



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Comportamiento Estructural de Elementos del Concreto Armado con  
Refuerzos Estructurales en Zonas Afectados por Corrosión, Colegio Alfred  
Nobel, Ate 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Colonia Chacpi, Juan Nelson (Orcid.org/0000-0003-3058-8805)

Salvatierra Pablo, Maximo (Orcid.org/0000-0002-1183-6431)

**ASESOR:**

Dr. Garcia Alvarado, Maria Ysabel (Orcid./0000-0001-8529-878x)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA-PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es el constante esfuerzo y esta dedicado a todas las personas que han estado apoyando constantemente a lo largo la carrera univeritaria.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la fortaleza para seguir adelante con mucho optimismo y vencer todos los obstáculos que se cruzan en mi camino.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional para cumplir una meta trazada dentro de mis objetivos. De lo contrario, no hubiera llegado al lugar donde ahora estoy. Además, a mi alma mater “UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO” que me formo como un profesional competitivo y emprendedor en toda la circunstancia. A todos los involucrados, por su apoyo Incondicional. A todas las personas que de forma directa e indirecta colaboraron con este proyecto y permitieron que resulte favorable.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	35
3.2. Variables y Operacionalización.....	36
3.3. Población, muestra y muestreo.....	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez .....	42
3.5. Procedimientos .....	44
3.6. Métodos de análisis de datos.....	45
3.7. Aspectos éticos.....	45
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	48
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>110</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Deflexiones máximas permitidas por el código ACI</i> .....	23
<i>Tabla 2: Matriz de operación de variables.</i> .....	40
<i>Tabla 3: Datos de la calicata.</i> .....	61
<i>Tabla 4: Ensayo estándar de suelos</i> .....	61
<i>Tabla 5: Límite líquido - Límite plástico.</i> .....	63
<i>Tabla 6: Resultados de la muestra extraída.</i> .....	64
<i>Tabla 7: Análisis granulométrico.</i> .....	65
<i>Tabla 8: Datos del agregado.</i> .....	66
<i>Tabla 9: Contenido de humedad</i> .....	67
<i>Tabla 10: Clasificación de suelos.</i> .....	68
<i>Tabla 11: Densidad de campo.</i> .....	68
<i>Tabla 12: Factor de zona.</i> .....	70
<i>Tabla 13: Parámetros sísmicos</i> .....	70
<i>Tabla 14: Resultados de ensayos químicos.</i> .....	70
<i>Tabla 15: Densidad y grados de compactación del suelo.</i> .....	72
<i>Tabla 16: Resultados de la muestra.</i> .....	73
<i>Tabla 17: Factores de diseño.</i> .....	76
<i>Tabla 18: Relación entre el tipo de material y relación de Poisson.</i> .....	77
<i>Tabla 19: Relación entre tipo de material y módulo de elasticidad</i> .....	77
<i>Tabla 20: Asentamiento para el suelo.</i> .....	78
<i>Tabla 21: Relación de los testigos.</i> .....	82
<i>Tabla 22: Resultados de las muestras.</i> .....	87
<i>Tabla 23: Parámetros sísmicos</i> .....	96
<i>Tabla 24: Sistemas estructurales</i> .....	97
<i>Tabla 25: Parámetros de reducción (R) para el pabellón A.</i> .....	99
<i>Tabla 26: Parámetros de la cortante Basal del Pabellón A.</i> .....	100
<i>Tabla 27: Derivas de entrepiso debido al sismo XX.</i> .....	101
<i>Tabla 28: Análisis estático en X.</i> .....	102
<i>Tabla 29: Derivas de entrepiso debido a X.</i> .....	105
<i>Tabla 30: Derivas de entrepiso en Y.</i> .....	106
<i>Tabla 31: Factores de Corrección <math>f_{xx}</math> del Pabellón A.</i> .....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Carbonatación del hormigón, origen de la oxidación de la armadura. Fuente: elaboracion propia.</i>	4
<i>Figura 2: Identificación del acero oxidado. Fuente: internet</i>	4
<i>Figura 3: Encamizado de viga. Fuente: <a href="https://epachon.wordpress.com/2014/01/16/e-4-refuerzo">https://epachon.wordpress.com/2014/01/16/e-4-refuerzo</a></i>	16
<i>Figura 4: Reforzamiento de una viga de concreto armado. Fuente: Diseño-en-Concreto-Armado-Morales</i>	16
<i>Figura 5: Encamizado de columna. Fuente 1: Internet</i>	17
<i>Figura 6: Curva Esfuerzo-Deformación. Fuente: Diseño-en-Concreto-Armado-Morales</i>	25
<i>Figura 7: Procedimiento verificación de derives (NSR-10). Fuente 2: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia - Faedis Programa de Ingeniería Civil Bogotá d.c</i>	27
<i>Figura 8: Distorsión admisible de entrepiso. Fuente: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia – Faedis programa de Ingeniería civil Bogotá d.c 2015</i>	30
<i>Figura 9: Distorsión admisible de entrepiso. Fuente: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia – Faedis programa de Ingeniería civil Bogotá d.c 2015</i>	31
<i>Figura 10: Desplazamiento Relativo y distorsiones en dirección X. Fuente Universidad Militar Nueva Granada</i>	32
<i>Figura 11: Grado - Deniminación. Fuente: Internet</i>	43
<i>Figura 12: Coeficiente de Validez por juicio. Fuente: internet</i>	43
<i>Figura 13: Zona de estudio. Fuente: Elaboración propia</i>	48
<i>Figura 14: Pabellón A frontal. Fuente: elaboracion propia</i>	50
<i>Figura 15: Columna fisurada en el pabellón A: Fuente: Elaboracion propia</i>	51
<i>Figura 16: Presencia de oxido en lacolumna. Fuente: Elaboracion propia</i>	52
<i>Figura 17: Falla por tension diagonal-Esfuerzo tangencial en el pabellón A. Fuente: Elaboración propia</i>	53
<i>Figura 18: Grietas en la estructura del hormigón. Fuente: Elaboración propia</i>	54
<i>Figura 19: Columnas desfazadas en los niveles 2 y 3. Fuente: Elaboración propia</i>	55
<i>Figura 20: Procedimientos de construcción inadecuados. Fuente: Elaboración Propia</i>	55
<i>Figura 21: Fisura en losa de estructura nivel 3. Fuente: Elaboración propia</i>	56
<i>Figura 22: Procedimientos constructivo inadecuados. Fuente: Elaboración propia</i>	56
<i>Figura 25: Vista panoramica. Fuente: Elaboración propia</i>	58
<i>Figura 25: Diagrama de fluidez. Fuente: Elaboracion propia</i>	64
<i>Figura 26: Porcentaje que pasapor malla. Fuente. Elaboracion propia</i>	66
<i>Figura 27: Mapa con zonas sismicas. Fuente RNE</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Figura 28: Instrumento para el corte directo. Fuente internet</i>	73
<i>Figura 29: Esfuerzo-Deformación. Fuente: elaboracion propia</i>	74
<i>Figura 30: Esfuerzo corte-Esfuerzo nominal. Fuente. Elaboracion propia</i>	74
<i>Figura 31: Instrumento para extraer muestra de concreto. Fuente.Internet</i>	78
<i>Figura 32: Instrumento escaner para detectar acero de refuerzo. Fuente: Elaboración propia</i>	79
<i>Figura 33: Datos para la muestra de diamantina: Fuente. Elaboración propia</i>	80

