>	350
<b>Corredores y escaleras</b>	400

Fuente: Norma E.020

La carga mínima equivalente repartida de la tabiquería es 526.5 kg/m<sup>2</sup>. Esta se obtuvo calculando el peso del tabique y después se ubicó la carga mínima repartida en la tabla 16.

**Tabla 14:** Carga mínima equivalente repartida de la tabiquería

<b>Tabiquería</b>	
<b>Peso Específico</b>	1350 (Kg/m <sup>3</sup> ) Tabla 12
<b>Altura del Tabique</b>	2.6 m
<b>Espesor del Tabique</b>	0.15 m
<b>Peso Tabique</b>	<b>526.5 Kg/ml</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15:** Peso específico

<b>Materiales</b>	<b>Peso (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Albañilería</b>	
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350

Fuente: Norma E.020

**Tabla 16:** Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de tabiquería

<b>Peso del tabique (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga equivalente a ser añadida a la carga muerta (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
4 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: Norma E.020

**Tabla 17:** Metrado de acabados

<b>Metrado</b>	<b>Carga equivalente (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Acabados</b>	<b>100 kg/m<sup>2</sup></b>

Fuente: Norma E.020

### 3.5.8.2 METRADO DE CARGA POR PISO

El segundo paso será hallar el metrado de carga de las columnas por piso, se halló sumando el metrado de carga de columnas por cada piso. Se sabe que el primer y segundo piso son típicos. (Ver tabla 20, 21 y 22).

**Tabla 18:** Metrado de carga muerta

<b>Pisos</b>	<b>Carga Muerta</b>	
	<b>CM0</b>	<b>Peso</b>
1	310	182207.15
2	100	58776.5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19:** Metrado de carga viva entrepiso

<b>Carga Viva - Entrepiso</b>		
<b>Piso</b>	<b>Live</b>	<b>Peso</b>
1	250	146941.25

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20:** Metrado de carga- Techo

<b>Carga Viva - Techo</b>		
<b>Piso</b>	<b>Live</b>	<b>Peso</b>
2	100	58776.5

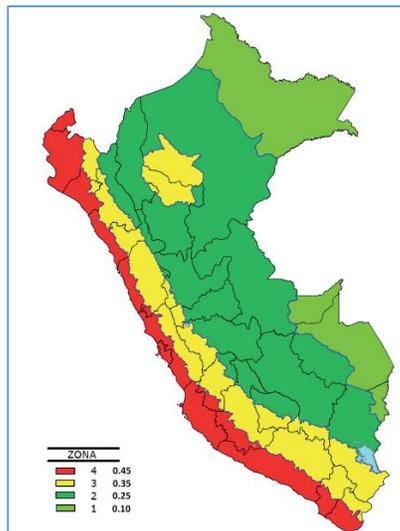
Fuente: Elaboración propia

### 3.5.8.3 PARÁMETROS DEL ANÁLISIS SÍSMICO

Existen varios parámetros para hacer el análisis dinámico de la estructura, tenemos:

#### **Factor de zona:**

El territorio peruano está dividido en cuatro zonas sísmicas como se muestra en la figura 27, cada zona tiene un factor diferente (Ver tabla 23).



**Figura 27:** Zonas Sísmica

Fuente: Norma E. 030

**Tabla 21:** Factor de zona según la Norma E.030.

ZONA	FACTOR DE ZONA (Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25

Fuente: Norma E. 030

El edificio está ubicado en el distrito de Santa Anita, provincia y departamento de Lima por lo que el factor de zona será 0.45.

El tipo de suelo es un suelo Intermedio A, este tipo corresponden a los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s.

**Condiciones geotécnicas:**

El edificio está ubicado en un suelo intermedio, entonces su período de plataforma de suelo (Tp) = 0.6 (TL) = 2.00 y el factor de suelo (S) será igual a 1.05 respectivamente. (Ver Tabla 24 y 25).

**Tabla 22:** Factor del suelo según la Norma E.030.

FACTOR DE SUELO "S"				
Z \ S	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1.0	1.05	1.1
Z3	0.8	1.0	1.2	1.2
Z2	0.8	1.0	1.2	1.4
Z1	0.8	1.0	1.6	2.0

Fuente: Norma E.030

**Tabla 23:** Parámetros del suelo según la Norma E.030.

PERÍODOS "Tp" Y "Tl"				
Perfil de suelo				
	S0	S1	S2	S3
TP(s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E.030

**Factor de amplificación sísmica (C):**

Es la respuesta de la estructura ante la aceleración en su cimentación, esta amplificación trata de cada estructura en función del período fundamental de vibración  $T = 1.25$  s.

Este coeficiente se descifra como el factor de amplificación de la respuesta estructural en relación a la aceleración del suelo.

Conforme a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C):

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} T < T_P & \quad C = 2.5 & \quad T = \frac{h_n}{c_T} \\ T < T_P < T_L & \quad C = (2.5 \times \frac{T_P}{T}) \\ T > T_P & \quad C = 2.5 \times \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{aligned}$$

En la tabla 26 se muestra el factor de amplificación sísmico.

**Tabla 24:** Factor de amplificación sísmico

hn	Altura total del edificio.
CT	Coeficiente para estimar el periodo fundamental del edificio.
CT	60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.
Por lo tanto C	<b>2.5</b>

Fuente: Norma E.030

**Factor de uso e importancia (U):**

La estructura al ser un edificio de centro educativo pertenece a la categoría «B» - edificaciones importantes, por lo tanto, tendrá un factor de uso e importancia «U» de 1.3 (Ver Tabla 27).

**Tabla 25:** Categoría de las Edificaciones

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
<b>B</b> <b>Edificaciones</b> <b>IMPORTANTES</b>	<b>Centros</b> <b>educativos</b>	<b>1,3</b>

Fuente: Norma E.030

**Coefficiente de reducción (R):**

El coeficiente de reducción se adquiere de la tabla 28, donde su valor depende del sistema estructural utilizado. La estructura a analizar, usa el dual. Por lo que se obtendrá un R= 7.00.

**Tabla 26:** Valores de R

SISTEMA ESTRUCTURAL	R
Pórticos	8.00
Dual	<b>7.00</b>
De muros estructurales	6.00
Muros de ductilidad limitada	4.00

Fuente: Norma E.030

**Hallar las cargas sísmicas de la edificación:**

Para tener el peso de la edificación por piso, se tendrá presente los resultados conseguidos del metrado de carga por piso de la carga viva y muerta. De estos resultados se tomará el 25% de la carga viva y el 100% de la carga muerta (Según el art. 16.3 (b) para edificaciones tipo B). Los valores finales se dan en la tabla 29.

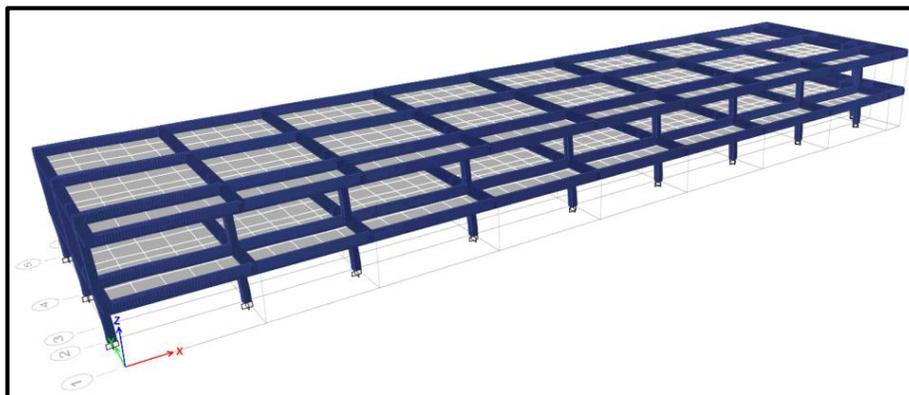
**Tabla 27:** Pesos Sísmicos Efectivos Calculados

Piso	Peso Propio	CM	Live	LiveUP	Peso x Piso	Peso Acum.
<b>1</b>	229553	182207.15	73470.625	-	485230.665	485230.665
<b>2</b>	220481	58776.5	-	14694.125	293951.515	779182.18
					<b>Peso Total</b>	<b>779182.18</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.8.4 ANÁLISIS ESTÁTICO

A continuación, se muestra en la figura 28, el pabellón “D” de la institución educativa Daniel A. Carrión García en el software estructural ETABS.



**Figura 28:** Análisis estático

Fuente: Elaboración propia

### CORTANTE BASAL

La fuerza total sísmica en la base de la estructura se conoce como cortante basal.

$V$  = cortante basal, fuerza total en la base.

En la tabla 30 se muestra las fórmulas para hallar la cortante basal.

**Tabla 28:** Formula de la cortante basal

Z	factor de zona (NTP E030)
U	factor de uso (NTP E030)
S	factor de suelo (NTP E030)
C	factor de amplificación sísmica (NTP E030)
R	coeficiente de reducción de fuerza sísmica (NTP E030)
g	gravedad (m/s <sup>2</sup> )

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la Cortante Basal (V). (Ver tabla 31).

$$V = (ZUCS/R) * PESO TOTAL$$

**Tabla 29:** Cortante en la base

<b>Z =</b>	0.45
<b>U =</b>	1.30
<b>S =</b>	1.05
<b>T<sub>P</sub> =</b>	0.60
<b>T<sub>L</sub> =</b>	2.00
<b>R<sub>x</sub> =</b>	7.00
<b>R<sub>y</sub> =</b>	7.00
<b>C =</b>	2.50
<b>PESO TOTAL =</b>	779182.18

Fuente: Elaboración propia

El valor C/R no deberá considerarse menor que:

$$C/R \geq 0,125$$

$$C/R \geq 0.35714 \quad \text{ok}$$

**Tabla 30:** Cortante en la base V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>

<b>V<sub>x</sub> =</b>	170.93	Tn
<b>V<sub>y</sub> =</b>	170.93	Tn

Fuente: Elaboración propia

- En el cuadro se aprecia los pesos propios por piso de los 2 niveles, así como las alturas de piso a piso (ver tabla 33).

**Tabla 31:** Distribución de la fuerza cortante en todos los pisos

Piso	h <sub>i</sub> (m)	P <sub>i</sub> (Tn)	h <sub>i</sub> *P <sub>i</sub> (Tn-m)	F <sub>i</sub> (ton)	V <sub>i</sub> (Ton)
2	5.60	779.18218	4363.42	113.96	113.96
1	2.80	779.18218	2181.71	56.98	170.94
suma	-----	1558.36	6545.13	170.93	-----

Fuente: Elaboración propia

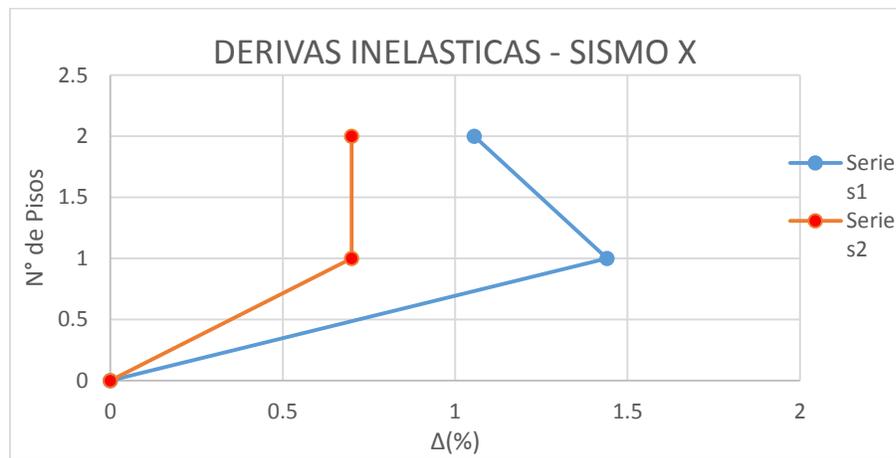
Una estructura ante un sismo severo tiene un comportamiento superior al elástico, por tanto, en el cálculo de la respuesta sísmica requeriremos usar modelos de

comportamiento inelásticos. En la tabla 34 y 35 se encuentran las derivas inelásticas halladas en el estudio.

**Tabla 32:** Determinamos las derivas de entre piso X-X

<i>Determinamos las derivas de entre piso X-X</i>							
Piso	Piso	Altura m	Dezplazamientos (mm)	Derivas $\Delta$ elásticas	Derivas $\Delta$ inelásticas	Derivas $\Delta$ ine (%)	Derivas $\Delta$ Límite (%)
2	Techo	5.6	11.645	0.00176	0.0105514	1.05514	0.7
1	piso 1	2.8	6.721	0.0024	0.0144021	1.44021	0.7
0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia



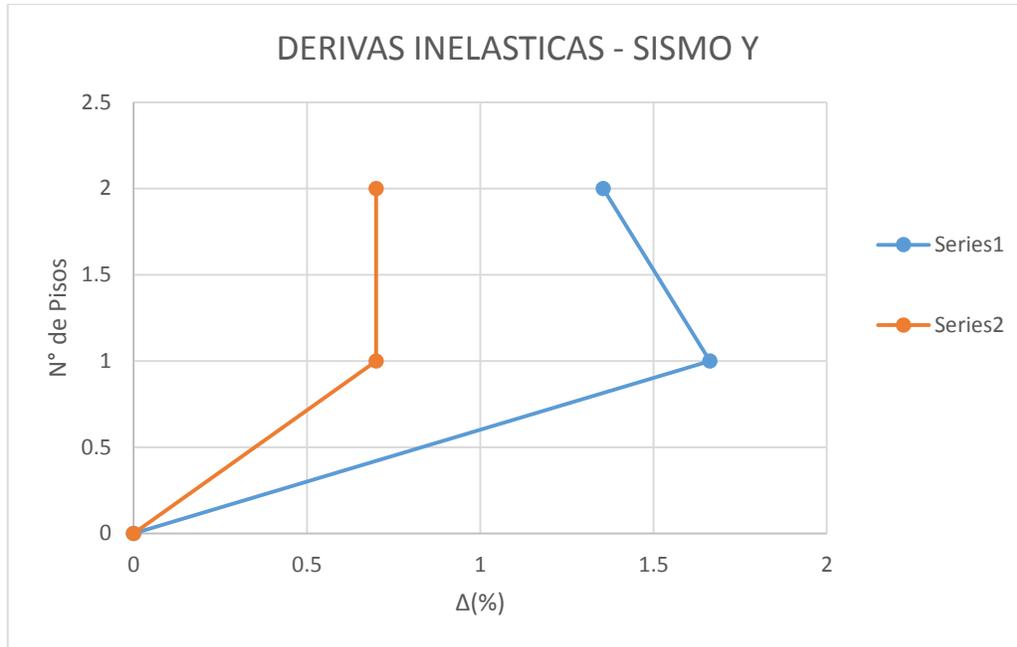
**Figura 29:** Derivas inelásticas sismo x

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33:** Determinamos las derivas de entre piso Y-Y

<i>Determinamos las derivas de entre piso Y-Y</i>							
Piso	Piso	Altura m	Dezpl mm	Derivas $\Delta$ elásticas	Derivas $\Delta$ inelásticas	Derivas $\Delta$ ine (%)	Derivas $\Delta$ Límite (%)
2	techo	5.6	14.084	0.0022586	0.013551429	1.355143	0.7
1	piso 1	2.8	7.76	0.0027714	0.016628571	1.662857	0.7
0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 30:** Derivas inelásticas sismo Y

Fuente: Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN:

Los resultados de las derivas inelásticas tanto en X y Y en el análisis sísmico estático; demuestran que la estructura sobrepasa el límite que es de 0.7 como se aprecia en la figura 29 y 30, por lo tanto, la estructura tiene que ser demolida, pero para fines benéficos de mi investigación se pasara a reforzar los elementos estructurales que han obtenido resultados relativamente óptimos.

#### 3.5.8.5 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

El análisis dinámico modal espectral consiente un fácil cálculo con aproximación a la realidad de las fuerzas sísmicas actuantes sobre un edificio. El espectro es un gráfico que simboliza la respuesta (aceleración vibratoria) a la que responde una estructura con un periodo natural “T” conocido frente a un sismo. (Ver figura 31).