<i>Figura 34: Proceso de extracción de muestra. Fuente: Elaboración propia</i>	80
<i>Figura 35: Muestra de concreto. Fuente: Elaboración propia</i>	81
<i>Figura 36: Perfilado de las muestras antes de la rotura: Fuente. Internet</i>	81
<i>Figura 37: Alineamiento de la probeta con sulfato. Fuente: Elaboracion proia</i>	83
<i>Figura 38: Recopilacion de datos de la muestra. Fuente: Elaboracion propia</i>	83
<i>Figura 39: Medida de probeta - Diametro. Fuente: Elaboración propia</i>	84
<i>Figura 40: Proceso de rotura de la muestra para hallar la resistencia. Fuente:Elaboracion propia</i>	84
<i>Figura 41: Resultados de la resistencia de concreto. Fuente: Elaboracion propia</i>	88
<i>Figura 42: Comparacion de resultados de probetas. Fuente: Elaboracion propia</i>	88
<i>Figura 43: Datos de los materiales. Fuente: Elaboracion propia</i>	89
<i>Figura 44: Dimensiones de la columna. Fuente: Elaboracion propia</i>	90
<i>Figura 45: Datos de las vigas. Fuente: Elaboracion propia</i>	91
<i>Figura 46: Datos de la losa aligerada X. Fuente: Elaboracion propia</i>	92
<i>Figura 47: Datos de lasa Y. Fuente: Elaboracion propia</i>	93
<i>Figura 48: Datos de los pesos. Fuenete: Elaboracion pripia</i>	94
<i>Figura 49: Vista de los tres niveles en 3D. Fuente: Elaboracion propia</i>	95
<i>Figura 50: Zona sismica. Fuente: Elaboracion propia</i>	95
<i>Figura 51: Planta tipica de la edificacion: Elaboracion propia</i>	98
<i>Figura 52: Pabellon A: Fuente: Elaboracion propia</i>	99
<i>Figura 53: Vista en 3D delpabellon A. Fuente: Elaboracion propia</i>	99
<i>Figura 54: Peso por pisodel pabellon A. Fuente: elaboracion propia</i>	100
<i>Figura 55: Cortante basal del pabellon A. Fuente: Elaboracion propia</i>	100
<i>Figura 56: Sismo en X. Fuente: elaboracion propia</i>	101
<i>Figura 57: Derivas en Y. Fuente: Elaboracion propia</i>	102
<i>Figura 58: Desplazamientos por niveles. Fuente: Elaboracion propia</i>	103
<i>Figura 59: Esfuerzo-Deformacion. Fuente. Resistencia de materialesPytel-Singer</i>	104
<i>Figura 60: Deriva s de entrepiso SDINXX. Fuente. Elaboracion propia</i>	105
<i>Figura 61: Desplazamiento de los tres niveles. Fuente: Elaboracion propia</i>	106
<i>Figura 62: Derivas elasticas en mm. Fuente: Elaboracion propia</i>	107
<i>Figura 63: Derivas inelasticas. Fuente: Elaboracion propia</i>	107
<i>Figura 64: Espectro resouesta del pabellon A. Fuente: Elaboracion propia</i>	108
<i>Figura 65: Cortante basal dinámico pabellon A. Fuente: Elaboracion propia</i>	108

## RESUMEN

En el presente estudio “comportamiento estructural de elementos del concreto armado con refuerzos estructurales en zonas afectadas por corrosión, colegio Alfred Nobel Institute, Ate, 2022”, que tiene como objetivo evaluar el refuerzo estructural y el comportamiento estructural, utilizando un diseño no experimental, se obtuvieron los siguientes resultados. obtenido: la resistencia de las muestras tomadas de los elementos estructurales no superó los 210 kg/cm<sup>2</sup> y no presentó defectos de deriva en los pisos sándwich, inferior a 0,007 según E30. Conclusión: El comportamiento estructural de los elementos de hormigón armado encamisados se ve significativamente afectado, mejorando así la estabilidad del hormigón. Al mismo tiempo, el uso de refuerzo de FRP aumenta la resistencia de la estructura. Como resultado del análisis, el estándar E30 está por debajo del límite de deriva de 0,007 y la carcasa de acero. También existe una correlación positiva entre los cambios en el desempeño estructural causados por la corrosión, y la fuerza cortante base dinámica y la fuerza cortante base estática se establecen para cumplir con la relación  $[(VDIN)]_{ii} \geq 90\% V_{ii}$ , si este no es el caso, usando la corrección de cada factor de dirección para corregir.

**Palabra clave: Esfuerzos, Corrosión, Derivas y Distorsiones**

## ABSTRACT

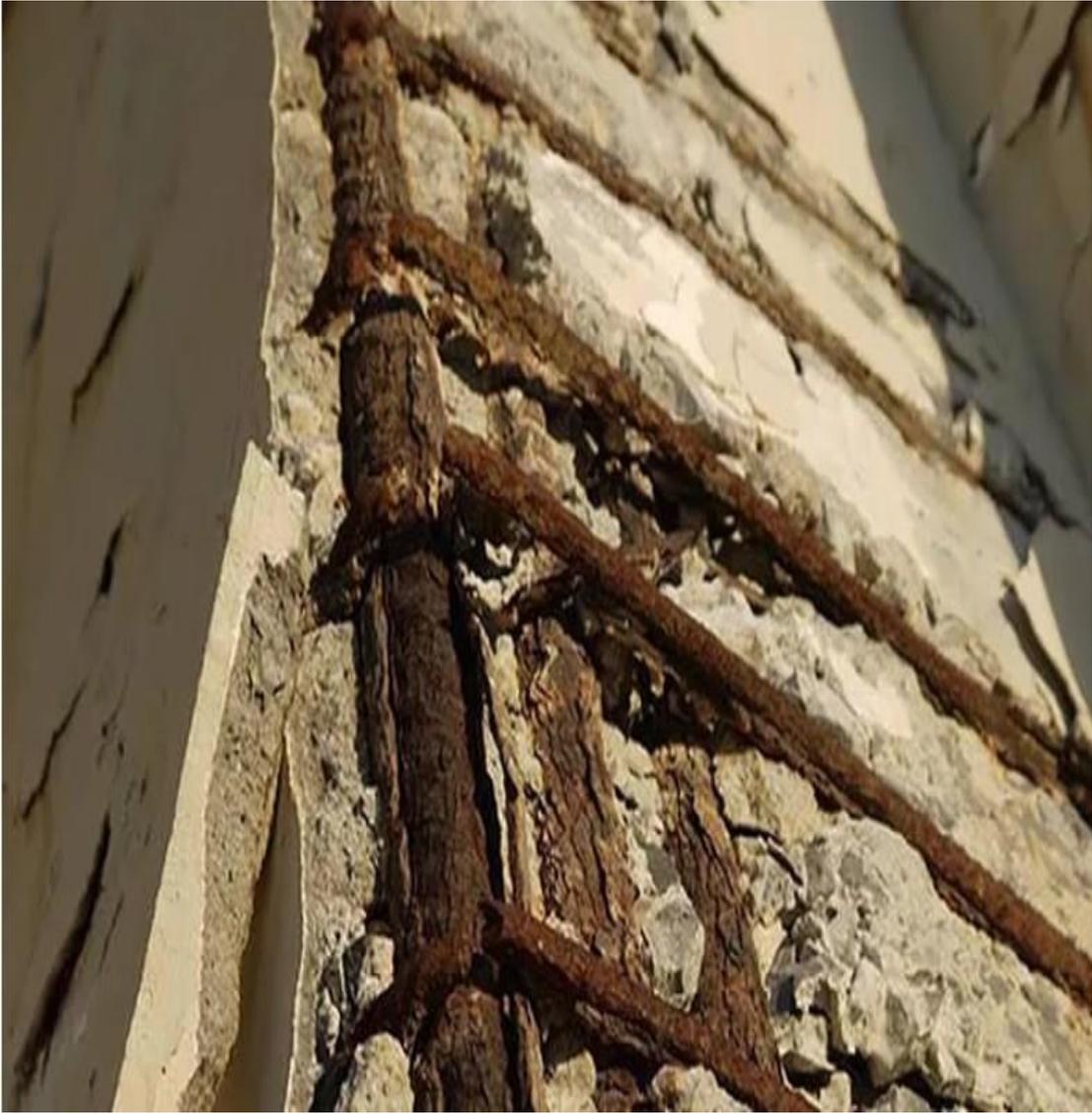
The present investigation "Structural behavior of elements of concrete reinforced with structural reinforcements in areas affected by corrosion, Alfred Nobel College, Ate, 2022" whose objective was to evaluate the structural reinforcements and structural behavior, where the non-experimental design was used arriving with the following results: the resistances do not exceed 210 kg / cm<sup>2</sup> of the samples extracted from the structural elements and do not present drift failures in mezzanines as they are less than 0.007 according to E30. With conclusions: the structural behavior of reinforced concrete elements with cladding have a significant influence, thereby improving the stability of the concrete, also the use of reinforcement with FRP increases the resistance of the structures and through the analyzes obtained they are within the E30 standard established less than the limit drift of 0.007, in addition there is a positive relationship in the variation of the structural behavior with steel cladding due to corrosion, determining through tests to specimens that the dynamic basal shear with the static basal shear comply with the relationship  $V_{DIN} \geq 90\% V_{st}$  and if this is not the case, it is corrected by a correction factor for each direction.

**Keyword: Stress, Corrosion, Drift and Distortion**

# I. INTRODUCCIÓN

Las fallas estructurales, especialmente el concreto reforzado, pueden hacer que los edificios se debiliten y sean propensos al colapso, lo que se debe en gran parte a los efectos corrosivos del acero en el concreto reforzado. Se ha convertido en un problema en los edificios de todo el mundo y ha causado grandes pérdidas financieras a los propietarios, ya que tienen que hacer reparaciones para mantener el edificio en funcionamiento. El enorme riesgo de corrosión de las barras de acero en estructuras es altamente impredecible, por lo que su monitoreo, predicción, prevención y reparación del daño por corrosión de las barras de acero en estructuras de concreto reforzado siempre ha sido un área importante de investigación en ingeniería. En Estados Unidos y países europeos, la destrucción paulatina de monumentos, iglesias, puentes, edificios y diversas estructuras que suelen utilizar barras y pernos de acero como componentes de ingeniería se ha convertido en objeto de vigilancia. La industrialización masiva de Perú en los últimos años ha creado muchos problemas de corrosión porque emplea mucha gente con poca habilidad, falta de experiencia y poco conocimiento de la construcción. Este efecto debilitante en la estructura a menudo no solo es catastrófico para el edificio, sino que también causa una pérdida de vidas incalculable. Comprender y utilizar los conceptos básicos de RNE y normas extranjeras en el campo de la advertencia, diseño, mantenimiento y prevención de la corrosión de materiales seleccionados es extremadamente importante en la operación de edificios. Todos los edificios de hoy en día tienen elementos de hormigón armado que utilizan acero de grado 60 como elemento central para combinar la resistencia a la tracción, entre otras cosas. El acero es el elemento básico del hormigón y evita el colapso de estructuras sometidas a esfuerzos de tracción y flexión por terremotos, viento, cargas, etc. por qué. Sin embargo, cuando el refuerzo estructural se corroe, su área de sección transversal disminuye, haciéndolo menos duradero, por lo que la estructura muestra signos de agrietamiento, lo que limita su resistencia y durabilidad. Por esta razón, se recomienda y es necesario educar a los involucrados en la construcción y monitorear constantemente la estructura antes de que el daño sea visible y pueda garantizar la longevidad de la estructura para la cual fue diseñada. Un factor es el clima, que en la región de Ate Vitarte es muy variable con temperaturas moderadas, alta humedad e inviernos nublados persistentes. Esta área se caracteriza por poca

lluvia durante todo el año, a veces hay una pequeña cantidad de precipitación en verano, pero la precipitación es corta y mal drenada, la falta de conocimiento, la falta de planificación, las malas construcciones de las estructuras de los edificios traen cangrejos, porque ahorra dinero, porque más aire en el hormigón armado provoca una corrosión masiva en las estructuras de hormigón armado. El área de investigación es la institución educativa “Alfred Nobels”, un colegio privado ubicado en Avenida Marcos Puentes Llanos Mz. G, LT 2A. En las inmediaciones de Ates Vitarte, ya tiene 20 años y su edificio es de planta sencilla. Los empleados de la misma agencia son siempre responsables del mantenimiento. El propósito de este estudio es investigar el reforzamiento posterior al análisis de elementos estructurales afectados por la corrosión. Se tiene en cuenta el comportamiento de corrosión estructural de la estructura. La causa más probable de la corrosión es la alta humedad atmosférica, los inviernos nublados persistentes y la alta salinidad del suelo en estudio. Afecta a los habitantes de la zona, en este caso a los estudiantes y personal de la Escuela Alfred Nobel, ya que los grandes terremotos pueden causar víctimas por daños estructurales (debilitamiento de estructuras). Con el proyecto de tesis queremos comprender y explicar los factores que provocan el colapso de estructuras por corrosión, prestando especial atención a los tipos de fuerzas, flechas y deformaciones en el hormigón armado. Se identifican localizaciones analíticas que permitan identificar los efectos de la corrosión del hormigón para prevenir y reducir la incertidumbre sobre posibles daños a las estructuras.