**Figura 31:** Análisis dinámico espectral

Fuente: Elaboración propia

### ESPECTRO DE DISEÑO - NTE E.030 Actualizada

Los espectros constituyen actualmente una de las herramientas más usadas para representar el Peligro Sísmico con fines de diseño sismorresistente. A continuación, tenemos los datos para el espectro de diseño en la tabla 36 y 37.

**Tabla 34:** Datos para el espectro de diseño

Provincia	Lima
Distrito	Santa Anita
Categoría	B
Zona	Z4
Suelo	S2
Sistema Estructural	Dual
Z	0.45
U	1.30
S	1.05
Tp	0.60
TL	2.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35:** Verificación de Irregularidad

Verificación de Irregularidad	
Irregular en Planta	$I_p = 1.0000$
Irregular en Altura	$I_a = 1.0000$
$R_o = 7.00$ $R = 7.00$	

Fuente: Elaboración propia

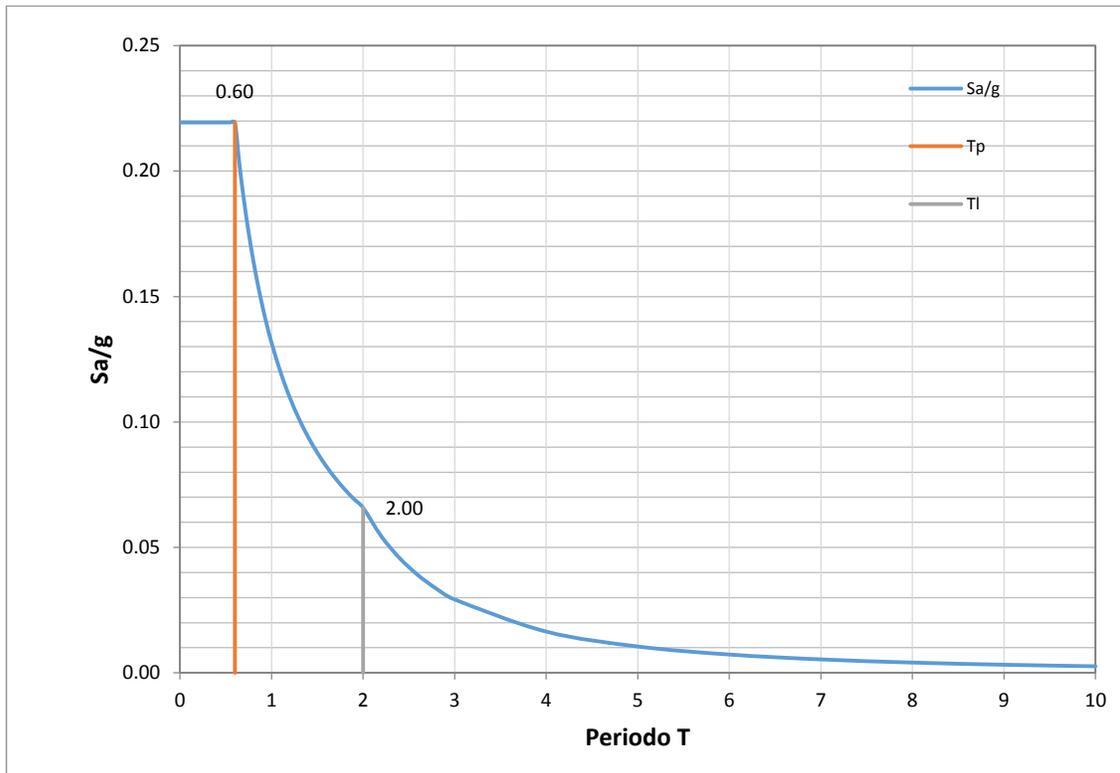
En la tabla 38 se observa la aceleración espectral que se asignara a esta simulación sísmica para que luego obtengamos un espectro de respuesta.

**Tabla 36:** Aceleración espectral

<b><i>T</i></b>	<b><i>C</i></b>	<b><i>ZUCS/R</i></b>
0	2.5	0.19195313
0.02	2.5	0.19195313
0.04	2.5	0.19195313
0.06	2.5	0.19195313
0.08	2.5	0.19195313
0.1	2.5	0.19195313
0.12	2.5	0.19195313
0.14	2.5	0.19195313
0.16	2.5	0.19195313
0.18	2.5	0.19195313
0.2	2.5	0.19195313
0.25	2.5	0.19195313
0.3	2.5	0.19195313
0.35	2.5	0.19195313
0.4	2.5	0.19195313
0.45	2.5	0.19195313
0.5	2.5	0.19195313
0.55	2.5	0.19195313
0.6	2.5	0.19195313
0.65	2.307692	0.1771875
0.7	2.142857	0.16453125
0.75	2	0.1535625
0.8	1.875	0.14396484
0.85	1.764706	0.13549632
0.9	1.666667	0.12796875
0.95	1.578947	0.12123355
1	1.5	0.11517188
1.6	0.9375	0.07198242
2	0.75	0.05758594
2.5	0.48	0.036855
3	0.333333	0.02559375
4	0.1875	0.01439648
5	0.12	0.00921375
6	0.083333	0.00639844
7	0.061224	0.00470089
8	0.046875	0.00359912
9	0.037037	0.00284375
10	0.03	0.00230344

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la aceleración espectral de la edificación en análisis, en la figura 32.



**Figura 32:** Aceleración espectral

Fuente: Elaboración propia

Siguientemente, se muestra la cortante basal en el edificio, en la tabla 39. En la tabla 40 se muestra las derivas de entre piso X-X.

**Tabla 37:** Cortante basal del edificio

Story	Load Case/Combo	VX	VY
		tonf	Tonf
PISO 2	EQ-X Max	70.0072	8.7932
PISO 2	EQ-Y Max	8.7014	69.8702
PISO 1	EQ-X Max	136.1908	16.8495
PISO 1	EQ-Y Max	16.8495	132.5675

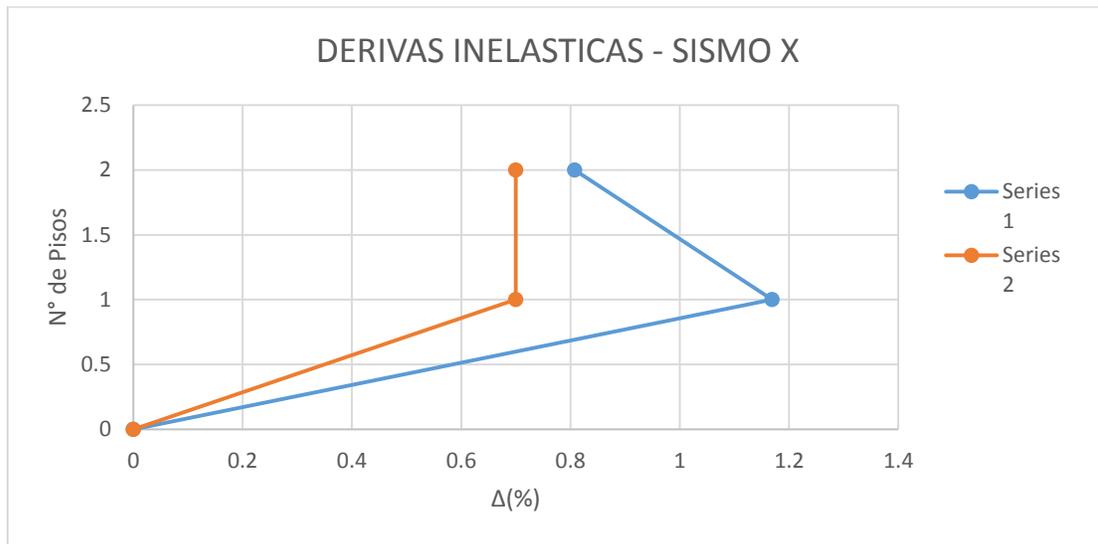
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38:** Derivas de entrepisos X-X

<b>Determinamos las derivas de entrepiso X-X</b>							
Piso	Piso	Altura m	Deapla mm	Derivas $\Delta$ elásticas	Derivas $\Delta$ inelásticas	Derivas $\Delta$ ine (%)	Derivas $\Delta$ Limite (%)
2	techo	5.6	9.223	0.00135	0.008074286	0.80743	0.7
1	piso 1	2.8	5.455	0.00195	0.011689286	1.16893	0.7
0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el grafico de las derivas inelásticas en X-X, en la figura 33.



**Figura 33:** Derivas inelásticas

Fuente: Elaboración propia

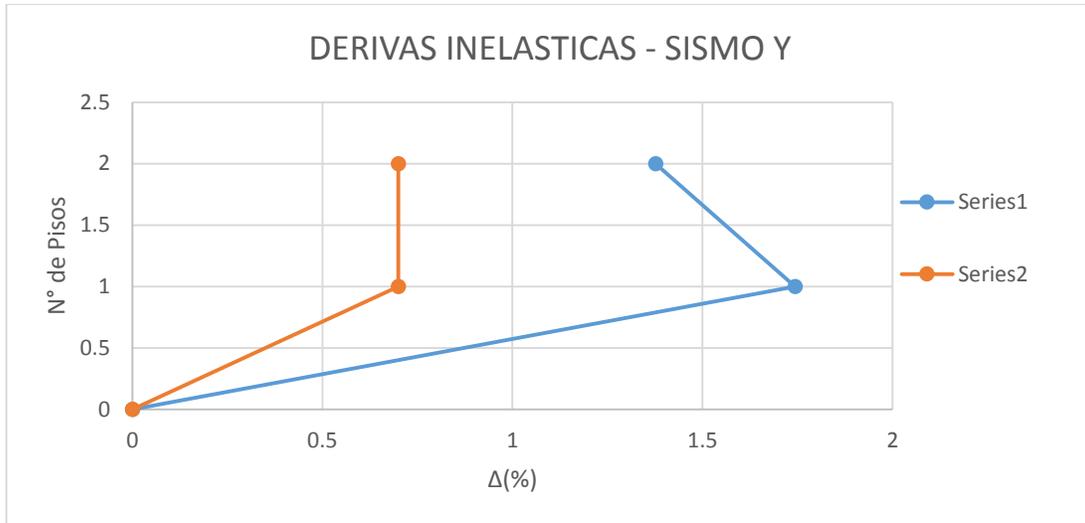
En la tabla 41 se muestran las derivas de entrepiso en Y-Y.

**Tabla 39:** Derivas de entrepiso Y-Y

<b>Determinamos las derivas de entrepiso Y-Y</b>							
Piso	Piso	Altura m	Deapla mm	Derivas $\Delta$ elásticas	Derivas $\Delta$ inelásticas	Derivas $\Delta$ ine (%)	Derivas $\Delta$ Limite (%)
2	techo	5.6	14.56	0.00229	0.01377	1.37657	0.7
1	piso 1	2.8	8.136	0.00291	0.01743	1.74343	0.7
0	0	0	0	0	0	0	0.7

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el grafico de la deriva inelástica en Y-Y, en la figura 34.



**Figura 34:** Derivas inelásticas sismo Y

Fuente: Elaboración propia

### INTERPRETACIÓN:

Los resultados de las derivas inelásticas tanto en X, Y en el análisis sísmico dinámico; demuestran que la estructura sobre pasa el límite que es de 0.7 como se aprecia en la figura 33 y 34, por lo tanto, la estructura tiene que ser demolida, pero para fines benéficos de mi investigación se pasara a reforzar los elementos estructurales que han obtenido resultados relativamente buenos.

## 3.6 ENSAYOS PREVIOS AL REFORZAMIENTO

### 3.6.1 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DOSIFICACIÓN DE CONCRETO $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SEGÚN NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012:2001 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.

#### MATERIALES:

Para llegar a un óptimo desarrollo con resultados exactos es necesario contar con los materiales indicados de canteras con calidad para luego desarrollar nuestro estudio y dosificación del concreto para  $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$

### 3.6.1.1 MATERIALES:

**CEMENTO:** Se utilizó cemento sol tipo 1

**AGREGADO FINO:** consiste en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA, del cual obtendremos el análisis granulométrico, curva granulométrica y sus propiedades físicas.

#### a) ANÁLISIS GRANULOMETRICO

A continuación, se muestra en la tabla 42 el análisis granulométrico del agregado fino.

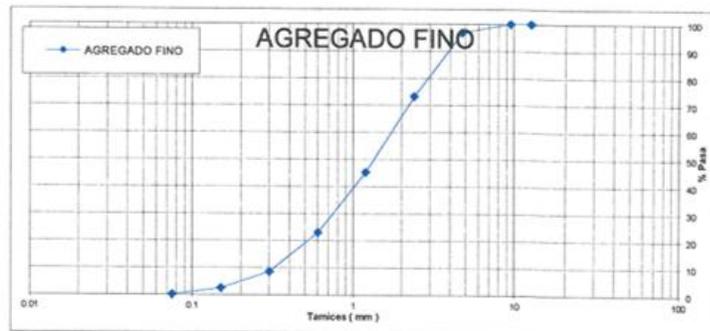
*Tabla 40:* Análisis Granulométrico

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	3.2	3.2	96.8
N°8	2.38	23.6	26.8	73.2
N°16	1.19	28.0	54.8	45.2
N°30	0.6	22.2	77.0	23.0
N°50	0.3	14.6	91.6	8.4
N°100	0.15	6.0	97.6	2.4
FONDO		2.4	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

#### b) CURVA DE GRANULOMETRÍA

A continuación, se muestra en la figura 35 la curva granulométrica del agregado fino.



*Figura 35:* Curva de granulometría

Fuente: Elaboración propia

### c) PROPIEDADES FÍSICAS

A continuación, se muestra en la tabla 43 las propiedades físicas del agregado grueso.

*Tabla 41:* Propiedades físicas

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.10
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1,359
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1,524
Peso Especifico	2.57
Contenido de Humedad (%)	0.40
Porcentaje de Absorción	1.36

Fuente: Elaboración propia

**AGREGADO GRUESO:** Consiste en una muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera LA MOLINA, del cual obtendremos el análisis granulométrico, curva granulométrica y sus propiedades físicas.

### a) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

A continuación, se muestra en la tabla 44 el análisis granulométrico del agregado grueso.

*Tabla 42:* Análisis granulométrico de agregado grueso

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63.5	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	1.8	1.8	98.2
3/4"	19.05	22.7	24.6	75.4
1/2"	12.7	43.5	68.1	31.9
3/8"	9.5	20.4	88.4	11.6
1/4"	6.35	0.0	88.4	11.6
N°4	4.75	11.0	99.5	0.5
N°8	2.38	0.0	99.5	0.5
FONDO	0.075	0.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

### b) CURVA DE GRANULOMETRÍA

A continuación, se muestra en la figura 36 la curva granulométrica del agregado grueso.



**Figura 36:** Curva de Granulometría

Fuente: Elaboración propia

**c) PROPIEDADES FÍSICAS**

A continuación, se muestra en la tabla 45 las propiedades físicas del agregado grueso.

**Tabla 43:** Propiedades físicas

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.10
Peso Unitario Suelto (Kg/cm <sup>3</sup> )	1,359
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,534
Peso Específico	2.57
Contenido de Humedad (%)	0.40
Porcentaje de Absorción (%)	1.36

Fuente: Elaboración propia

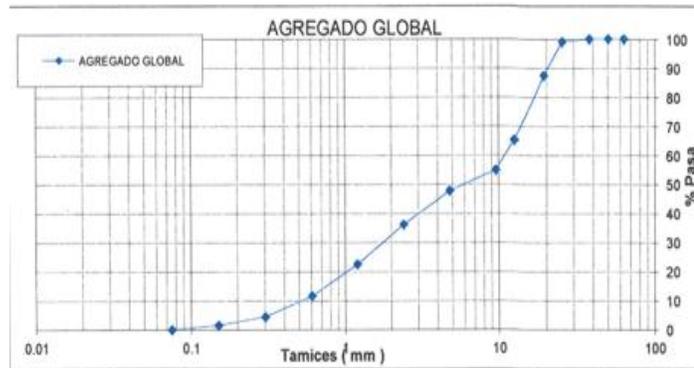
**3.6.1.2 CARACTERÍSTICAS DE AGREGADO GLOBAL**

Consiste en una muestra de arena gruesa procedente de la cantera LA MOLINA y una muestra de piedra chancada procedente de la misma cantera, del cual obtendremos el análisis granulométrico curva granulométrica y sus propiedades físicas de dicho material. (ver tabla 46, 47 y figura 37)

**Tabla 44:** Análisis granulométrico

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0
1"	25	0.9	0.9	99.1
3/4"	19	11.6	12.5	87.5
1/2"	12.5	22.2	34.7	65.3
3/8"	9.5	10.4	45.1	54.9
N°4	4.75	7.2	52.3	47.7
N°8	2.38	11.6	63.9	36.1
N°16	1.19	13.7	77.6	22.4
N°30	0.60	10.9	88.5	11.5
N°50	0.30	7.1	95.6	4.4
N°100	0.15	2.9	98.6	1.4
FONDO		1.4	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 37:** Curva de granulometría

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45:** Propiedades físicas

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.34
% Agregado grueso	51
% Agregado fino	49

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.1.3 DOSIFICACIÓN DE CONCRETO F'C 210 kg/cm<sup>2</sup>

Involucra constituir las proporciones apropiadas de los materiales que forman el concreto con la finalidad de tener la resistencia requerida. Para ello diseñaremos mezcla para una resistencia de concreto de  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ . (Ver tabla 48,49 y 50).