*Figura 1: Carbonatación del hormigón, origen de la oxidación de la armadura. Fuente: internet*



*Figura 2: Identificación del acero oxidado. Fuente: internet*

Para las explicaciones anteriores, cómo mejorar el refuerzo de las estructuras de hormigón armado, nos hacemos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el comportamiento estructural de los elementos de hormigón armado en las zonas afectadas por la corrosión - Escuela Alfred Nobel Ate Vitarte 2019? Una pregunta específica, ¿cuánto difiere el comportamiento estructural de elementos de hormigón armado con revestimiento de hormigón armado en zonas afectadas por corrosión - Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019? ¿Cómo cambia el desempeño estructural de los elementos de hormigón armado con el refuerzo de FRP? ¿Corrosión transitoria en áreas afectadas - Alfred Nobel Ate Vitarte 2019? ¿Cuánto difiere el comportamiento estructural de los elementos de hormigón armado con revestimiento de acero en las zonas afectadas por la corrosión - Alfred Nobel Ate Vitartes School 2019? Según Méndez (2011), el proyecto es teóricamente sólido. El propósito de este estudio es mejorar la conciencia de las personas y generar conocimiento de la existencia actual. Dada la teoría, los resultados comparativos o el debate académico sobre la epistemología del conocimiento existente es el trabajo de investigación para determinar el comportamiento estructural de la región que ha mejorado y el haz. Estándar de tecnología de aplicación E.030 (2016) (resistencia al diseño de terremotos), que nos permite movernos y el grado está determinado por la estructura de concreto reforzado y fortalece la mejora estructural del elemento, que se ve afectado por el estudio correcto con la estructura. En las áreas afectadas por la corrosión en los elementos concretos de la organización con mejoras estructurales, son parte del presupuesto general del proyecto, que es más confiable, más seguro y económico, determina la resistencia a la compresión, considere el impacto y el valor de "R". Para Méndez (2011), se leyó el valor de un rebote con un martillo de concreto. Esta práctica fue anunciada, que están interesadas en los investigadores, es decir, para obtener conocimiento y obtener nombres académicos, o para ayudar a resolver problemas especiales. Afectan unidades de negocios públicas o privadas. Al mismo tiempo, nuestro estudio tiene como objetivo determinar el tratamiento estructural de D en el área afectada por la Corrosion Avenue Nobel Colegio, comió Vitarte 2022 y consumo especial de caucho. Calcule los cambios en el comportamiento estructural de la mejora romántica concentrada de concreto en el área donde se ve afectada la corrosión. Decoración conductual -alfred Nobel Colegio Come Vitarte 2019 y cambia

cuantitativamente el comportamiento estructural de la barra de acero en la barra de acero a través de la corrosión colegio Alfred nobel Vitarte 2019. Comportamiento estructural de elementos de concreto de acero en 2019. El comportamiento estructural de los elementos de concreto reforzados FRP en la región, que se ve afectado por el comportamiento de la corrosión, es obviamente en Alfred Nobel del Colegio Ate Vitarte 2019.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Dado que el trabajo anterior sobre las preguntas de las encuestas se centró en las encuestas, este documento ha realizado tales encuestas.

**Como antecedentes nacionales tenemos los siguientes:**

**Hernández Pinedo (2012)**, “Se muestra que al encontrar una distribución de rigidez que garantice el proceso constructivo en ambas direcciones se espera controlar los desplazamientos laterales y así evitar problemas de torsión. También es adecuado para elementos estructurales de mayor tamaño (losas macizas, vigas, columnas, muros de mampostería y hormigón armado). Los procesos en consideración son algunos estándares y recomendaciones para el texto de diseño de la construcción y utilizar la información obtenida de esta manera. Se obtuvieron los mejores resultados y se dio un procedimiento de medición de cargas verticales para análisis sísmico, también de acuerdo a las normas de diseño sísmico y de carga E.020 y E.030, y se tienen en cuenta los requisitos para los pasos correspondientes, estas normas son previamente analizado e investigado, y se recomienda el estándar E.070 para el diseño. Para hormigón armado y mampostería se utiliza la norma 060. Norma E.070. Se mencionan elementos de diseño como: vigas, muros de corte de concreto, (losas), muros de mampostería, escaleras, tanques elevados y cimentaciones, y se toma en cuenta la norma de cimentaciones E.050.”

**Fernández Valverde (2013)**, “Con el fin de proponer alternativas económicas y estructurales viables para la restauración del Puerto Artesanal de Huacho, se comenzó con la recopilación de información sobre el contexto, características del área, condiciones de la marina, uso, etc., la cual fue validada en terreno. así como cada elemento del puente y puerto deportivo Parametrizados y documentados como fotografía acreditativa. El trabajo de obtención de información se inicia con el cálculo de los esfuerzos estructurales de las diversas fuerzas que transmite el buque en el muelle, el efecto del oleaje en los pilotes, las cargas en las placas, en este sentido las estructuras en el muelle. En 2008 se modeló un programa de cálculo en el que se han implementado todas las características geométricas y tipos de materiales junto con las cargas previamente calculadas. Los resultados obtenidos se tienen en cuenta junto con las características del daño observado para el diagnóstico final de la situación de trabajo, ya que existen factores que pueden reducir la resistencia y, por tanto, su seguridad. Con el diagnóstico final se propone

una alternativa de solución para devolver la resistencia perdida y el buen estado a la estructura, describiendo finalmente un procedimiento detallado.”

**Barra Mamani (2016)**, “Apoyo a la evaluación de modos de falla en estructuras de hormigón armado de viviendas en la comuna de Juliaca. Los edificios se han desarrollado rápidamente en los últimos años y se están construyendo sin la guía de técnicos profesionales, por lo que los edificios han experimentado daños estructurales patológicos en el hormigón armado durante un corto período de uso; de esta forma, deben ser inmediatamente inspeccionados y analizados para determinar los errores que se presentan en cada elemento, y de la misma forma, para analizar el adecuado control en la estructura, también se toman en cuenta los aspectos más importantes. El objetivo es determinar las características para identificar los defectos que se presentan en las estructuras de hormigón armado y así determinar el comportamiento que lleva a la falla de la estructura de hormigón.”

**Nayra Choque (2017)**, “Recomienda material adecuado para la evaluación estructural. Identifico los errores, daños y problemas que se presentan en las estructuras de hormigón armado, teniendo en cuenta las cargas actuales, las diferentes humedades, los agentes biológicos y los recursos utilizados, y determino el impacto que se produce en la estructura del edificio. El hormigón es el material más importante. Fueron sobrecargas, apoyos incorrectos, errores de ejecución, para encontrar las causas del daño estructural, por ello, se ofrece una base que permita la elaboración de un manual para la restauración y refuerzo del hormigón estructural dañado por corrosión. Los resultados de la estructura se realizan de manera suficiente y estricta, teniendo en cuenta las técnicas de diagnóstico y normas de las estructuras de hormigón armado, el diagnóstico realizado en la estructura es bastante sensible para realizar una valoración, por lo que se recomienda utilizarlo adecuadamente con un especialista en el campo del manual, resolverán los problemas encontrados en cada estructura.”

**Lovera Martinez (2016)**, “En su artículo titulado “Refuerzo de estructuras de hormigón armado en el Perú con acero grado 75”. Muchos investigadores han estudiado el comportamiento de las estructuras de hormigón armado cuando se refuerzan con acero de alta resistencia. Varios estándares extranjeros evaluaron los resultados de estos estudios y decidieron actualizar sus estándares en esta dirección. El comportamiento de estructuras reforzadas con barras de acero de alta

resistencia en el Perú no ha sido estudiado, en este sentido, el propósito de este trabajo es investigar el comportamiento sísmico de estructuras de hormigón armado reforzado con acero grado 75. Perú está ubicado en un área propensa a terremotos, por lo que nuestros códigos de diseño sísmico son muy estrictos con respecto a los requisitos de ductilidad para miembros estructurales con responsabilidad sísmica. Esto es perjudicial para las estructuras que utilizan aceros de alta resistencia, que pierden flexibilidad a medida que aumenta la resistencia. Para el desarrollo de este trabajo se eligió un edificio de estructura de ocho pisos de hormigón armado. En el diseño de hormigón armado de este edificio se utilizan barras de acero de tamaños 60 y 75. Luego, el caso estudiado se sometió a un análisis estático no lineal para evaluar la medida en que se vio afectado el comportamiento estructural. Los resultados obtenidos muestran que es posible utilizar estructuralmente acero grado 75 para fortalecer estructuras sismorresistentes similares a las estudiadas, y se recomienda continuar con esta investigación en otro tipo de estructuras en el Perú.”

#### **Antecedentes internacionales tenemos a los siguientes:**

**Gamero Moncada (2015)**, “En su estudio "Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural", su objetivo principal era comparar diferentes soluciones de refuerzo para tres escuelas, siendo el rendimiento y el costo los factores más importantes. La conclusión es que las escuelas modulares analizadas en este artículo tienen problemas de diseño y muchas veces de construcción. Los problemas estructurales se pueden solucionar mediante refuerzos, como el propuesto en este proyecto. Se logró un buen desempeño para el primer modelo con aletas RC, por lo que las nuevas aletas absorbieron una parte significativa del desplazamiento sísmico. Con este tipo de refuerzo, el objetivo no es evitar columnas cortas separando las membranas de las columnas, sino hacer que las membranas cooperen con las columnas, se expandan y fortalezcan si fallan en flexión en lugar de corte. El segundo es la cimentación, que puede fallar dependiendo de la capacidad portante del suelo. Con este tipo de refuerzo, se pueden aplicar a modelos de sierra que utilizan una base continua, como si todas las bases estuvieran conectadas entre sí. Al final, el modelo con soportes de acero funcionó satisfactoriamente a pesar de utilizar tamaños de perfil muy pequeños. Se pueden usar soportes más grandes para lograr una mayor rigidez y reducir el

desplazamiento, pero esto crea problemas de carga residual como se describió anteriormente. En este modelo, la arquitectura no ha cambiado y está bien mantenida como las instalaciones en las aulas. Básicamente, este impulso no es un problema. Este sistema se recomienda para las escuelas que tienen acceso a mano de obra calificada.”

**Moreno Gonzales (2014),**” En su estudio, la justificación se basó en grietas en la mayoría de las escuelas y daños en las nuevas escuelas porque se construyeron de la misma manera que las antiguas, ignorando factores como los terremotos. Por lo tanto, el propósito de este estudio es brindar soluciones para las edificaciones (instituciones educativas) mediante el análisis del daño de los elementos estructurales. El método utilizado es del tipo de análisis positivo, lo que lleva a la conclusión de que la edificación sufrirá daños estructurales debido a un sismo, intereses financieros y el empleo de personal no especializado. Hay nuevas regulaciones en República Dominicana, pero eso no significa que los edificios estén dañados.”

**Delgado Espinosa (2014),** “En su estudio “Evaluación, Diagnóstico Estructural y Recomendaciones de Intervención de Edificios de Vivienda en Prado y Santa Elena”, la patología de la edificación es objeto de investigación para la restauración y refuerzo estructural de asociaciones de antiguos predios canarios y actuales. El objetivo era conservar el valor patrimonial y la clase de protección 1 del edificio. Para el diagnóstico de este edificio de departamentos se utilizó el método del Instituto Nacional de la Vivienda, los resultados del proceso de diagnóstico permitieron conocer el origen del edificio, las causas y el estado actual de la investigación, lo que permitió identificar y consolidar la estructura de características de esta envergadura que se presenta en el edificio, y de esta manera, se deben controlar las malas condiciones que se puedan presentar en el edificio respectivo, alargando así la vida útil del edificio. Las propuestas de mantenimiento, reparación, protección y restauración de edificios tienen en cuenta el tiempo y la experiencia de los profesionales y técnicos que trabajan en dichos proyectos desde el punto de vista de la vulnerabilidad y sostenibilidad de los resultados. Así como dar solución a los daños estructurales con criterios de reparación estructural sostenible. Los hallazgos del estudio brindaron a la Dirección de la Ciudad de Cienfuegos una

valiosa herramienta para seguir interviniendo en el inmueble, recomendando finalmente el diagnóstico de esta vivienda plurifamiliar.”

**Aguilar Iza. (2015)**, “Comprometidos con el estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificaciones importantes. Hicieron hincapié en su importante papel en la atención y gestión de emergencias por terremotos, y en la necesidad de un conjunto específico de normas para permitir la modernización de edificios existentes y la construcción de nuevos edificios según su importancia. Sobre el diagnóstico estructural de la institución educativa Honrar La Vida Del D.M.Q. Determinar el tipo de refuerzo estructural. En conclusión, se ha adoptado la alternativa de refuerzo estructural con extensiones de columna porque es factible y económica, por lo que la alternativa de fibra de carbono no es suficiente por no contar con un sistema de protección contra incendios y es costosa.”

**Álzate Buitrago (2016)**, “Comprometidos con el estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificaciones importantes. Hicieron hincapié en su importante papel en la atención y gestión de emergencias por terremotos, y en la necesidad de un conjunto específico de normas para permitir la modernización de edificios existentes y la construcción de nuevos edificios según su importancia. Sobre el diagnóstico estructural de la institución educativa Honrar La Vida Del D.M.Q. Determinar el tipo de refuerzo estructural. En conclusión, se ha adoptado la alternativa de refuerzo estructural con extensiones de columna porque es factible y económica, por lo que la alternativa de fibra de carbono no es suficiente por no contar con un sistema de protección contra incendios y es costosa.”