**Tabla 46:** Diseño de mezclas preliminar ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) cemento sol tipo 1.

<b>Características generales</b>	
Denominación	$f'c=210\text{kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a/c de diseño	0.6
Relación a/c de obra	0.60
Proporción de diseño	1 : 2.39 : 2.36
Proporción de obra	1 : 2.43 : 2.37

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 47:** Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> de concreto en obra.

Cemento	357 kg
Arena	868 kg
Piedra	846 kg
Agua	213 L

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48:** Cantidad de material por bolsa de cemento en obra.

Cemento	42.50 kg
Arena	103.46 kg
Piedra	100.85 kg
Agua	25.38 L

Fuente: Elaboración propia

Proporciones aproximadas en volumen:

Proporciones: 1: 2.47: 2.60

Agua: 25.38 L/bolsa.

### **3.6.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y CARACTERISTICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA 1:4 F'C=175 kg/cm<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012:2001 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.**

#### **MATERIALES:**

**CEMENTO:** Se utilizó cemento sol tipo 1

**AGREGADO FINO:** consiste en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

A continuación, se muestra en la tabla 51 el análisis granulométrico del agregado fino.

**Tabla 49:** Análisis Granulométrico

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	1.5	1.5	98.5
N°8	2.38	14.1	15.6	84.4
N°16	1.19	26.5	42.1	57.9
N°30	0.6	23.3	65.4	34.6
N°50	0.3	17.6	82.9	17.1
N°100	0.15	9.6	92.5	7.5
FONDO		7.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra en la figura 38, la curva granulométrica del agregado fino.



**Figura 38:** Curva Granulométrico

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra en la tabla 52 las propiedades físicas del agregado fino.

**Tabla 50:** Propiedades físicas

Módulo de Fineza	3.00
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1,6547
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1,797
Peso Especifico	2.64
Contenido de Humedad (%)	2.04
Porcentaje de Absorción (%)	1.42

Fuente: Elaboración propia

**AGUA:** Agua potable de la red pública.

### 3.6.2.1 DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto con la finalidad de obtener la resistencia requerida. Para ello diseñaremos para un concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . (Ver figura 53, 54 y 55).

**Tabla 51:** Diseño de mezclas preliminar ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ) cemento sol tipo 1.

<b>Características generales</b>	
Denominación	$f'c=175\text{kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a/c de diseño	0.54
Relación a/c de obra	0.51
Proporción de diseño	1 : 4.38
Proporción de obra	1 : 4.47

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 52:** Cantidad de materiales por m3 de concreto en obra.

Cemento	389 kg
Arena	1740 kg
Agua	199 L

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 53:** Cantidad de material por bolsa de cemento en obra.

Cemento	42.50 kg
Arena	190.15 kg
Agua	21.79 L

Fuente: Elaboración propia

Proporciones aproximadas en volumen:

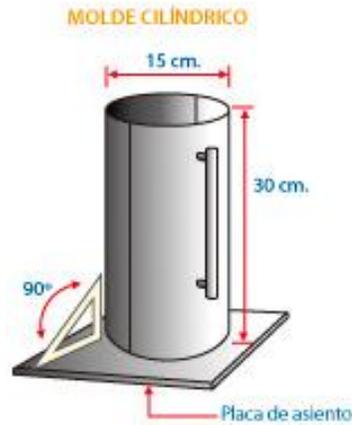
Proporciones: 1: 4.04

Agua: 21.79 L/bolsa.

### **3.6.3 DISEÑO DE PROBETAS Y DIMENSIONES**

La norma IRAM 1524 definida en nuestro país para procedimientos para moldeo y curado de probetas en ensayos de compresión. Su vigente versión es del 2004 y en su tabla 1 se dan los tamaños de probetas aceptables, entre las que figuran las de 10 x 20 cm. 15 x 30 cm.

En la presente investigación se realizó las pruebas con una mezcla de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y las dimensiones de las probetas son de 15 x 30 cm, se moldea solo en dos capas con 25 golpes de una barra de 10 mm de diámetro y 300mm de altura. (Ver figura 39).



**Figura 39:** Molde cilíndrico de 15x30 cm

Fuente: cervillamicaela

### 3.6.3.1 FABRICACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Es importante elaborar probetas para ensayarlos, por medio de las cuales se pueda determinar la resistencia del concreto y el comportamiento de los elementos estructurales, cuando se ensaya a compresión, antes de ejecutar cualquier tipo de proyecto. Se elaboran vertiendo el concreto en el molde en dos etapas, golpeando con la varilla de 10 mm de diámetro y 300 mm de altura.

### 3.6.3.2 ENSAYO A COMPRESIÓN

Por ello en la presente investigación se elaboró 1 probeta para verificar el diseño de mezcla  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, se elaboró el 01 de noviembre del 2018 y se ensayó a los 21 días. Para determinar la resistencia del concreto.

#### 3.6.3.2.1 ENSAYO DE PROBETA EN LABORATORIO UNI

El ensayo a compresión se dio a los 21 días de edad del concreto, el cual tuvo un diseño de mezcla para 210 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo como resultado 362 kg/cm<sup>2</sup>. (Ver tabla 56).

**Tabla 54:** Resultado del diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	PROBETA	01/11/2018	21/11/2018	176.7	63,960	362	TIPO 3

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.4 ELABORACIÓN DE VIGAS, CURADO Y DIMENSIONES

Según la norma ASTM C42, las dimensiones de la viga para ser sometidas al esfuerzo de flexión deben tener de sección transversal de 6x6 pulg. (150x150mm). Y una longitud de 21 pulg. (530mm). Los cuales también servirán para someter a esfuerzo de compresión. Para el procedimiento de preparar y curar especímenes de concreto para ensayo en laboratorio, se realizó de acuerdo a la norma ASTM C31. La presente investigación se realizó las pruebas con un diseño de mezcla de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . (Ver figura 40).



**Figura 40:** Moldes para elaboración de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

**Elaboración de vigas:** En la investigación se elaboraron 15 vigas de concreto bajo la norma ASTM C42, de las cuales 6 serán sin reforzamiento y 9 con los reforzamientos antes mencionados.

Se procede a realizar la mezcla con una dosificación de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para llenar los moldes de vigas.

**Curado de Vigas:** Según norma ASTM C31, debe curarse las vigas transcurridas  $48 \pm 4$  h luego del moldeo, luego se desmolda y almacena sobre el suelo en la posición como fueron moldeadas, con su cara superior hacia arriba. (Ver figura 41).



**Figura 41:** Curado de vigas

Fuente: elaboración propia

### 3.7 MÉTODOS PROPUESTOS PARA EL REFORZAMIENTO

A continuación, se mencionan las propuestas de reforzamiento tanto en muros, columnas y vigas, para posteriormente poder obtener resultados de cada método de reforzamiento

#### 3.7.1 REFORZAMIENTO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA CON GEOMALLAS COMO REFUERZO ESTRUCTURAL

En vista de que los muros de albañilería del pabellón “D” del colegio 107 Daniel A. Carrión García presentan fallas de diseño y deficiencias estructurales, como grietas y roturas, los cuales se tendrán que reforzar utilizando geomalla triaxial TX 160 como refuerzo estructural, llamándose técnica de mortero reforzado, el cual será ensayado a compresión diagonal de acuerdo a norma NTP 399.605 y 399.621, para poder verificar el incremento a la capacidad de carga del muro, este método permite reemplazar la función de columnas y vigas de confinamiento. (Ver figura 42).



*Figura 42:* Reforzamiento de muros con geomalla triaxial

Fuente: Elaboración propia

#### 3.7.2 REFORZAMIENTO EN COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO CON EMPRESILLADO DE PERFILES METÁLICOS

Conforme a los resultados obtenidos con los ensayos antes realizados, tanto de esclerómetro digital, diamantina, carbonatación y análisis estructural para la evaluación de los elementos estructurales, para este caso columnas, nos vemos obligados a utilizar este método de reforzamiento con empresillado metálico como se observa en la figura 43, para poder ayudar a incrementar la capacidad de carga de la estructura, el cual se ensayará

a compresión conforme a la norma ASTM C39. Esta técnica de reforzamiento permite que la columna evite entrar inmediatamente en esfuerzo de pandeo. (Ver figura 43).



**Figura 43:** Reforzamiento de empresillado metálico

Fuente: Elaboración propia

### **3.7.3 MÉTODOS DE REFORZAMIENTO EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO**

#### **3.7.3.1 REFORZAMIENTO DE ENGROSAMIENTO DE CONCRETO**

Acorde a los resultados obtenidos con los ensayos antes realizados, tanto de esclerómetro digital, diamantina, carbonatación y análisis estructural para la evaluación de los elementos estructurales, para este caso vigas, nos vemos obligados a utilizar este método de reforzamiento, para poder ayudar a incrementar la capacidad de carga de la estructura, el cual se ensayará a flexión de acuerdo con la norma la ASTM C293. (Ver figura 44).



**Figura 44:** Reforzamiento con engrosamiento de concreto

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3.2 REFORZAMIENTO CON TAPAS O CHAPAS METALICAS

El otro método de reforzamiento propuesto es el poder utilizar tapas o chapas metálicas, bordeando los lados y la parte inferior, haciendo una forma de u dejando libre la parte superior de la viga. Estos dos métodos de reforzamiento permiten a la viga entrar inmediatamente a esfuerzo de flexo-compresión, cuyo objeto es determinar diagramas de interacción para distintas orientaciones del momento flector resultante. (Ver figura 45).



**Figura 45:** Reforzamiento con tapa o chapa metálica

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.4 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN EN VIGAS EN LABORATORIO UNI

Posteriormente, se muestran los resultados de las vigas de concreto, los cuales se hallaron de acuerdo a la norma técnica peruana 339.034 – 2008 Método para la determinación de la resistencia a compresión de probetas de concreto, que se ensayaron a compresión a los 7, 14 y 20 días de edad. (Ver tabla 57,58 y 59).

$$M_r = \frac{PL}{\text{Área de la muestra } cm^2}$$

$M_r$ : Es el módulo de rotura, en Mpa

$P$ : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N

$b$ : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm

$h$ : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

### 3.7.4.1 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 7 DÍAS

*Tabla 55:* Resultados a los 7 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Largo	Altura				
Columna sin reforzamiento	152	155	532	3737.7	30,000	8.02	Rotura del concreto
Columna con empresillado metálico	155	155	532	3778.9	50,000	13.23	Desprendimiento del concreto

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- La viga sin refuerzo de empresillado metálico ensayado a los 7 días tuvo un área de 3737.7 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 30,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 8.02 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de empresillado metálico ensayado a los 7 días tuvo un área de 3778.9 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 50,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 13.23 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 14 DÍAS

*Tabla 56:* Resultados a los 14 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Columna sin reforzamiento	153	152	530	3684.5	34,000	9.22	Presenta fisuras.
Columna con empresillado metálico	153	153	531	3704.2	52,000	14.03	Presenta fisuras

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- La viga sin refuerzo del empresillado metálico ensayado a los 14 días tuvo un área de 3684.5 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 34,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 9.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de empresillado metálico ensayado a los 14 días tuvo un área de 3704.2 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 52,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 14.00 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.7.4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 20 DÍAS

*Tabla 57:* Resultados a los 20 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Columna sin reforzamiento	153	152	532	3710.3	38,000	10.24	Presenta fisuras
Columna con empresillado metálico	153	153	530	3711.8	45,000	12.12	Presenta fisuras

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- La viga sin refuerzo del empresillado metálico ensayado a los 20 días tuvo un área de 3710.3 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 38,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 10.24 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de empresillado metálico ensayado a los 20 días tuvo un área de 3711.8 cm<sup>2</sup> a ella se le aplicó una carga máxima de 45,000 kg y nos resultó con una resistencia a la compresión de 12.12 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.7.4.3 CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS

Inmediatamente de conseguir los resultados hacemos el cuadro comparativo de las resistencias según la edad del concreto (ver tabla 60).

**Tabla 58:** Cuadro comparativo

<b>EDAD DEL CONCRETO</b>	<b>COLUMNA SIN REFORZAMIENTO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>COLUMNA CON REFORZAMIENTO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Columna a los 7 días	8.02	13.23
Columna a los 14 días	9.22	14.03
Columna a los 20 días	10.24	12.12

Fuente: Elaboración propia

#### **INTERPRETACIÓN:**

- La viga a los 7 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a la compresión de 8.02 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento tiene una resistencia a la compresión de 13.23 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga a los 14 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a la compresión de 9.22 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento tiene una resistencia a la compresión de 14.03 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga a los 20 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a la compresión de 10.24 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento tiene una resistencia a la compresión de 12.12 kg/cm<sup>2</sup>. En este último ensayo se nota un acrecentamiento de la resistencia a la compresión del concreto reforzado en 1.11 kg/cm<sup>2</sup> comparando el resultado a los 7 días, y una diferencia de 1.91 kg/cm<sup>2</sup>, comparando con el resultado a los 14 días. Esto puede haberse ocasionado a causa de un mal curado del concreto o un mal almacenamiento con una temperatura no adecuada.

### **3.7.5 RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN EN VIGAS DE LABORATORIO**

#### **UNI**

Seguidamente, se muestran los resultados de las vigas de concreto, los cuales se hallaron de acuerdo a norma técnica peruana 339.079 – 2017, Método para la determinación de la resistencia a flexión de vigas de concreto, que se ensayaron a compresión a los 7, 14 y 20 días de edad. (Ver tabla 61, 62 y 63).

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

$M_r$ : Es el módulo de rotura, en Mpa

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N

L: Es la longitud del tramo, mm

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm

### 3.7.5.1 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 7 DÍAS.

*Tabla 59:* Resultados a los 7 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin reforzamiento	155	155	530	450	1460	27.0	Rotura central
Viga con chapa metálica	156	155	535	450	10300	185.5	Rotura a la carga aplicada no se observa fisura
Viga con engrosamiento de concreto	203	192	630	450	2800	25.0	Carga máxima

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- La viga sin refuerzo ensayado a los 7 días se le aplicó una carga máxima de 1460 kg, por lo que resultó con una resistencia a la flexión de 27.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo chapa metálica ensayado a los 7 días se le aplicó una carga máxima de 10,300 kg y nos resultó con una resistencia a la flexión de 185.5 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de engrosamiento de concreto ensayado a los 7 días se le aplicó una carga máxima de 2,800 kg y nos resultó con una resistencia a la flexión de 25.0 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.5.2 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 14 DÍAS.

*Tabla 60:* Resultados a los 14 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin reforzamiento	153	153	530	450	1580	30.0	Rotura a la carga aplicada a no se observa fisura
Viga con chapa metálica	153	152	530	450	7080	134.5	Rotura a la carga aplicada a no se observa fisura
Viga con engrosamiento de concreto	155	154	530	450	8,200	150.6	Carga máxima

Fuente: Elaboración propia

#### **INTERPRETACIÓN:**

- La viga sin refuerzo ensayado a los 14 días se le aplicó una carga máxima de 1580 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 30.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo chapa metálica ensayado a los 14 se le aplicó una carga máxima de 7156 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 134.5 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de engrosamiento de concreto ensayado a los 14 días se le aplicó una carga máxima de 8,200 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 150.6 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.5.3 RESULTADOS DE LABORATORIO UNI A LOS 20 DÍAS.

Tabla 61: Resultados a los 20 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin reforzamiento	152	152	530	450	1680	32.0	Rotura central
Viga con chapa metálica	152	153	530	450	7340	139.0	Rotura a la carga aplicada no se observa fisura
Viga con engrosamiento de concreto	154	155	530	450	10000	182.4	Carga máxima

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- La viga sin refuerzo ensayado a los 20 días se le aplicó una carga máxima de 1680 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 32.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo chapa metálica ensayado a los 20 días se le aplicó una carga máxima de 7340 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 139.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga con refuerzo de engrosamiento de concreto ensayado a los 20 días se le aplicó una carga máxima de 10000 kg y nos resultó con una resistencia a flexión de 182.4 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.5.4 CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS

Inmediatamente de conseguir los resultados hacemos el cuadro comparativo de las resistencias según la edad del concreto (ver tabla 64).

**Tabla 62:** Cuadro comparativo de resultados

<b>EDAD DEL CONCRETO</b>	<b>VIGA SIN REFORZAMIENTO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>VIGAS CON REFUERZO DE CHAPA METÁLICA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>VIGAS CON REFUERZO DE ENGROSAMIENTO DE CONCRETO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Viga a los 7 días	27	185.5	25.0
Viga a los 14 días	30.0	134.5	150.6
Viga a los 20 días	32.0	139.2	182.4

Fuente: Elaboración propia

#### **INTERPRETACIÓN:**

- La viga a los 7 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a flexión de 27 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento de chapa metálica tiene una resistencia a flexión de 185.5 kg/cm<sup>2</sup> y con refuerzo de engrosamiento de concreto tiene una resistencia a flexión de 25.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga a los 14 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a flexión de 29.8 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento de chapa metálica tiene una resistencia a la flexión de 134.5 kg/cm<sup>2</sup> y con refuerzo de engrosamiento de concreto tiene una resistencia a flexión de 150.6 kg/cm<sup>2</sup>.
- La viga a los 20 días sin reforzamiento alcanzo una resistencia a flexión de 32.3 kg/cm<sup>2</sup>, y con reforzamiento de chapa metálica tiene una resistencia a la flexión de 139.2 kg/cm<sup>2</sup> y con refuerzo de engrosamiento de concreto tiene una resistencia a flexión de 182.4 kg/cm<sup>2</sup>. Se puede observar claramente un incremento de resistencia a flexión dependiendo a la edad del concreto.

#### **3.7.6 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES EN LABORATORIO UNI**

Posteriormente, se muestran los resultados de los muretes que se ensayaron a compresión diagonal a los 12 días de su obtención. (Ver tabla 65).

Se determinó la resistencia a la compresión diagonal de los muretes, de acuerdo a la norma técnica peruana 399.621 – 2004., E.070 del RNE Albañilería y la NTP 339.613 – 2003 Método para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería.

$$Mr = \frac{P}{\text{Área bruta cm}^2}$$

$M_r$ : Es el módulo de rotura, en Mpa

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N

t: Es el espesor del murete, cm

L: Es la longitud del murete, en cm

### 3.7.6.1 RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES EN LABORATORIO UNI A LOS 10 DÍAS

*Tabla 63:* Resultado a los 12 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión diagonal (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (l)	Ancho (h)	Espesor (t)			
Murete sin reforzamiento	610	610	125	762.5	6500	6.0
Murete con refuerzo de geomalla	605	607	123	745.4	8600	8.2

Fuente: Elaboración propia

#### INTERPRETACIÓN:

- El murete sin reforzamiento tiene un área de 762.5 cm<sup>2</sup>, con una carga máxima de 6500 kg y una resistencia a la compresión diagonal de 6.0 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete con reforzamiento tiene un área de 745.4 cm<sup>2</sup>, con una carga máxima de 8600 kg y una resistencia a la compresión diagonal de 8.2 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.8 PRESUPUESTO DE LOS REFORZAMIENTOS PROPUESTOS EN LA INVESTIGACIÓN

Según lo observado durante la investigación en las aulas del pabellón “D” de la institución educativa Daniel Alcides Carrión García, la estructura presenta un sistema dual con muros de albañilería confinada, las columnas poseen dimensiones de 0.30 x 0.30 m, y vigas de 0.30 x 0.30 m, que se encuentran en toda el área del edificio, la losa es aligerada en una dirección de 0.20 m de espesor, apoyadas sobre muros y vigas peraltadas. Durante la investigación se determinó que los elementos estructurales que presentan deficiencias más críticas del pabellón “D”, serían las vigas peraltadas, las columnas, y los muros portantes, ya que estos elementos soportan las cargas de la estructura.

#### 3.8.1 METRADO DE ÁREAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS AULAS DEL PABELLÓN “D”

Para calcular los costos de los materiales, es necesario realizar los metrados del área de los elementos estructurales del pabellón “D”, tanto en columnas, vigas y muros portantes del 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> nivel del proyecto. (Ver tabla 66).

*Tabla 64:* Metrado de áreas de columnas, vigas y muros

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	$((L+A)*H)*2$	CANTIDAD	PARCIAL	TOTAL
Columnas	m2	0.30	0.30	2.50	3.00	24.00	72.00	72.00
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	L*A	CANTIDAD	PARCIAL	TOTAL
Vigas	m2	51.41	0.30	-	15.42	2.00	30.85	-
		9.85	0.30	-	2.96	18.00	53.19	-
		8.43	0.30	-	2.53	2.00	5.06	-
		3.91	0.30	-	1.17	2.00	2.35	-
		3.64	0.30	-	1.09	2.00	2.18	-
		4.92	0.30	-	1.48	12.00	17.71	111.34
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	L*H	CANTIDAD	PARCIAL	TOTAL
Muros	m2	5.16	-	2.50	12.90	16.00	206.40	-
		4.62	-	2.50	11.55	38.00	438.90	-
		3.20	-	2.50	8.00	2.00	16.00	-
		3.91	-	1.70	6.65	2.00	13.29	-
		3.64	-	1.70	6.19	2.00	12.38	-
		4.92	-	1.70	8.36	12.00	100.37	787.34

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del metrado en el área de las columnas es de 72 m<sup>2</sup> que se reforzará las esquinas de cada cara luego se colocarán las platinas de forma horizontal, en vigas

tenemos 111.34 m<sup>2</sup> lo cual se reforzará con tapa o chapa metálica en la cara inferior y en muros tenemos 787.34 m<sup>2</sup> que se va reforzar solo una cara con geomalla.

### 3.8.2 CANTIDAD DE MATERIALES QUE SE USARÁ PARA CADA MÉTODO DE REFORZAMIENTO PLANTEADO EN LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se hallarán las cantidades de materiales que se necesitarán para desarrollar los métodos de reforzamientos propuestos en la investigación.

#### 3.8.2.1 CANTIDAD DE MATERIALES QUE SE USARÁ PARA EL REFORZAMIENTO EN COLUMNAS CON EL EMPRESILLADO METÁLICO

A continuación, se muestra la cantidad de ángulos metálico que se utilizaran para el reforzamiento antes mencionado en la investigación, en la tabla 67.

*Tabla 65:* Cantidad de ángulos para el reforzamiento

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE COLUMNAS	ALTURA DE LAS COLUMNAS (m)	CANTIDAD DE ÁNGULOS POR COLUMNA	TOTAL DE MATERIAL METÁLICO (m)
Angulo Metálico de 2"x1/8"	24	2.5	4	240

Fuente: Elaboración propia

Se necesitarán 240 m de ángulos de 2"x 1/8" como se muestra en la tabla 33, cada ángulo es comercializado con una longitud de 6 m; por lo tanto, **se necesitarán 40 piezas.**

A continuación, se muestra la cantidad de platinas metálicas que se utilizara para el reforzamiento antes mencionado en la investigación, en la tabla 68.

*Tabla 66:* Cantidad de platinas para el reforzamiento

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE COLUMNAS	ANCHO DE LAS COLUMNAS (m)	CANTIDAD DE PLATINAS POR COLUMNA	TOTAL DE MATERIAL METÁLICO (m)
Platina 1 1/4"x 1/8"	24	0.3	60	432

Fuente: Elaboración propia

Las alturas de las columnas serán de 2.20 m, porque se dejan 0.15m en el capitel y en la base de cada cara, de cada columna.

Se necesitarán 3168 m de platina de 1<sup>1/4</sup>" x 1/8" como se muestra en la tabla 34, cada platina que se colocará en las columnas es de 0.30m de longitud; así que cada platina es comercializada con una longitud de 6m, por lo tanto, **en realidad se necesitarán 72 piezas.**

### 3.8.2.2 CANTIDAD DE MATERIALES QUE SE USARÁ PARA EL REFORZAMIENTO EN VIGAS CON LA TAPA O CHAPA METÁLICA

A continuación, se muestra la cantidad de planchas metálicas que se utilizarán para el reforzamiento antes mencionado en la investigación, en la tabla 69.

*Tabla 67:* Cantidad de planchas metálicas

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE VIGAS	LARGO DE LAS VIGAS (m)	DE CADA PLANCHA DE 1.20 m SALEN 4 de 0.30 m	LARGO DE PLANCHA (m)	PARCIAL	TOTAL DE PLANCHAS METÁLICAS
PLANCHA METÁLICAS PARA VIGAS DE 3X 1200X 2400 mm	2.00	51.41	4	2.4	25.71	-
	18.00	9.85	4	2.4	44.33	-
	2.00	8.43	4	2.4	4.22	-
	2.00	3.91	4	2.4	1.96	-
	2.00	3.64	4	2.4	1.82	-
	12.00	4.92	4	2.4	14.76	92.78

Fuente: Elaboración propia

**Se necesitarán 93 planchas metálicas de 3x 1200x 2400 mm** para reforzar las vigas del pabellón "D" de la institución educativa Daniel A. Carrión García.

### 3.8.2.3 CANTIDAD DE MATERIALES QUE SE USARÁ PARA EL REFORZAMIENTO EN VIGAS CON ENGROSAMIENTO DE CONCRETO

A continuación, se muestra la cantidad de materiales que se utilizarán para el reforzamiento antes mencionado en la investigación, en la tabla 70.

**Tabla 68:** Cantidad de material para el reforzamiento

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE VIGAS	LARGO DE LAS VIGAS (m)	ANCHO DE COLUMNA A REFORZAR (m)	ESPESOR DE ENGROSAMIENTO PARA EL REFORZAMIENTO (m)	PARCIAL	TOTAL (m3)
CONCRETO	2.00	51.41	0.90	0.05	4.63	-
	18.00	9.85	0.90	0.05	7.98	-
	2.00	8.43	0.90	0.05	0.76	-
	2.00	3.91	0.90	0.05	0.35	-
	2.00	3.64	0.90	0.05	0.33	-
	12.00	4.92	0.90	0.05	2.66	16.70
DESCRIPCIÓN	# NÚMERO DE VECES	MEDIDAS DE LA MALLA PARA EL REFORZAMIENTO		PESO MÉTRICO NOMINAL DE LA VARILLA DE 8 mm (kg/m)	PARCIAL	TOTAL (kg)
		Largo de varilla horizontal (m)	Largo de varillas de 0.30 (m)			
FIERRO CORRUGADO DE 8 mm	2.00	51.41	342.73	0.40	311.37323	-
	18.00	9.85	65.67	0.40	536.9235	-
	2.00	8.43	56.20	0.40	51.0577	-
	2.00	3.91	26.07	0.40	23.681567	-
	2.00	3.64	24.27	0.40	22.046267	-
	12.00	4.92	32.80	0.40	178.7928	1123.88

Fuente: Elaboración propia

Se necesitarán **16.70 m<sup>3</sup>** de concreto de **210 kg/cm<sup>2</sup>** y en fierro corrugado se necesitará **1123.88 kg**, para reforzar las vigas del pabellón “D” de la institución educativa Daniel A. Carrión García.

### 3.8.2.4 CANTIDAD DE MATERIALES QUE SE USARÁ PARA EL REFORZAMIENTO EN VIGAS CON ENGROSAMIENTO DE CONCRETO

**Tabla 69:** Metrado de muros

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	L*H	CANTIDAD	PARCIAL	TOTAL
Muros	m2	5.16	-	2.50	12.90	16.00	206.40	-
		4.62	-	2.50	11.55	38.00	438.90	-
		3.20	-	2.50	8.00	2.00	16.00	-
		3.91	-	1.70	6.65	2.00	13.29	-
		3.64	-	1.70	6.19	2.00	12.38	-
		4.92	-	1.70	8.36	12.00	100.37	787.34

Fuente: Elaboración propia

Se necesitarán **787.34 m<sup>2</sup>** de **Geomalla Triaxial Tx**, para reforzar las vigas del pabellón “D” de la institución educativa Daniel A. Carrión García.

### 3.8.3 PRESUPUESTOS DE LA INVESTIGACIÓN

El material metálico fue adquirido de la empresa “INVERSIONES LAS ESTRELLAS METALURGICAS S.R.L” donde se comercializan los materiales metálicos de la

empresa Aceros Arequipa, del cual se compraron los ángulos, las platinas y el acero corrugado de 8 mm para el reforzamiento en muestras de vigas prismáticas normadas, los cuales se sometieron a ensayos de compresión y flexión en el laboratorio de la UNI; la geomalla se obtuvo en la empresa FORTEXS PERU E.I.R.L., para el reforzamiento de muros, lo cual se elaboró y ensayó a compresión diagonal en el laboratorio de la UNI. Los precios unitarios se obtuvieron en el libro de costos y presupuestos, edición 284-noviembre 2017. (Ver tabla 72).

**Tabla 70:** Presupuesto de reforzamiento

UNIDADES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
M2	GEOMALLA TRIAXIAL TX 160	787.34	S/81.32	S/64,028.66	-
PIEZAS	ANGULOS DE 2"X1/8"	40.00	S/68.80	S/2,751.90	-
PIEZAS	PLATINA 1 1/4"x 1/8"	72.00	S/16.70	S/1,202.71	-
PIEZAS	PLANCHA METÁLICA 1/8"	93.00	S/71.62	S/6,660.52	-
M3	CONCRETO PARA VIGAS	16.70	S/360.90	S/6,027.03	-
KG	ACERO CORRUGADO DE 8mm	1123.88	S/13.14	S/14,769.86	S/112,620.00

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un total de S/112,620.00 nuevos soles para el reforzamiento con los métodos antes mencionados como se muestra en la tabla 38, tanto para muros, columnas y vigas. El presupuesto incluye mano de obra e IGV.

En la tabla 73, se muestra el presupuesto de la demolición del pabellón "D",

**Tabla 71:** Presupuesto de la demolición de la estructura

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANTIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	TOTAL
DEMOLICIÓN DE CIMIENTOS ARMADOS CON EQUIPO	m3	0.6	0.6	0.6	39	8.42	S/281.09	S/2,367.90	S/33,693.33
DEMOLICIÓN DE SOBRECIMENTOS ARMADOS CON EQUIPO	m3	131.03	0.15	0.3	1	5.90	S/260.33	S/1,535.00	
DEMOLICIÓN DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON EQUIPO	m3	0.3	0.3	2.5	78	17.55	S/372.76	S/12,054.61	
	m3	0.3	0.3	82.16	2	14.79			
DEMOLICIÓN DE MUROS DE LADRILLO KK DE CABEZA	m2	83.16	--	2.5	2	415.80	S/18.35	S/7,629.93	
DEMOLICIÓN DE MUROS DE LADRILLOS KK DE SOGA	m2	55.94	--	2.5	2	279.70	S/12.24	S/4,966.23	
		37.07	--	1.7	2	126.04			

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un total de S/33,693.33 nuevos soles con IGV, para la demolición de la edificación del colegio Daniel A. Carrión García, como se muestra en la tabla 39.

Se demuestra que la demolición resultó ser mucho más accesible en lo económico que el reforzamiento que se planteó, pero no se ha considerado la reconstrucción de la edificación.