### **Como teorías relacionadas al tema se tienen las siguientes:**

Para los **refuerzos estructurales**, según Nayra Choque, (2017), “El refuerzo de la estructura es una acción necesaria para aumentar la resistencia de un elemento estructural o de toda la estructura debido a un cambio en el uso del edificio, errores en la fase de proyecto, modificación y/o eliminación de elementos estructurales individuales, cambio de normas. El propósito del refuerzo es asegurar que el edificio continúe funcionando bajo las cargas de gravedad y los efectos sísmicos a los que está sujeto, y esto se logra reforzando los elementos estructurales existentes o agregando elementos estructurales adicionales para elevar el nivel. soportar.” (pág. 20)

Según Nayra Choque, (2017), “El refuerzo estructural incluye todas las operaciones llevadas a cabo para determinar la forma, las dimensiones generales y las características detalladas de un sistema estructural, es decir, aquellas partes del sistema estructural que actúan para resistir las fuerzas o acciones a las que estará sujeto sin culpa o mal comportamiento., las necesidades primarias y las necesidades de refuerzo más frecuentes.” (pág. 31)

### **Se tienen las siguientes características de refuerzos estructurales:**

Un cambio de uso del edificio, esta actuación asume que la carga vertical es mayor que la prevista en el diseño original o que su distribución es muy diferente a la prevista originalmente. Por ejemplo, si originalmente tenía un entorno de oficina y luego se mudó a un almacén o almacén con la carga de servicio más alta.

Asentamiento neto; este fenómeno conduce al colapso de la fundación debido a problemas de suelo que no fueron considerados en los levantamientos y planes asociados.

Errores en la fase de proyecto o diseño. Esto afecta la resistencia y durabilidad de las estructuras. Errores durante la fase de ejecución o construcción por falta de personal constructor calificado o falta de supervisión. Problemas causados por la descomposición y deterioro de los materiales de construcción. Pueden ser por dos motivos; este fenómeno puede, en algunos casos, provocar la corrosión de los accesorios expuestos con el tiempo o la exposición a agentes químicos ambientales como la oxidación. Modificación y eliminación parcial o total de elementos estructurales individuales. Los ejemplos incluyen casos en los que se han creado nuevas aberturas en cubiertas de entrepiso debido a la necesidad de terminar los pasos o tuberías de drenaje o juntas de entrepiso, etc. Daños causados por accidente, explosión, incendio, impacto, etc. Reducir o eliminar la resistencia de todos, partes o elementos estructurales individuales.

Modificación de criterios de respuesta sísmica. Cambios en los códigos de construcción, códigos y especificaciones de diseño,

Cuando haya diferencias, es necesario revisar términos que se confunden con frecuencia, como refuerzo, reparación y renovación. Como novena característica, el refuerzo es la acción requerida para aumentar la resistencia de un elemento estructural o de toda la estructura. La reparación es la acción requerida para

restaurar la fuerza de una estructura dañada y es el proceso de reemplazar o reparar los elementos estructurales dañados. Restauración, que es una actividad necesaria para conseguir que los edificios antiguos estén en mejores condiciones y puedan ser reutilizados. Reforzamiento sísmico: consiste en modificar la estructura, fachada y aleros de una edificación o estructura existente para brindar mayor resistencia a sismos, movimientos de tierra, aperturas de fracturas o derrumbes.

### **La importancia de refuerzos estructurales de concreto:**

Según Nayra Choque, (2017), “Como recomendaciones generales para el diseño de refuerzo estructural para materiales compuestos y más tradicionales, podemos destacar estas recomendaciones para evitar el colapso estructural en caso de retirada del refuerzo, por ejemplo, en caso de accidente o vandalismo. Considere el estado de deformación previo de la estructura antes del refuerzo para comprobar si hay una redistribución de fuerzas a la estructura, el nivel de la sección y para estudiar la idoneidad del refuerzo seleccionado, los elementos de hormigón armado también utilizan acero de alta calidad. 60 proporciona al hormigón estructural las propiedades de tracción necesarias, por lo que es importante por qué evita que las estructuras de hormigón fallen debido a los esfuerzos de tracción y los daños causados por el tráfico, el viento, las cargas y los ciclos térmicos, por lo que cuando el acero comienza a corroerse, la formación de óxido conduce a la pérdida de unión entre el acero y el hormigón, la subsiguiente deslaminación y fisuración, y si este problema no se corrige, la integridad estructural también puede sufrir por la reducción del área de la sección transversal - el área de la sección transversal del acero reduce su capacidad de resistencia, el acero comienza expandir.” (No son. 365)

### **Factores que afectan la resistencia del hormigón armado:**

Según Marken (2017), “los determinantes de la durabilidad de las estructuras de hormigón armado están en el diseño y cálculo de la estructura, los materiales utilizados, las prácticas constructivas (colocación, compactación, curado, etc.) y los procedimientos. Proteger. Lo anterior crea en la estructura resistencia a las cargas de operación y deformaciones máximas permisibles, creando una textura superficial

(microclima) que se intercambia con el exterior, y además permite obtener una estructura y microestructura de hormigón, que a su vez determina la porosidad de la masa. Naturaleza y distribución.” (pág. 22)

### **Dimensiones de refuerzos estructurales:**

**D1 - Refuerzo con encamisado de concreto armado** según Nayra Choque, (2017), El refuerzo de estructuras con revestimiento de hormigón armado es una técnica más sutil y como producto final da un buen acabado arquitectónico, ya que no se ven las obras de refuerzo, solo se amplía la sección. (pág. 226)

Para Committee 369, (2011), “La idea de la tapa es lograr una parte integral entre el concreto existente y el nuevo concreto, la tapa de concreto se coloca mejor en todas las caras del elemento, pero muchas veces no está disponible, por lo que la aplicación es solo en una, dos o tres caras.” (pág. 4)

Según Nayra Choque, (2017), “Se utiliza cuando el elemento está muy deteriorado y se requiere mayor resistencia aumentando su sección transversal, rodeando el elemento encima del anterior. La resistencia axial, a la flexión y al cortante aumentan a medida que aumenta la sección transversal de la columna. La chaqueta no solo repara el elemento, sino que aumenta su resistencia y rigidez inicial, por lo que esta técnica también se considera un método de refuerzo.” (pág. 321)

Para Committee 369, (2011), “Con base en los supuestos generales de ACI 369R-11, el revestimiento de concreto reforzado para componentes estructurales nuevos generalmente debe cumplir con ACI 318. La resistencia a la flexión y las fuerzas de corte para miembros con y sin carga axial se calcularán de acuerdo con ACI 318.” (pág, 2)

### **El encamisado de vigas:**

Según el SAP2000, (2013), “Esto aumenta la capacidad de flexión y corte, y si solo desea aumentar la resistencia a la flexión positiva, coloque una funda en la parte inferior de la viga. En el caso de ACI 369-11, cuando el revestimiento se coloca en tres o cuatro caras de la viga, aumentará la resistencia a los momentos de flexión positivos y negativos, así como la resistencia al corte. El revestimiento debe extenderse en toda la longitud de la viga y el refuerzo longitudinal debe ser continuo.” (pág, 11)



Figura 3: Encamizado de viga. Fuente: <https://epachon.wordpress.com/2014/01/16/e-4-refuerzo>

**Se tienen consideraciones para el diseño:**

Las vigas deben tener casquillos en toda su longitud. Se debe utilizar un espesor de recubrimiento mínimo de 8 cm para hormigón premezclado y de 4 cm para hormigón premezclado. Si no se conoce la cantidad de refuerzo longitudinal de los elementos existentes, la cantidad de refuerzo del revestimiento debe limitarse al 50% del área total de la sección mixta.

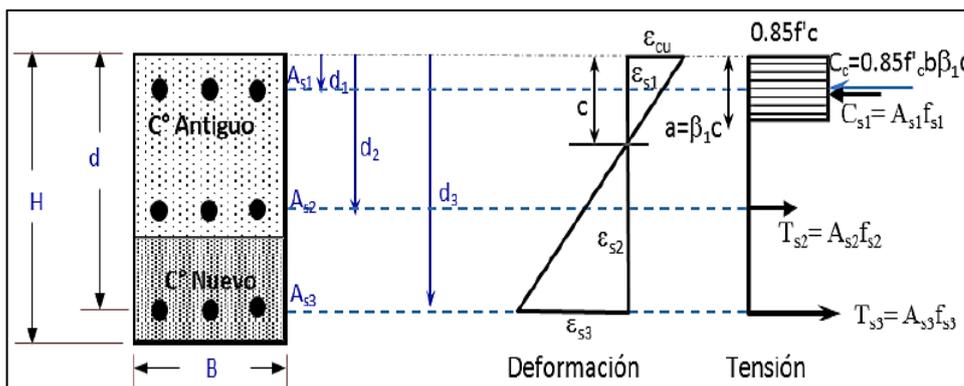


Figura 4: Reforzamiento de una viga de concreto armado. Fuente: Diseño-en-Concreto-Armado-Morales

**El encamisado de columnas:**

Según SAP2000, (2013), “La técnica implica envolverlos con barras de refuerzo y estribos adicionales o malla soldada y agregar concreto nuevo o pintura preparada.

El revestimiento de tela soldada es una técnica muy popular para evitar la falla por corte de las columnas y se utiliza para aumentar la resistencia al corte de las columnas en un intento de lograr un mecanismo de viga fuerte y débil para las columnas.”

Estudios experimentales han demostrado que este tipo de revestimiento exhibe excelentes resultados en la región inelástica, por lo que este método de refuerzo tiene como objetivo evitar la falla por cortante en la columna y aumentar la ductilidad y/o aumentar la resistencia a la flexión para mejorar el rendimiento. (pág, 41)



Figura 5: Encamizado de columna. Fuente 1: Internet

### **El análisis de elementos sometidos a flexión:**

Según Belizario, (2017), “Análisis y diseño de armaduras de cuerpo de hormigón armado en base a los supuestos de diseño especificados en la norma de hormigón armado E.060 (RNE-2016) teniendo en cuenta lo establecido en ACI 318, que cumplen las condiciones de equilibrio y compatibilidad de carga.”

Se introducen criterios de diseño, método de análisis y método de cálculo de la resistencia a flexión y cortante como norma constructiva para este tipo de armaduras. La especificación de exposición también sirve como base para determinar la resistencia a la flexión de los elementos estructurales.

Para obtener el momento resistente de una sección rectangular, inicialmente es necesario verificar si el refuerzo alcanza el límite elástico. (pág, 12)

### **El esfuerzo cortante:**

Según Mott, (2009), “El comportamiento de las vigas de hormigón armado en el momento de la rotura por cortante es muy diferente al de la rotura por flexión, la

rotura es repentina, sin previo aviso y se produce con fisuras diagonales más anchas que en flexión.”

Dada la fragilidad de estas vigas, era necesario comprobar si las secciones eran lo suficientemente resistentes para soportar las cargas transversales externas sin llegar a su resistencia a cortante, por lo que las secciones debían diseñarse de forma que no colapsaran. La flexibilidad (a la carga máxima) evita la fragilidad bajo carga de corte o diagonal. (pág, 413)

### **Los análisis de elementos sometidos a flexo compresión:**

Para Montt, (2009), “Las columnas son miembros estructurales que se cargan principalmente en compresión y flexión, aunque también se pueden cargar en tracción o en tracción y flexión, así como cargas de corte y torsión. Cuando se trata de tensiones de torsión, en última instancia, se consideran como aumentos inducidos por cortante en la tensión de tracción diagonal en la sección, por lo que se puede decir que las tensiones serán cargas axiales, momentos de flexión y cortantes que crean algunas regiones internas a lo largo de la cruz. -sección del miembro. -la sección debe estar en tracción o compresión.” (pág, 525)

### **D2 - Refuerzo de estructuras con sistemas FRP:**

Para Jácome, (2016), “Esta sección proporciona recomendaciones generales de diseño. Estas recomendaciones se basan en los principios generales de diseño de hormigón armado especificados en los requisitos de ACI 318 y el conocimiento proporcionado por el Comité ACI 440.2R-081 sobre las propiedades mecánicas especiales de las barras de acero FRP (polímero reforzado con fibras)” (Directrices para el diseño) y refuerzo de estructuras de hormigón, externamente para la construcción de sistemas de FRP adheridos.). Los sistemas de refuerzo de polímeros reforzados con fibra (FRP) deben diseñarse para resistir las fuerzas de tracción mientras mantienen la compatibilidad de carga entre el FRP y el sustrato de concreto. El refuerzo de FRP no debe ser responsable de resistir las fuerzas de compresión. Sin embargo, el refuerzo de FRP es aceptable en compresión debido a cambios en los momentos o cambios en los patrones de carga. Sin embargo, se debe considerar la resistencia a la compresión del refuerzo de FRP.

Se debe considerar cuidadosamente la determinación de los límites de mejora razonable. Estos límites se imponen para evitar el colapso estructural en caso de falla conjunta u otra falla del sistema FRP debido a incendios, vandalismo u otras causas. Algunos diseñadores y fabricantes de sistemas recomiendan que los miembros del marco de FRP no reforzados tengan la fuerza suficiente para soportar un cierto nivel de carga.” (pág, 135)

#### **En los campos de aplicación se tienen:**

Aumento de capacidad por cambios de uso (aumento de carga) Hay daños en componentes estructurales (envejecimiento, terremotos, choques). Mejora de la resistencia al servicio (control de grietas). Cambios en los sistemas estructurales (nuevos elementos de apertura). Errores en el proceso de diseño o construcción (refuerzo insuficiente). Modernización a nuevos códigos (mayor resistencia a sismos). Refuerzo para columnas que sostienen concreto.