#### IV. DISCUSIÓN

1. Se comprobó que los perfiles metálicos para el reforzamiento de columnas tuvieron un notable incremento en resistencia a compresión, lo cual se puede corroborar con el autor Giménez Carbó, Ester, en su tesis “Estudio experimental y numérico de soportes de hormigón armado reforzados con perfiles metálicos sometidos a esfuerzos de compresión simple”. (2017), quien llegó a la conclusión de que los aceros estructurales angulares incrementaron la capacidad de carga de las muestras, obteniendo momentos resistentes mayores a los de las muestras sin reforzamiento.
2. Se demostró que el reforzamiento con geomalla para muros incrementa su resistencia a compresión diagonal, lo cual hace que incremente la capacidad de carga de una vivienda, lo cual se puede constatar con Sensico, en su investigación “Técnica de reforzamiento para viviendas informales”, (2015). Llegó a la conclusión que la técnica de reforzamiento con geomallas pueden incluso hasta reforzar viviendas que no tienen ninguna columna, y poder incrementar la capacidad de carga de la vivienda, incluso hasta reemplazar las columnas y vigas de la albañilería confinada.
3. Se comprobó que las vigas ensayadas a los 20 días obtuvieron una resistencia a flexión de  $185.5 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería 330.96% y con reforzamiento de plancha metálica obtuvo una resistencia a flexión de  $182.4 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería 464.71%, obteniendo un mayor incremento de resistencia a flexión, en comparación con las muestras sin reforzamiento; comparado a la fibra de carbono CFRP. Lo cual se puede constatar, el autor Alegre Gago, Gianfranco, en su trabajo de investigación titulada “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado”, (2017). Llegó a la conclusión que el incremento de la resistencia a flexión alcanza un valor de 58.9% para la sección con menor cuantía de acero, y en el caso de la sección de mayor cuantía de acero, el incremento de la resistencia alcanza un valor de 18.4%. Se comprobó que el comportamiento del CFRP es considerado un material frágil.
4. Se comprobó que mis métodos de reforzamiento con planchas metálicas, engrosamiento de concreto en vigas, empresillado metálico en columnas y geomalla en muros, tienen un menor costo para el reforzamiento comparado con el reforzamiento utilizando CFRP.

Lo cual se puede corroborar con el autor Alegre Gago, Gianfranco, en su trabajo de investigación titulada “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado”, (2017). Llegó a la conclusión, se comprobó que, en cuanto al análisis comparativo de costos, si bien es cierto el reforzamiento de fibra de carbono tiene mayor costo que el reforzamiento por “encamisetado” (incremento de sección de viga de concreto armado), se debe considerar los costos indirectos que se generan durante su instalación, así como los beneficios que la fibra de carbono nos otorga.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se comprobó que las hipótesis propuestas obtuvieron un significativo grado de certeza en la presente investigación.

1. **En cuanto a la hipótesis general:** Si existe una relación significativa entre el proceso de reparación y el reforzamiento de estructuras entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales, ya que se obtuvieron resultados favorables que incrementan la capacidad de carga de los elementos estructurales a los cuales se les reforzó con los métodos antes mencionados en la investigación.
2. **En cuanto a la primera hipótesis específica:** Si existe una relación significativa entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural, ya que cuando se repararon los muretes se pudo recuperar su resistencia inicial y hasta incrementar su resistencia con el refuerzo de geomalla triaxial Tx 160.
  - Se comprobó que el murete sin reforzamiento de geomalla obtuvo un valor de  $6.0 \text{ kg/cm}^2$ , y con el reforzamiento de geomalla se tiene un incremento a compresión diagonal en  $8.2 \text{ kg/cm}^2$ , a los 12 días de edad del concreto, teniendo un incremento de  $2.2 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería  $36.67 \%$ .
3. **Para la segunda hipótesis específica:** Existe una relación significativa entre el reforzamiento de la estructura y el incremento del desempeño estructural, ya que los resultados a los 7, 14 y 20 días demuestran que las muestras con reforzamiento de empresillado metálico, plancha metálica y engrosamiento de concreto, fueron mayores a los que se ensayaron sin ningún reforzamiento.
  - Se comprobó que la columna sin reforzamiento obtuvo un valor de  $8.02 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días de edad del concreto, y con su reforzamiento incrementó su resistencia a compresión en  $13.23 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $5.2 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $64.76\%$ .
  - Se comprobó que la columna sin reforzamiento obtuvo un valor de  $9.22 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días de edad del concreto, y con su reforzamiento incrementó su resistencia a

compresión en  $14.03 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $4.81 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $52.11\%$ .

- Se comprobó que la columna sin reforzamiento obtuvo un valor de  $10.24 \text{ kg/cm}^2$  a los 20 días de edad del concreto, y con su reforzamiento incrementó su resistencia a compresión en  $12.12 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $1.88 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $18.36\%$ .
- Se comprobó que la viga sin reforzamiento obtuvo un valor de  $27 \text{ kg/cm}^2$  de la viga sin reforzamiento a los 7 días de edad del concreto, y con reforzamiento de plancha metálica incrementó su resistencia a flexión en  $185.5 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $158.5 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $587.04\%$ , y con el reforzamiento de engrosamiento de concreto incrementó su resistencia a flexión en  $25.0 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo una disminución de resistencia a flexión de  $2.0 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería  $7.41\%$ .
- Se comprobó que la viga sin reforzamiento obtuvo un valor de  $30.0 \text{ kg/cm}^2$  de la viga sin reforzamiento a los 14 días de edad del concreto, y con reforzamiento de plancha metálica incrementó su resistencia a flexión en  $134.5 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $104.5 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $348.33\%$ . Y con el reforzamiento de engrosamiento de concreto incrementó su resistencia a flexión en  $150.6 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $120.8 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería  $405.37\%$ .
- Se comprobó que la viga sin reforzamiento obtuvo un valor de  $32.0 \text{ kg/cm}^2$  de la viga sin reforzamiento a los 20 días de edad del concreto, y con su reforzamiento de plancha metálica incrementó su resistencia a flexión en  $139.2 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $106.9 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería un  $330.96\%$ . Y con el reforzamiento de engrosamiento de concreto incrementó su resistencia a flexión en  $182.4 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo un incremento de  $150.1 \text{ kg/cm}^2$ , que en porcentaje sería  $464.71\%$ .

4. Se demostró que el presupuesto de la demolición resultó ser de S/. 33,693.33 nuevos soles, y teniendo un presupuesto de S/. 112,620.00 para el reforzamiento, lo cual significa que el presupuesto de la demolición es más accesible que el reforzamiento, teniendo una diferencia de S/78,926.67 nuevos soles. Pero tenemos que tener en cuenta que el presupuesto de la reconstrucción no está incluido en la demolición; lo que hace interesante el presupuesto del reforzamiento.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la resistencia tanto a compresión y flexión con acero estructural, los metales deben estar libre de grasas o cualquier tipo de fluido viscoso y/o corrosión, que no permita una adecuada adherencia usando sikadur 31 o sikadur 32 gel.
- Para mejorar la obtención de la resistencia a compresión diagonal del murete con reforzamiento de geomalla, se podría realizar futuras investigaciones comparando la geomalla triaxial Tx 160, que se utilizó en la presente investigación, con las geomallas uniaxial y biaxial.
- El material de adherencia como el sikadur 301 y el sikadur 32 gel A y B, deben de ser mezclados por personal capacitado para no dejar un porcentaje de aire en el aditivo, el cual no permita una correcta adherencia durante el reforzamiento del material metálico con la superficie del concreto, provocando un menor incremento de resistencia a compresión y flexión de las muestras.
- Dentro de este proyecto tan ambicioso, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto, se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, implementar e innovar nuevos métodos de reforzamiento, para realizar comparaciones con los resultados arrojados en la presente investigación.
- En la investigación se realizaron ensayos de diamantina, esclerometría y carbonatación, para la evaluación de la estructura en estudio, lo cual para futuras investigaciones se podría realizar el ensayo de PH para tener una mejor y precisa evaluación de una estructura; ya que este ensayo permite determinar la calidad del concreto en estructuras nuevas o que cuenten con mucho tiempo construidas.

## REFERENCIAS

1. **BARREIRO, Patricia.** Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado. Tesis (Maestría en ingeniería civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, escuela profesional de Ingeniería Civil, 2014. 170pp.
2. **FAJARDO, Cesar.** Evaluación estructural de una de las edificaciones del hospital Edgardo Rebagliati Martins usando el método del espectro de capacidad. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil, 2012, pp 57.
3. **GIMÉNEZ, Ester.** Estudio experimental y numérico de soportes de hormigón armado reforzados con perfiles metálicos sometidos a esfuerzos de compresión simple. Tesis (Grado de Doctor) Valencia-España, 2007, 286 pp.
4. **GAMEROS, Santiago.** Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima – Perú, 2015, 76pp
5. International Organization for Standardization (ISO) 690 y 690-2.
6. **LEGRE, Gianfranco.** Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima – Perú, 2017, 77pp.
7. **Norma Técnica de Edificaciones E.060** Concreto Armado.
8. **Norma Técnica de Edificaciones E 0.70** Albañilería.
9. **Norma Técnica de Edificaciones E 030** Diseño Sismorresistente.
10. **Norma Técnica de Edificaciones E 080** Diseño y construcción con tierra Reforzada.
11. **American Concrete Institute 562**, Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto.
12. **Norma técnica estructural ASTM A36.** “Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural”.
13. **Norma técnica estructural ASTM C39.** “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”.
14. **Norma técnica estructural ASTM C78.** “Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto”.

15. **Norma técnica estructural ASTM C293.** “Resistencia a la Flexión de vigas de concreto (carga al centro).”
16. **Norma técnica estructural ASTM C 805.** “Resistencia del concreto con esclerómetro de seis puntos”.
17. **Norma técnica peruana 2012 NTP 339.079.** CONCRETO. “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.”
18. **Norma técnica peruana 399.621 – 2004,** E.070 del RNE Albañilería y la NTP 339.613 – 2003, “Método para la resistencia de la resistencia a compresión de prismas de albañilería.”
19. **Norma técnica peruana 339.079 – 2017,** “Método para la determinación de la resistencia a flexión de vigas de concreto.”
20. **ORA, Hugo.** Reparación general del muelle industrial de Southern Copper Corporation. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, escuela profesional de Ingeniería Civil, 2008, 79pp.
21. **PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD).** Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos. [en línea]. Lima, 2009, pp 62.
22. **PAVISIC, Yanko.** Reforzamiento y reparación estructural de pilares en edificaciones de hormigón armado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Samborondón-Ecuador, 2017, 77 pp.
23. **RAIGOSA, Eduardo.** Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales. Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, escuela de ingeniería en construcción, 2014, 31 pp.
24. **RINCÓN, Jonathan.** Estudio experimental del comportamiento resistente y en servicio de encepados de pilotes reforzados mediante recrecido de hormigón armado. Tesis (Master de ingeniería estructural y de la construcción). Barcelona: Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos, 2014, 97pp.
25. **SEMINARIO, Juan.** Reparación de un muro de albañilería confinada mediante varillas de Fibra de Vidrio. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, escuela profesional de Ingeniería Civil, 2008. 93pp.

- 26. ZÚÑIGA, Rafael.** Evaluación y reforzamiento estructural de una edificación de 25 niveles. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil, 2000, pp 244.

## **ANEXOS**

**ANEXO N°1 CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variable de investigación</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumentos de medición</b>	<b>Fases de la investigación</b>
<b>Variable Independiente</b>	<p>Es una restauración de una estructura afectada, deteriorada, rota o en mal estado para que siga cumpliendo la función para la cual fue diseñada dentro de los márgenes de confiabilidad y seguridad, y a su vez incrementar su capacidad de carga.</p>	<p>Se llama reparación estructural a devolver el estado original a la estructura, que se ha producido por medio de patologías como las fisuras, grietas, roturas, deformaciones, etc., dándole una mayor capacidad de carga.</p>	<b>RESISTENCIA</b>	Ensayo de Diamantina (ASTM C 42)	<p>-Enfoque de la investigación es cuantitativo</p> <p>- Tipo de investigación es aplicada.</p> <p>- Nivel de investigación es explicativo correlacional.</p> <p>- El diseño es cuasiexperimental</p>
<p><b>Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencia estructurales</b></p>				Esclerometria digital (ASTM C 805)	
				Ensayo de carbonatación (ASTM-D1293)	
				Análisis Estructural (E 030)	
<b>Variable Dependiente</b>	<p>Se llama incremento del desempeño estructural a la repotenciación de las estructuras que presenten roturas, fallas o cualquier tipo de deficiencia estructural.</p>	<p>Es optimizar el desempeño de la estructura, identificando las deficiencias con una reparación y reforzamiento rigurosa de los elementos estructurales.</p>	<b>COMPRESIÓN</b>	Maquina especial para la compresión (ASTM C39)	
<p><b>Incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.</b></p>			<b>COMPRESIÓN DIAGONAL</b>	Maquina especial para la compresión diagonal (ASTM E 519 - 02)	
			<b>FLEXIÓN</b>	Maquina especial para la flexión (ASTM C293)	

## ANEXO N°2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>TÍTULO: “Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales”</b>							
<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipotesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos de medición</b>	<b>FASES DE LA INVESTIGACIÓN</b>
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>RESISTENCIA</b>	Resistencia a compresión de diamantina	Ensayo de Diamantina (ASTM C 42)	-Enfoque de la investigación es cuantitativo  Tipo de investigación es aplicada.
¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y reforzamiento entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?	Definir los procesos de reparación y el reforzamiento que deben cumplir los proyectos para la aplicación en las estructuras con sistema dual.	Existe relación significativa del proceso de reparación y el reforzamiento de estructuras entre el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.	PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES		Dureza superficial del concreto	Esclerómetro digital (ASTM C 805)	
					Carbonatación en el concreto	Ensayo de carbonatación (ASTM-D1293)	
					Evaluación sismoresistente de la estructura	Análisis estructural (E 030)	
				<b>Problema específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable Dependiente</b>
¿Cuál es la relación entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales?	Definir los márgenes mínimos de rentabilidad para la reparación y reforzamiento de estructuras con sistema dual.	entre el proceso de reparación y el incremento del desempeño estructural de estructuras construidas con sistemas duales que presenten deficiencias estructurales.	INCREMENTO DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTEN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES	<b>COMPRESIÓN DIAGONAL</b>	Resistencia a compresión diagonal a los 12 días.	Maquina especial para la compresión diagonal (ASTM E 519 - 02)	
				<b>FLEXIÓN</b>	Resistencia a flexión a los 7, 14 y 20 días	Maquina especial para la flexión (ASTM C293)	

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> :	<b>FCON - 002</b>
	<b>VERSIÓN</b> :	<b>1.1</b>
	<b>VIGENCIA</b> :	<b>31/12/2018</b>

SOLICITANTE : Freddy Alberto Flores Chocano

REGISTRO : 054-2018/HOL

PROYECTO : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"

UBICACIÓN : Santa Anita, Lima

FECHA : 4/10/2018

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : Columna

DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de concreto

**INFORMACIÓN DE LA PRENSA DE CONCRETO**

MARCA Y MODELO : ELE INTERNATIONAL, 36-0650/06

NUMERO DE SERIE : 1105000043

CAPACIDAD : 100000 kgf

INDICADOR DIGITAL : ELE INTERNATIONAL, ADR, NS° 1886-1-4742

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN : MT-LF-112-2018

DENOMINACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE ROTURA	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm <sup>2</sup> )
C1-1 / 1er Piso	29/09/2018	3/10/2018	7.5	7.0	4,200	0.887	109.1	96.8
C2-2 / 2do Piso	29/09/2018	3/10/2018	14.1	7.0	4,030	1.000	104.7	104.7
C3-2 / 2do Piso	29/09/2018	3/10/2018	14.1	7.0	4,950	1.000	128.6	128.6
C4-2 / 2do Piso	29/09/2018	3/10/2018	14.0	7.0	6,600	1.000	171.5	171.5

REFERENCIA : ASTM C 39/C 39 M-04 a Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete

OBSERVACIONES : Los testigos cilíndricos de concreto fueron muestreados por el solicitante.

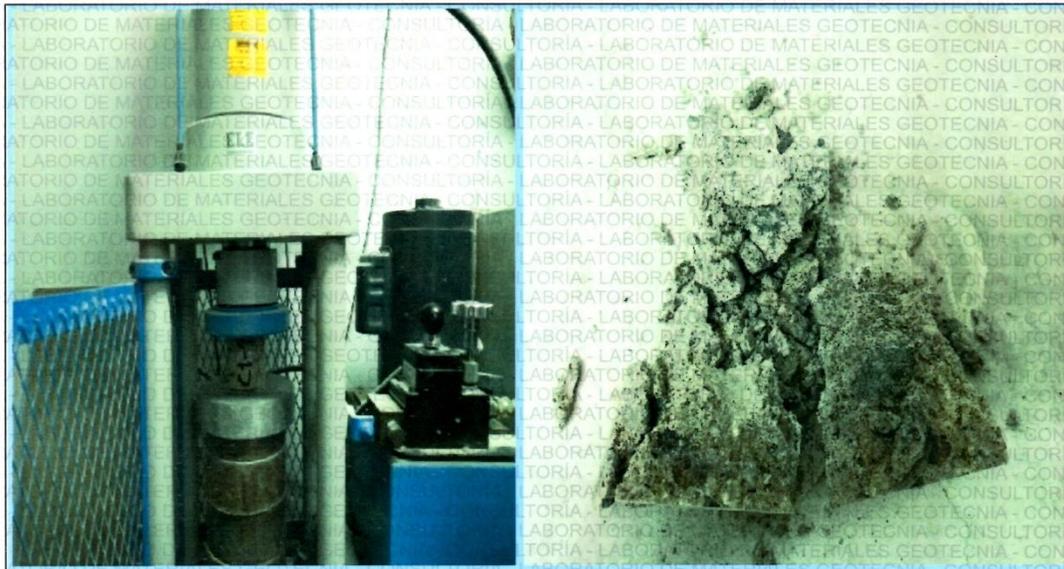
  
**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991. RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

<b>TESTIGO DIAMANTINO</b>	
DESCRIPCIÓN VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	<b>C1-1 / 1er Piso</b>



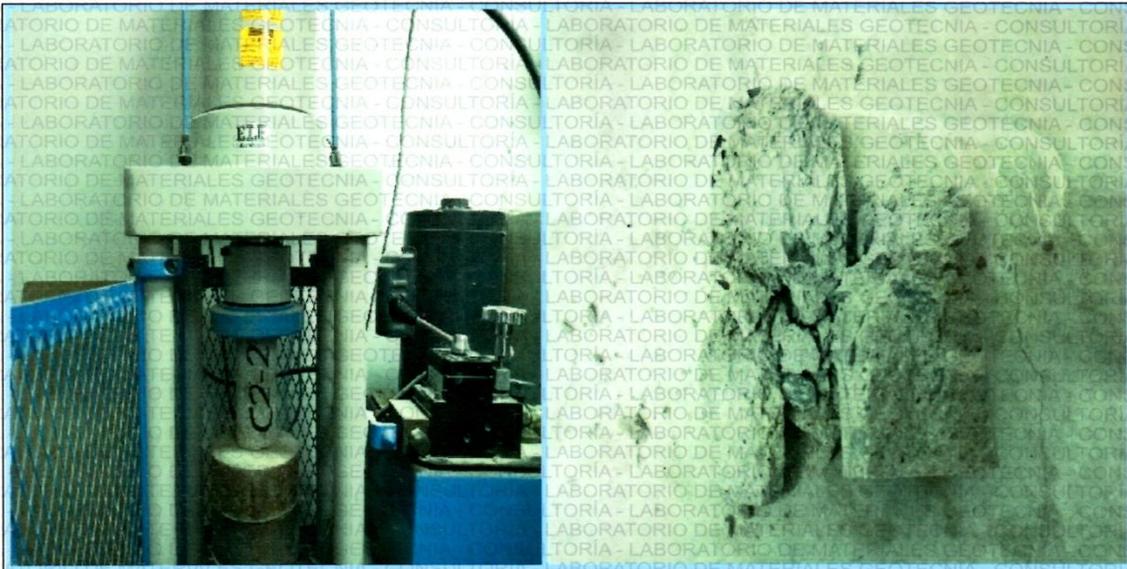
  
 -----  
**JOSE JAIR CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

<b>TESTIGO DIAMANTINO</b>	
DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACIÓN
<p>En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.</p>	<b>C2-2 / 2do Piso</b>



  
 -----  
**JOSE AIR**  
**CALDEÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
**Reg. CIP N° 148564**

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

<b>TESTIGO DIAMANTINO</b>	
DESCRIPCIÓN VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, la matriz presenta una coloracion beige, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	<b>C3-2 / 2do Piso</b>



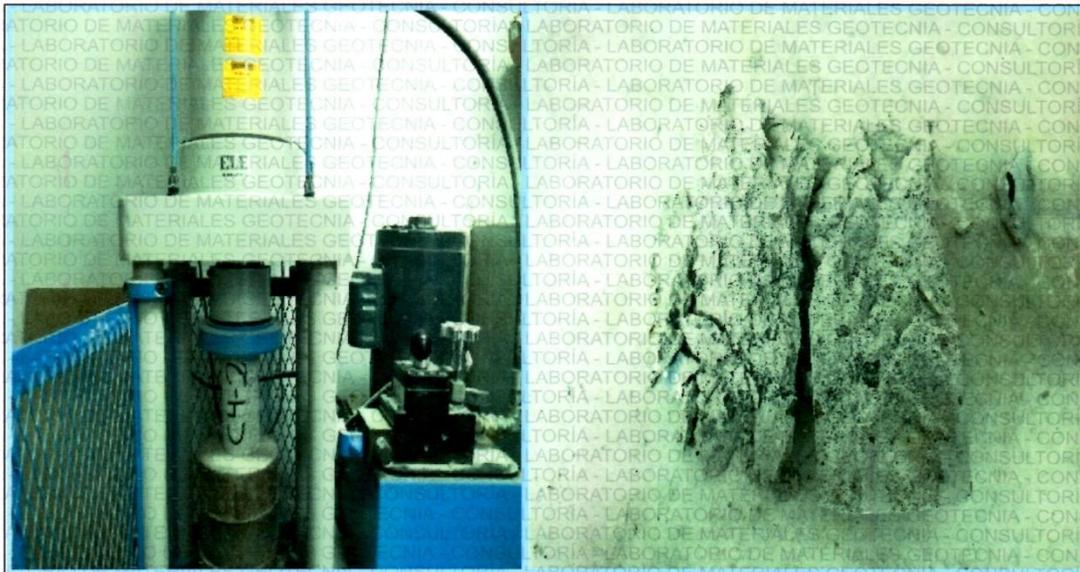
  
**JOSÉ JAIR CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

<b>TESTIGO DIAMANTINO</b>	
DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, la matriz presenta una coloracion gris clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	<b>C4-2 / 2do Piso</b>



  
 JOSÉ JAIR  
 CALDERÓN DE LOS SANTOS  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe



<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : *Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García*	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

**TESTIGO DIAMANTINO**

DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	<b>V1-1 / 1er Piso</b>



  
 JOSE JAIR  
 CALDERON DE LOS SANTOS  
 INGENIERO/GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 148564

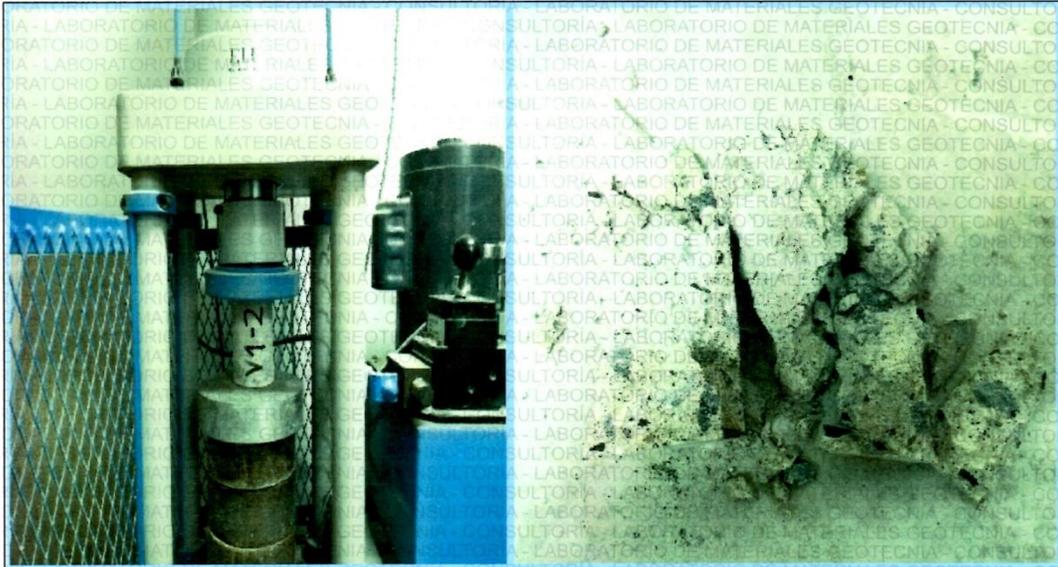
Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martin de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

**TESTIGO DIAMANTINO**

DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	<b>V1-2 / 2do Piso</b>



  
 -----  
**JOSÉ JAIR**  
**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
**Reg. CIP N° 148564**

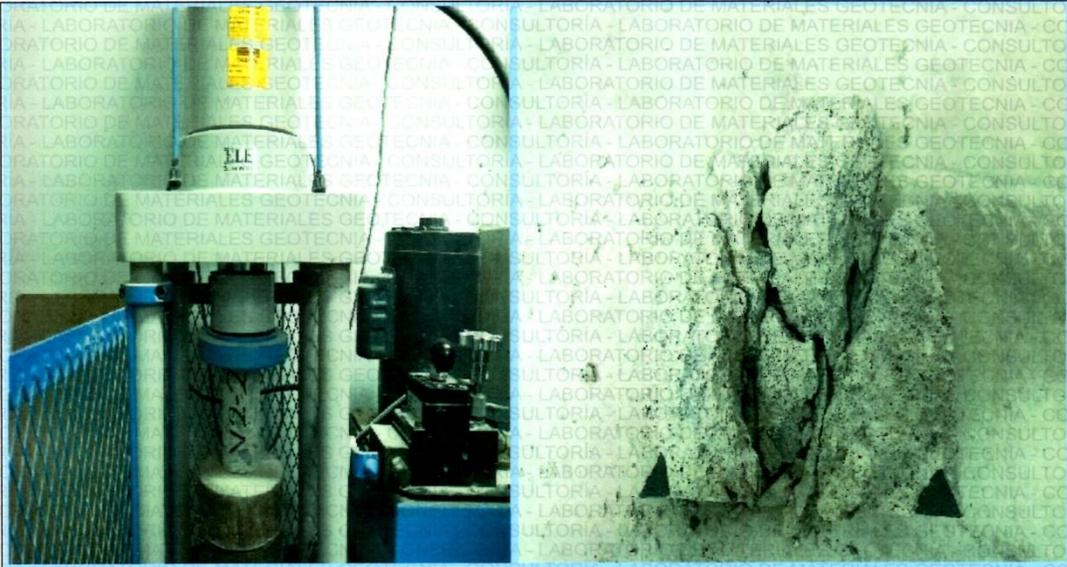
Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001 <b>VERSIÓN</b> : 1.1 <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018
--	--

<b>SOLICITANTE</b> : Freddy Alberto Flores Chocano	<b>REGISTRO</b> : 054-2018/HOL
<b>PROYECTO</b> : "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"	
<b>UBICACIÓN</b> : Santa Anita, Lima	<b>FECHA</b> : 4/10/2018

**TESTIGO DIAMANTINO**

DESCRIPCIÓN VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural redondeada de moderada resistencia y de gran tamaño, junto a arena limpia de grano grueso a fino, la matriz presenta una coloración beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente.	<b>V2-2 / 2do Piso</b>



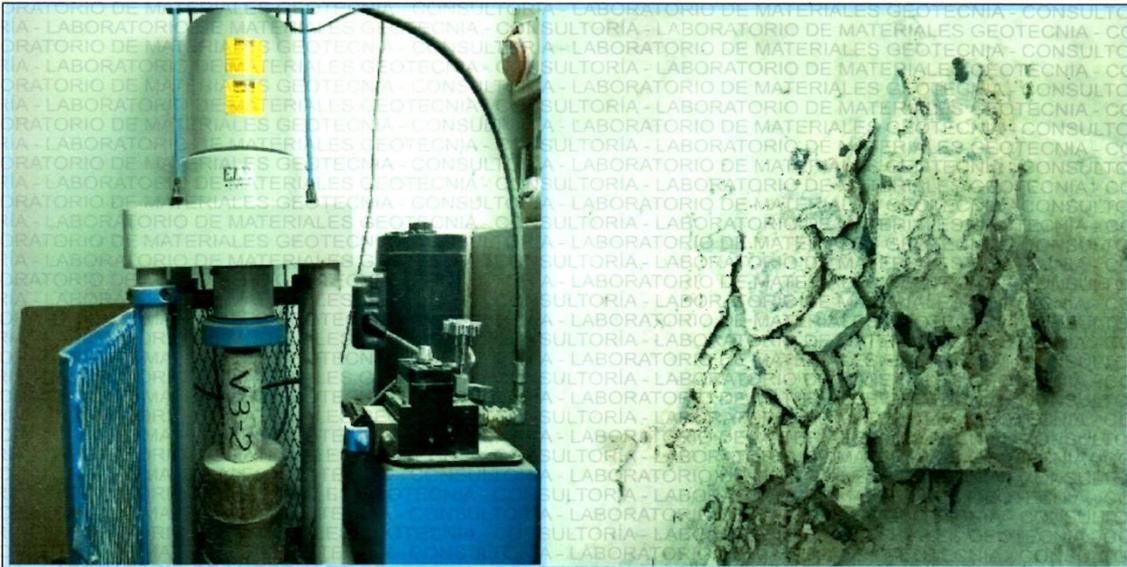
  
 JOSE BAIR  
 CALDERÓN DE LOS SANTOS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. OIP N° 148564

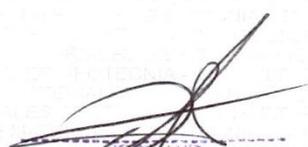
Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

<b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18</b>	<b>CÓDIGO</b> : FCON - 001
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2018

SOLICITANTE	: Freddy Alberto Flores Chocano	REGISTRO	: 054-2018/HOL
PROYECTO	: "Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras Duales que Presentan Deficiencias Estructurales - I.E. Daniel Alcides Carrión García"		
UBICACIÓN	: Santa Anita, Lima	FECHA	: 4/10/2018

<b>TESTIGO DIAMANTINO</b>	
DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACIÓN
<p>En el cuerpo del testigo se observa piedra natural redondeada de moderada resistencia y de gran tamaño, junto a arena limpia de grano grueso a fino, la matriz presenta una coloracion beige clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.</p>	V3-2 / 2do Piso



  
**JOSÉ JAIR CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569  
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

### INFORME TÉCNICO

ATENCIÓN : Freddy Alberto Flores Chocano.  
ASUNTO : Ensayo de Esclerometría en elementos de concreto.  
OBRA : “Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras  
Duales que presentan deficiencias Estructurales – I.E. Daniel  
Alcides Carrión García”.  
UBICACIÓN : LIMA – SANTA ANITA  
DE : Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
FECHA : 7 de Octubre del 2018

#### OBJETIVO:

Realizar el ensayo de Esclerometría (Martillo de Schmidt), de dureza superficial del concreto para medir la uniformidad de su resistencia de las columnas y viga de concreto armado de la edificación. La ubicación de las zonas de ensayo fueron indicados por el solicitante.

El ensayo se realizó el 29 Setiembre, norma de referencia NTP 339.181:2013.

#### RESULTADOS:

En el cuadro se aprecian los resultados del ensayo de Esclerometría;

COLUMNA ( C - 1 ) - 2º PISO		VIGA ( V - 1 ) - 2º PISO		COLUMNA ( C - 2 ) - 1º PISO	
Lectura	Valor del rebote	Lectura	Valor del rebote	Lectura	Valor del rebote
1	28	1	38	1	36
2	26	2	38	2	36
3	32	3	38	3	34
4	26	4	44	4	36
5	32	5	38	5	34
6	34	6	36	6	38
7	30	7	38	7	38
8	32	8	38	8	38
9	28	9	36	9	34
10	28	10	36	10	34
Promedio	30	Promedio	38	Promedio	36
Desv. Estándar	2.8	Desv. Estándar	2.3	Desv. Estándar	1.8
Sentido	Horizontal	Sentido	Horizontal	Sentido	Horizontal

  
Ing. Rolando Antonio V. Martínez

CIP 71019

## INFORME TÉCNICO

ATENCIÓN : Freddy Alberto Flores Chocano.  
ASUNTO : Ensayo de Carbonatación en elementos de concreto.  
OBRA : “Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras  
Duales que presentan deficiencias Estructurales – I.E. Daniel  
Alcides Carrión García”.  
UBICACIÓN : LIMA – SANTA ANITA  
DE : Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
FECHA : 7 de Octubre del 2018

### OBJETIVO:

Realizar el ensayo de Carbonatación de dos muestras de concreto que se extrajeron en la columna y viga de la edificación. La ubicación de la extracción de los testigos diamantinos fue indicado por el solicitante.

### DEL ENSAYO DE CARBONATACIÓN:

Se aplica el indicador llamado Fenolftaleína sobre la superficie del concreto a diferentes profundidades.

El ensayo consiste en aplicar el indicador a la superficie de la muestra de concreto, lo que produce una coloración rosa oscuro indicando que no presenta carbonatación, en caso contrario si las áreas del concreto no cambiarán de color indican que presentan carbonatación.

El ensayo se realizó el 29 Setiembre.

### RESULTADOS:

En el cuadro se aprecian los resultados del ensayo de carbonatación.

N°	IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS	LONGITUD DE LA MUESTRA DE CONCRETO EXTRAÍDA L ( cm)	ZONA CARBONATADA (cm)	ZONA NO CARBONATADA (cm)	OBSERVACIONES:
1	M 1 - C 1 - 1 COLUMNA - PRIMER PISO -	9.0	3.0	6.0	Presenta carbonatación en desde el exterior al interior de la columna en tres cm.
2	M 2 - V 1 - 2 VIGA - SEGUNDO PISO	11.3	4.0	7.3	Presenta carbonatación en desde el exterior al interior de la columna en tres cm.



FOTO N°1: COLUMNA C -1 - 1 – PRIMER PISO



FOTO N°2: VIGA V 1 - 2 – PRIMER PISO – ENSAYO DE CARBONATACIÓN

---

Ing. Rolando Antonio V. Martínez

CIP 71019

## INFORME TECNICO

**De** : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -  
 DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO  
 DESTRUCTIVOS Y AFINES  
**Atención** : FLORES CHOCANO FREDDY  
**Obra** : "PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DUALES  
 QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCEDES  
 CARRIÓN GARCIA"  
**Ubicación de la obra** : LIMA  
**Asunto** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
**Fecha de emisión** : 03/11/2018

---

### 1.0 MATERIALES UTILIZADOS:

#### 1.1. Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

#### 1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

Las características se indican en el ANEXO 1.

#### 1.3. Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera LA MOLINA.

Las características se indican en el ANEXO 2.

#### 1.4. Combinación de Agregados:

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.




---

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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

## 2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I

### 2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
Asentamiento	.....	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.6		
Relación a/c de obra	.....	0.60		
Proporciones de diseño	.....	1	:	2.39 : 2.36
Proporciones de obra	.....	1	:	2.43 : 2.37

### 2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	357	Kg.
Arena	.....	868	Kg.
Piedra	.....	846	Kg.
Agua	.....	213	L.

### 2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	103.46	Kg.
Piedra	.....	100.85	Kg.
Agua	.....	25.38	L.

### 2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	2.47 : 2.60
Agua	.....	25.38		L/bolsa

Técnico : Sr. R.J.V.



Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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

## ANEXO 1

RESULTADOS :

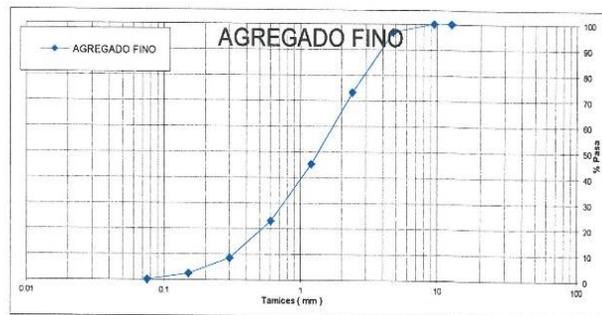
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	3.2	3.2	96.8
N°8	2.38	23.6	26.8	73.2
N°16	1.19	28.0	54.8	45.2
N°30	0.6	22.2	77.0	23.0
N°50	0.3	14.6	91.6	8.4
N°100	0.15	6.0	97.6	2.4
FONDO		2.4	100.0	0.0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.51
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,467
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,565
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad ( % )	2.04
Porcentaje de Absorción ( % )	0.97

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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

**ANEXO 2**

Expediente N° : 18-0001

**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

PIEDRA CHANCADA procedente de cantera LA MOLINA.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63.5	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	1.8	1.8	98.2
3/4"	19.05	22.7	24.6	75.4
1/2"	12.7	43.5	68.1	31.9
3/8"	9.5	20.4	88.4	11.6
1/4"	6.35	0.0	88.4	11.6
N°4	4.75	11.0	99.5	0.5
N°8	2.38	0.0	99.5	0.5
FONDO	0.075	0.5	100.0	0.0

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA****C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.10
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,359
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,534
Peso Específico	2.57
Contenido de Humedad ( % )	0.40
Porcentaje de Absorción ( % )	1.36

**2. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnicos : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio v. Martínez  
CIP 710019

**NOTAS:**

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

## ANEXO 3

RESULTADOS :

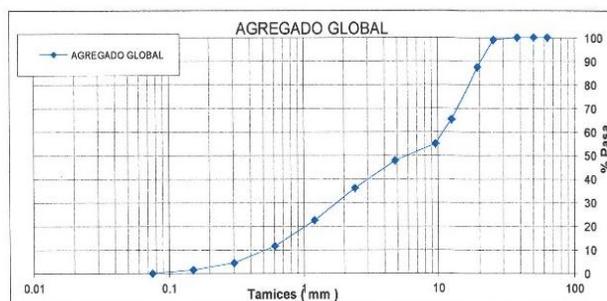
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA, y  
PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera LA MOLINA, .

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0
1"	25	0.9	0.9	99.1
3/4"	19	11.6	12.5	87.5
1/2"	12.5	22.2	34.7	65.3
3/8"	9.5	10.4	45.1	54.9
N°4	4.75	7.2	52.3	47.7
N°8	2.38	11.6	63.9	36.1
N°16	1.19	13.7	77.6	22.4
N°30	0.60	10.9	88.5	11.5
N°50	0.30	7.1	95.6	4.4
N°100	0.15	2.9	98.6	1.4
FONDO		1.4	100.0	0.0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.34
% Agregado grueso	51
% Agregado fino	49

Técnicos : Sr. R.J.V.

  
 Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
 CIP 71019

**NOTAS:**

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

## INFORME TECNICO

**Laboratorio** : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -  
 DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO  
 DESTRUCTIVOS Y AFINES  
**Atención** : FLORES CHOCANO FREDDY  
**Obra** : "PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DUALES  
 QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCIDES  
 CARRIÓN GARCIA"  
**Ubicación de la obra** : LIMA  
**Asunto** : Características del mortero de Albañilería, proporción 1 : 4  
**Fecha de emisión** : 16/11/2018

---

### 1.0 MATERIALES UTILIZADOS:

#### 1.1. Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

#### 1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

Las características se indican en el ANEXO 1.

#### 1.2. Agua potable: Red pública del laboratorio.

### 2.0 CÁLCULO DEL AGUA DE DISEÑO DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA:

Cemento: 500 gr	Ensayo de Fluidez:	$F = \frac{(D_p - D_i) * 100\%}{D_p}$
Arena : 2000 gr	D <sub>i</sub> = 10.16 cm	D <sub>p</sub>
Agua : 432 ml	D <sub>1</sub> = 21.2 cm    D <sub>2</sub> = 21.6 cm	D <sub>p</sub> = 21.2 cm
	D <sub>3</sub> = 21.0 cm    D <sub>4</sub> = 20.8 cm	Fluidez (F) = 108.7 %

Fluidez permisible (F) = 110 ± 5 %




---

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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

## INFORME TECNICO

De : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -  
DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO  
DESTRUCTIVOS Y AFINES

Atención : FLORES CHOCANO FREDDY

Obra : "PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DUALES  
QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES - I.E. DANIEL ALCEDES  
CARRIÓN GARCIA"

Ubicación de la obra : LIMA

Asunto : Diseño de mezcla  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Fecha de emisión : 16/11/2018

---

### 1.0 MATERIALES UTILIZADOS:

#### 1.1. Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

#### 1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

Las características se indican en el ANEXO 1.

#### 1.3. Agua:

Agua potable de la red pública.



---

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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

**RESULTADOS****2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR (  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I****2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.54
Relación a/c de obra	.....	0.51
Proporciones de diseño	.....	1 : 4.38
Proporciones de obra	.....	1 : 4.47

**2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	389 Kg.
Arena	.....	1740 Kg.
Agua	.....	199 L.

**2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	190.15 Kg.
Agua	.....	21.79 L.

**2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1 : 4.04
Agua	.....	21.79 L/bolsa

**3.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e

Técnico : Sr. R.J.V.




---

 Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
 CIP 71019
**NOTAS:**

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

## ANEXO 1

### RESULTADOS :

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera LA MOLINA.

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	1.5	1.5	98.5
N°8	2.38	14.1	15.6	84.4
N°16	1.19	26.5	42.1	57.9
N°30	0.6	23.3	65.4	34.6
N°50	0.3	17.6	82.9	17.1
N°100	0.15	9.6	92.5	7.5
FONDO		7.5	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.00
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,647
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,797
Peso Específico	2.64
Contenido de Humedad ( % )	2.04
Porcentaje de Absorción ( % )	1.42

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMA DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
**Expediente N°** : 18-4177  
**Recibo N°** : 63121  
**Fecha de emisión** : 21/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 1 probeta cilíndrica de concreto.  
**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial PROETI.  
 Certificado de Calibración LFP - 273-2018  
**3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-12.

**4. RESULTADOS**

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE FRACTURA
1	PROBETA	01/11/2018	21/11/2018	176.7	63,960	362	Tipo 3

- 5. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. D. A. V.

**NOTAS:**

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



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

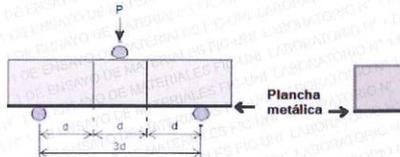


**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central  
**Expediente N°** : 18-4083  
**Recibo N°** : 63022  
**Fecha de emisión** : 28/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Vigas de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018. Dos de las vigas lleva adherida con pegamento una plancha metálica en toda su base con dimensiones de 15 x 53 cm de lado y 3mm de espesor.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL  
 Certificado de Calibración LFP-399-2018
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.
- 4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
M1-PATRON	19/11/2018	450	530	153	152	Tercio central	1680	32.0
M-1 CON PLANCHA METALICA EN LOS 2 APOYOS	26/11/2018	450	530	152	153	Tercio central (se separa la plancha del concreto)	7340	139.0
M-2 CON PLANCHA METALICA EN LOS 2 APOYOS	23/11/2018	450	530	152	153	Tercio central (se separa la plancha del concreto)	7080	134.5

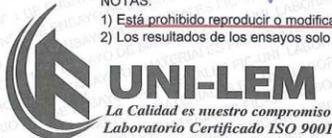


**5. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. V. G. R.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



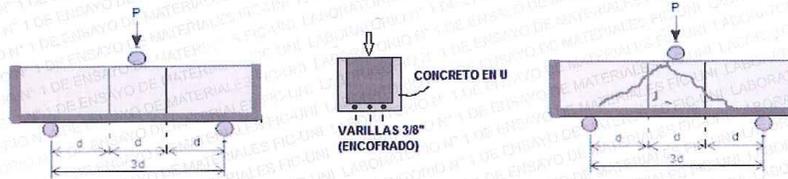
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central  
**Expediente N°** : 18-4083  
**Recibo N°** : 63022  
**Fecha de emisión** : 19/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Viga de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018, reforzadas con concreto en forma de U con un encofrado en la base.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL  
 Certificado de Calibración LFP-399-2018
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.
- 4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA MÁXIMA (Kg)
			LARGO	ANCHO	ALTURA		
M1-ENCHAPADA EN CONCRETO DE 5 cm DE ESPESOR	26/11/2018	450	630	255	205	Tercio central con fisuras a los apoyos	10000
M2-ENCHAPADA EN CONCRETO DE 5 cm DE ESPESOR	26/11/2018	450	630	254	205	Tercio central con fisuras a los apoyos	8200



- 5. OBSERVACIONES:**
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
  - 2) Informe 02 de 04

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. A.A.G.



*[Signature]*  
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

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



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central  
**Expediente N°** : 18-4081  
**Recibo N°** : 63020  
**Fecha de emisión** : 22/11/2018

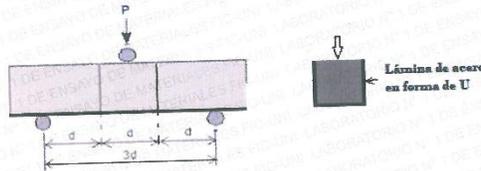
**1. DE LA MUESTRA** : Viga de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018.

**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL  
 Certificado de Calibración LFP-399-2018

**3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.

**4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA APLICADA (Kg)
			LARGO	ANCHO	ALTURA		
M3-ENCAPSULADA EN UNA LÁMINA DE ACERO EN U	21/11/2018	450	535	156	155	No se visualiza fractura	10300



**5. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.  
 2) Informe 03 de 04

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. A.A.G.



*[Signature]*  
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central  
**Expediente N°** : 18-4081  
**Recibo N°** : 63020  
**Fecha de emisión** : 22/11/2018

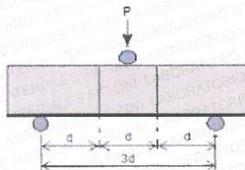
**1. DE LA MUESTRA** : Vigas de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018.

**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL  
 Certificado de Calibración LFP-399-2018

**3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.

**4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
M1-PATRON	21/11/2018	450	530	155	155	Tercio central	1460	27
M2-PATRON	21/11/2018	450	530	153	153	Tercio central	1580	30



**5. OBSERVACIONES:**  
 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.  
 2) Informe 01 de 04

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

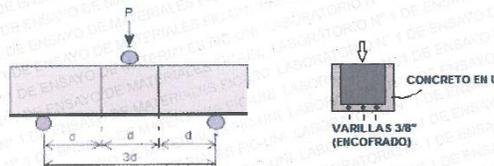


**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central  
**Expediente N°** : 18-4081  
**Recibo N°** : 63020  
**Fecha de emisión** : 22/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Viga de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018, reforzadas con concreto en forma de U con un encofrado en la base.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL  
Certificado de Calibración LFP-399-2018
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.
- 4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA MÁXIMA (Kg)
			LARGO	ANCHO	ALTURA		
M4-ENCHAPADA EN CONCRETO DE 3cm DE ESPESOR	21/11/2018	450.0	630.0	20.3	19.2	Tercio central	2800



- 5. OBSERVACIONES:**
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
  - 2) Informe 02 de 04

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
Técnico : Sr. A.A.G.

**Ms. Ing. Ana Torre Carrillo**  
Jefe (e) del laboratorio

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



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY FLORES CHOCANO  
**Obra** : PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS  
 CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS  
 ESTRUCTURALES  
**Asunto** : Ensayo de Prueba de Carga  
**Expediente N°** : 18-4081  
**Recibo N°** : 63020  
**Fecha de emisión** : 22/11/2018

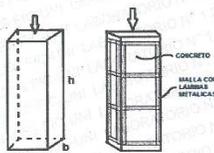
**1. DE LA MUESTRA** : Vigas de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018.

**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-053-2018

Fecha de ensayo : 22/11/2018

**3. RESULTADOS**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			CARGA MÁXIMA DE ROTURA (Kg)
	a	b	h	
M-5 ENCAPSULADO CON MALLA METALICA	155	155	532	50000
M-6 PATRON	152	155	532	30000



**4. OBSERVACIONES:**

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) informe 04 de 04

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. A.A.G.

*Jfb*



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe del laboratorio

**NOTAS:**

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



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
: FREDY FLORES CHOCANO  
: PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES

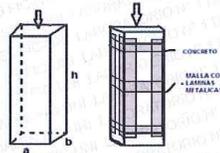
**Asunto** : Ensayo de Prueba de Carga  
**Expediente N°** : 18-4083  
**Recibo N°** : 63022  
**Fecha de emisión** : 28/11/2018

**1. DE LA MUESTRA** : Vigas de concreto con fecha de obtención del 07/11/2018.

**2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración CMC-053-2018

### 3. RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			CARGA MÁXIMA DE ROTURA (Kg)	FECHA DE ENSAYO
	a	b	h		
M-1 PATRON	153	152	530	34000	23/11/2018
M-2 PATRON	153	152	532	38000	26/11/2018
M-3 REFUERZO METÁLICO	153	153	531	52000	23/11/2018
M-4 REFUERZO METÁLICO	153	153	530	45000	26/11/2018



**4. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
Técnico : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe del laboratorio

### NOTAS:

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



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FLORES CHOCANO FREDY  
**Obra** : "PROCESO DE REPARACION Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON SISTEMAS DUALES QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES"  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-4081  
**Recibo N°** : 63020  
**Fecha de emisión** : 27/11/2018

**1.0. DE LAS UNIDADES** : Los muretes fueron elaborados con ladrillos de arcilla cocida, king kong de 18 huecos, marca FORTE.

**2.0. DE LOS MURETES** : Los muretes fueron elaborados de la siguiente manera;

M-1: Con mortero convencional elaborado con cemento Sol Tipo I, arena gruesa, con una dosificación en volumen; cemento,arena (1 : 4). Espesor del mortero 1.5 cm.

M-2: Con mortero convencional elaborado con cemento Sol Tipo I, arena gruesa, con una dosificación en volumen; cemento,arena (1 : 4). Espesor del mortero 1.5 cm. Se fijo al murete una malla metálica y luego se coloco un tarrajeo convencional cubriendo la malla.

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.4 °C H.R. = 72.2%

**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2004 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**6.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	14/11/2018	26/11/2018	12	61.0	61.0	12.5	762.5	6500	6.0
M - 2	14/11/2018	26/11/2018	12	60.5	60.7	12.3	745.4	8600	8.2

Resistencia a la compresión del mortero de albañilería, 182 kg/cm<sup>2</sup>

**7.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

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



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## **GEOMALLA TRIAXIAL TX-160**

### **Para mejoramiento de suelos blandos**

Las geomallas TX-160 son elementos elaborados a partir de láminas de resinas selectas de polipropileno, perforadas y estiradas uniformemente en tres direcciones formando costillas con un alto grado de orientación molecular y uniones integrales de alta rigidez.

La geomalla presenta una apertura triangular, un peso y características moleculares que imparten alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra los esfuerzos mecánicos desarrollados durante la instalación, alta resistencia a la deformación provocada por fuerzas aplicadas durante su uso y alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra las sollicitaciones ambientales de largo plazo.

Las geomallas son química y biológicamente inertes y resistentes a procesos degenerativos de los suelos; son resistentes al desgaste, rasgaduras y punzonamiento, y soportan cargas dinámicas aplicadas por el tráfico de construcción en cualquier dirección dentro de su plano.

La geomalla TX-160 genera una transmisión radial (360°) de esfuerzos al suelo de fundación, mediante trabazón mecánica con suelo compactado o materiales de relleno.

La geomalla posee suficiente rigidez a la flexión para lograr una instalación eficiente sobre suelos pobres o húmedos; y suficiente rigidez torsional, con un mínimo de 6 costillas por unión, para resistir movimientos de rotación en el plano provocados por los suelos compactados o los materiales de relleno, cuando están sujetos a fuerzas de desplazamiento lateral tales como las causadas por un vehículo en movimiento.

La geomalla posee completa continuidad de todas las propiedades a través de su estructura y es apropiada para el refuerzo interno del suelo compactado o materiales de relleno a fin de mejorar su capacidad de soporte en aplicaciones estructurales.

La geomalla estructural TX-160 presenta las características indicadas en la tabla siguiente:

Propiedades	Longitudinal	Diagonal	Transversal	General
Distancia entre costillas paralelas, mm (pulg) <sup>(2)</sup>	40 (1.60)	40 (1.60)	-	
Peralte de la costilla, mm (pulg) <sup>(2)</sup>	-	1.6 (0.06)	1.4 (0.06)	
Ancho de la costilla, mm (pulg) <sup>(2)</sup>	-	1.0 (0.04)	1.2 (0.05)	
Forma de la costilla				rectangular
Forma de la apertura				triangular
<b>Integridad Estructural</b>				
Eficiencia en las juntas <sup>(3)</sup> %				93
Rigidez radial a bajas deformaciones, <sup>(4)</sup> kN/m @ 0.5% strain				300
Rigidez radial a bajas deformaciones, <sup>(4)</sup> (lb/pie @ 0.5% strain)				20,580
<b>Durabilidad</b>				
Resistencia a la degradación química <sup>(5)</sup>				100%
Resistencia a la degradación por luz ultravioleta y condiciones ambientales <sup>(6)</sup>				70%

**Notas:**

1. Los valores indicados son los valores mínimos promedio de rollo determinados por el método de ASTM D475902 salvo que se especifique lo contrario. Los valores mínimos promedios de rollo (MARV) son valores estadísticos iguales a los valores promedio menos dos veces la desviación estándar.
2. Dimensiones nominales.
3. La capacidad de transferencia de carga se mide vía ASTM D6637-10 y ASTM D7737-11 y es expresada como un porcentaje de la resistencia a la tensión última.
4. El esfuerzo radial se determina a partir de los esfuerzos de tensión medidos en cualquier eje del plano para pruebas en concordancia con la ASTM D 6637-10.
5. La resistencia a la pérdida de capacidad de carga cuando la geomalla es sometida a ambientes agresivos químicamente se obtiene mediante el ensayo de inmersión de acuerdo con la EPA 9090.
6. La resistencia a la pérdida de capacidad de carga cuando la geomalla es sometida a 500 horas de luz ultravioleta y ambientes agresivos, se obtiene de acuerdo a las pruebas ASTM D 4355-05.
7. Para mayor información sobre los procesos de ensayos y normas mencionadas puede visitar los siguientes websites: [www.astm.org](http://www.astm.org); [www.drexel.edu/erj](http://www.drexel.edu/erj) o [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Dirección: Av. Constructores Nro. 1352 OF. 301 Urb Covima - La Molina  
 Tec.Ezequiel Quispe Mayhua Web: [www.fortexsperu.com](http://www.fortexsperu.com) Celular: 998680039



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	<b>99772</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
Dirección	<b>Av. Tupac Amaru 210 - Rímac</b>	
Instrumento de Medición	<b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL</b>	
Intervalo de Indicaciones	<b>0 kgf a 101 972 kgf ( 0 kN a 1 000 kN) (*)</b>	
Resolución	<b>1 kgf</b>	
Marca	<b>ZWICK ROELL</b>	
Modelo	<b>SP 1000</b>	
Número de Serie	<b>57940</b>	
Procedencia	<b>ALEMANIA</b>	
Clase de Exactitud	<b>NO INDICA</b>	
Fecha de Calibración	<b>2018-09-14</b>	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
2018-09-19	 <b>ALDO QUIROGA ROJAS</b> Dirección de Metrología	 <b>LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA</b> Dirección de Metrología



Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

### Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM  
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

(\*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

**Dirección de Carga : Tracción**

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
			1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso	3ª Serie Descenso	4ª Serie - Accesorios Ascenso		
(%)	(kgf)	(kN)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	
15	15 000	147,100	14 591	14 557	14 590	-----	-----	14 579	421
20	20 000	196,133	19 586	19 553	19 556	-----	-----	19 558	442
25	25 000	245,166	24 551	24 534	24 551	-----	-----	24 545	455
30	30 000	294,200	29 552	29 456	29 486	-----	-----	29 498	502
33	32 500	318,716	32 011	31 983	31 987	-----	-----	31 994	506
35	35 000	343,233	34 471	34 510	34 488	-----	-----	34 490	510
38	37 500	367,749	36 998	37 002	36 991	-----	-----	36 997	503
40	40 000	392,266	39 525	39 493	39 493	-----	-----	39 504	496
45	45 000	441,299	44 309	44 479	44 441	-----	-----	44 410	590
50	50 000	490,333	49 295	49 363	49 338	-----	-----	49 332	668

### Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Incidumbre del error de exactitud U (%) k=2	
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios		
(%)	(kgf)	(kN)	a	b	v	a			
15	15 000	147,100	2,89	0,23	-----	0,01	-----	0,16	
20	20 000	196,133	2,26	0,07	-----	0,01	-----	0,07	
25	25 000	245,166	1,85	0,07	-----	0,00	-----	0,07	
30	30 000	294,200	1,70	0,33	-----	0,00	-----	0,19	
33	32 500	318,716	1,58	0,09	-----	0,00	-----	0,07	
35	35 000	343,233	1,48	0,11	-----	0,00	-----	0,07	
38	37 500	367,749	1,36	0,03	-----	0,00	-----	0,07	
40	40 000	392,266	1,26	0,08	-----	0,00	-----	0,07	
45	45 000	441,299	1,33	0,38	-----	0,00	-----	0,23	
50	50 000	490,333	1,35	0,14	-----	0,00	-----	0,09	
Error relativo de cero $f_0$			0,00						

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Cero $f_0$
	a	b	v	a	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kgf = kilogramo fuerza

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

**Metrología**

**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## **Certificado de Calibración** **LFP – 399 – 2018**

Página 4 de 4

### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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.

### **Recalibración**

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 reglamentaciones vigentes.

### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-053-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I.

Procedencia : JAPAN.

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,9°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 22,3°C / 69%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2018-05-18

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Setlo	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-05-19	 Vladimir Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg del CIP N° 84286



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión **Escala : 20000 kg**

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2026	2042	2034	2034	-1,7	0,2
20	4000	4037	4044	3973	4018	-0,4	0,1
30	6000	5959	5955	6024	5979	0,3	0,1
40	8000	8015	7986	7940	7980	0,2	0,1
50	10000	9927	10033	9972	9977	0,2	0,1
60	12000	11922	11971	11998	11964	0,3	0,1
70	14000	14006	13983	13944	13978	0,2	0,1
80	16000	15893	15870	15930	15898	0,6	0,1



Dirección de carga : Compresión **Escala : 50000 kg**

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5177	5137	5096	5137	-2,7	0,2
20	10000	10129	10167	10117	10138	-1,4	0,2
30	15000	15162	15132	15121	15138	-0,9	0,1
40	20000	20213	20182	20169	20188	-0,9	0,1
50	25000	25197	25162	25141	25167	-0,7	0,1
60	30000	30251	30276	30189	30239	-0,8	0,1
70	35000	35348	35370	35265	35328	-0,9	0,1
80	40000	40349	40282	40296	40309	-0,8	0,1
90	45000	45345	45275	45239	45286	-0,6	0,1





**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	993	1038	1009	1013	-1,3	0,2
20	2000	2020	1998	1961	1993	0,4	0,1
30	3000	2984	3029	3005	3006	-0,2	0,1
40	4000	3981	3992	3966	3980	0,5	0,1
50	5000	4978	4951	4962	4964	0,7	0,1
60	6000	5970	5988	5926	5961	0,6	0,1
70	7000	6946	6947	6957	6950	0,7	0,1
80	8000	7987	7965	7944	7965	0,4	0,1



Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	457	480	480	472	5,9	0,2
20	1000	1007	1011	945	988	1,2	0,2
30	1500	1460	1464	1503	1476	1,6	0,2
40	2000	1963	1982	1973	1973	1,4	0,2
50	2500	2494	2487	2462	2481	0,8	0,1
60	3000	2967	2974	2990	2977	0,8	0,1
70	3500	3486	3469	3454	3470	0,9	0,1
80	4000	3937	3974	3980	3964	0,9	0,1



CMC-353-2018

Página 3 de 4

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10459	10478	10472	10470	-4,5	0,4
20	20000	20263	20255	20163	20227	-1,1	0,2
30	30000	30201	30062	30179	30147	-0,5	0,1
40	40000	39992	39965	40022	39993	0,0	0,1
50	50000	49852	49916	49859	49876	0,2	0,1
60	60000	59955	59719	59739	59804	0,3	0,1
70	70000	69790	69776	69675	69747	0,4	0,1
80	80000	79516	79626	79507	79550	0,6	0,1
90	90000	89356	89486	89256	89366	0,7	0,1

**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 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado





Certificate PE13/175222  
The management system of

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO N°1

DE ENSAYO DE MATERIALES  
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Av. Túpac Amaru 210 - Rimac  
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of

## ISO 9001:2015

For the following activities

**"Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Albañilería, Madera, Acero y Cemento, desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras proporcionadas por los clientes externos"**

**"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers"**

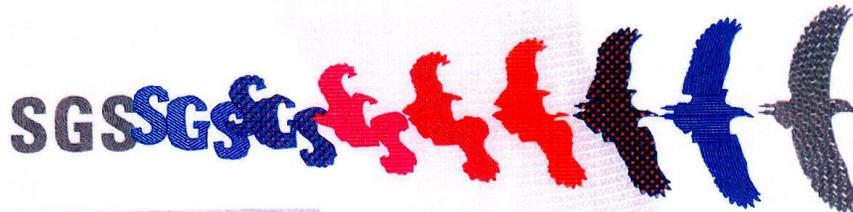
This certificate is valid from June 08, 2018 until July 23, 2019  
Following a certification audit on April 12, 2018  
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.  
Re certification audit due before April 23, 2019  
Issue 3. Certified since July 25, 2013

Authorised by

SGS United Kingdom Ltd  
Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire, CH65 3EN, UK  
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 [www.sgs.com](http://www.sgs.com)

HC SGS 9001 2015 0118

Page 1 of 1



This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at [www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Client-Directories/Certified-Client-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*FLORES CHOCAR, FREDDY ALBERTO*

INFORME TITULADO:

*Proceso de Reparación y Reforzamiento de Estructuras  
Construidas con Sistemas DUALES que Presentan Deficiencia  
Estructurales*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*04/12/2012*

NOTA O MENCIÓN :

*16 (Diez y Seis)*



*[Handwritten Signature]*

Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : **POB-PP-PR-02.02**  
Versión : **06**  
Fecha : **23-03-2018**  
Página : **1 de 1**

Yo Freddy Alberto Flores Chocano identificado  
con DNI N° 74591674,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo  No autorizo  la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

FIRMA

DNI: 73591674

FECHA: 14 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Viceministerio de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Yo, Carlos Villegas Martínez,

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

"Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales".

del (de la) estudiante Freddy Alberto Flores Chocano.

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos 14 de diciembre del 2018



Firma

Carlos Villegas Martínez

DNI: 08564695

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Feedback Studio - Google Chrome  
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=6&lang=es&ro=1044178536&u=1075117921&student\_user=1

feedback studio    Freddy Flores Chocano    DESARROLLO DE TESIS



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Proceso de reparación y reforzamiento de estructuras construidas con sistemas duales que presentan deficiencias estructurales"

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



**AUTOR**  
 Freddy Alberto Flores Chocano

**ASESOR:**  
 Mgr. Carlos Villegas Martínez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
 Diseño Sismático y Estructural

**Resumen de coincidencias** ✕

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universidad...	Trabajo del estudiante	3 %	<span>&gt;</span>
2	repositorioacademico...	Fuente de Internet	2 %	<span>&gt;</span>
3	es.aliceahare.net	Fuente de Internet	1 %	<span>&gt;</span>
4	Entregado a Universidad...	Trabajo del estudiante	1 %	<span>&gt;</span>
5	docplayer.es	Fuente de Internet	1 %	<span>&gt;</span>
6	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	1 %	<span>&gt;</span>

Página: 1 de 02    Número de palabras: 15108    High Resolution    Text-only Report    Activado    04:08 p.m. 18/11/2018