#### **Consideraciones para el diseño:**

Jácome, (2016), “Las recomendaciones de diseño se basan en principios de diseño de estado límite. Este enfoque define un nivel aceptable de seguridad frente a estados límite de servicio normales (deformación excesiva, grietas) y estados límite (fallo, fractura). Por tensión, fatiga) se debe evaluar la resistencia nominal de cada material, los posibles modos de fallo y las deformaciones y tensiones resultantes. Evaluar la usabilidad de los componentes, los principios de ingeniería, como las relaciones entre piezas modulares y deformables.” (pág, 95)

Los sistemas de arriostamiento de polímero reforzado con fibra (FRP) deben diseñarse de acuerdo con los requisitos de resistencia y capacidad de servicio de ACI 318 utilizando los factores de carga especificados en ACI 318. Para el diseño de sistemas FRP en el análisis de reparación sísmica de estructuras, puede ser útil aplicar los principios de diseño por capacidad, suponiendo que la estructura debe crecer hasta su capacidad máxima y que los miembros deben soportar la resistencia a cortante requerida asociada. Estos sistemas de refuerzo de polímeros reforzados con fibra (FRP), especialmente cuando se usan en columnas, deben diseñarse para proporcionar resistencia sísmica a través de capacidades de disipación de energía y deflexión para cumplir con los niveles de corte de

cimentación definidos por el código. La seguridad de la vida es el objetivo principal del diseño sísmico y se puede tolerar cierto grado de daño estructural para garantizar la disipación de energía. Como resultado, los elementos reparados después de un evento sísmico pueden requerir alguna reparación o reemplazo.

### **El reforzamiento a flexión:**

Segun Jácome, (2016), “Se demostró que el refuerzo de FRP adherido a la cara de tracción de un miembro de concreto flexionado con fibras alineadas a lo largo del miembro proporcionaría un aumento en la capacidad de flexión. Se hacen las siguientes suposiciones para calcular la resistencia a la flexión de una sección reforzada con un sistema FRP aplicado externamente: El cálculo del diseño se basa en las dimensiones reales, así como en la distribución interna real del refuerzo y las propiedades reales del material de refuerzo. elementos. Debe reforzarse, la deformación en el acero y el hormigón es proporcional a la distancia desde el eje neutro Esta es la parte plana antes de la carga, permanece plana después de la carga, la tensión de compresión mínima disponible en el hormigón es 0,003, la resistencia a la tracción no tiene en cuenta la deformación del hormigón. El refuerzo de polímero reforzado con fibra (FRP) tiene una relación tensión-deformación elástica lineal hasta la falla, sin deslizamiento relativo entre el refuerzo exterior de FRP y el concreto. Cuando se utiliza un sistema de refuerzo de polímero reforzado con fibra (FRP) para aumentar la capacidad de flexión de un miembro estructural, es importante verificar que el miembro pueda soportar las fuerzas de corte asociadas con el aumento de la resistencia a la flexión. La posibilidad de falla por cortante en esta área debe ser considerada comparando la resistencia de cálculo a cortante de la sección con la resistencia a cortante requerida. Si se requiere capacidad de corte adicional, se pueden usar paneles de refuerzo de polímero reforzado con fibra (FRP) en toda la sección para resistir las fuerzas de corte.” (pág, 138)

### **Reforzamiento a cortante:**

Según Jácome, 2016, “Se ha demostrado que los sistemas de refuerzo de polímeros reforzados con fibra (FRP) aumentan la resistencia al corte de las vigas y columnas de hormigón existentes al envolver total o parcialmente el miembro.

Orientar las fibras a lo largo del eje del elemento o perpendicularmente a una posible fisura por cortante es eficaz para proporcionar una resistencia al cortante adicional, lo que puede conducir a una falla por flexión que es relativamente más dúctil en comparación con una fisura por cortante. El refuerzo de cortante utilizando FRP externamente se puede proporcionar donde se esperan rótulas plásticas o inversiones de tensión y mejora el comportamiento de pandeo de los miembros en estructuras de momento que resisten la carga sísmica solo en estructuras de lámina de sección completa. Para el refuerzo externo de FRP en tiras individuales, la distancia de centro a centro entre tiras no debe exceder la suma de  $d/4$  más el ancho de la tira.” (pág, 69)

### **D3: Refuerzo con encamisado de acero:**

Para Jácome, (2016), “El revestimiento de estructuras metálicas es una técnica muy sencilla pero poco atractiva que no se utiliza mucho porque afecta el aspecto arquitectónico de la obra, pero es importante mencionarla como alternativa al refuerzo.” (pág, 51)

Según Jácome, (2016), “Los diferentes tipos de componentes de acero se pueden dividir en: barras, placas y productos laminados (ángulos, tuberías, canales, etc.). Las formas más comunes de las camisas de acero son: redonda, ovalada y rectangular.” (pág, 52)

Según Jácome, (2016), “El cerramiento encamisado de acero se puede realizar mediante perfiles conectados con clon o varillas de soldadura, o sobre cimentación de losa con láminas de acero encoladas a la superficie de hormigón para conseguir una sección mixta, en ambos casos se debe prestar especial atención al diseño, que se puede conseguir cubriendo el collar de acero de la columna, para resolver la conexión a la placa.” (pág, 53)

Para Nayra Choque, (2017), “El revestimiento de acero ofrece mayores ventajas sobre el revestimiento de hormigón, ya que es fácil de aplicar y no requiere andamiaje, pero la dificultad de extender el revestimiento de acero a través de la losa limita su eficacia en términos de resistencia axial y al corte, así como la flexibilidad del andamiaje. la columna no cambia la capacidad de flexión final.” (pág, 35)

Para Committee 369, (2011), "El revestimiento de acero se ha utilizado ampliamente para reparaciones estructurales, pero hay pocos datos sobre su efectividad, particularmente sobre el desempeño de las juntas."

#### **Consideraciones constructivas:**

Para Nayra Choque, (2017), "Algunos aspectos a considerar cuando se utilizan camisas de acero como técnica de restauración incluyen:

El primer paso es preparar la superficie del elemento, lo que implica retirar el hormigón dañado y limpiar las superficies expuestas de hormigón y acero, esto se hace para garantizar que haya suficiente adherencia entre los materiales nuevos y los existentes."

Después de instalar la carcasa de acero, el espacio entre la carcasa y el elemento se rellena con hormigón de cemento Portland o material modificado con polímeros, resina epoxi o látex. Resulta que usar una chaqueta rectangular no es tan efectivo como una chaqueta redonda u ovalada debido a la falta de presión de confinamiento. (pág, 45)

#### **La Variable dependiente: Comportamiento estructural:**

Para Chavez, (2003), "El comportamiento estructural de elementos de hormigón armado sometidos a flexión, este fenómeno debe ser claramente entendido para luego obtener expresiones para su uso en análisis y diseño." (pág, 30)

El análisis consiste básicamente en determinar el momento resistente para una sección completamente definida. El diseño es el proceso inverso: dimensionar una pieza para resistir un momento aplicado.

#### **Importancia del comportamiento estructural:**

Para Lozano, (2010), "Con base en la flexibilidad, la estructura determina un valor denominado factor de comportamiento sísmico Q. Con este valor, trata de tomar en cuenta la flexibilidad, estructuración, degradación o resistencia a la carga sísmica de la estructura, que puede compensar la mayor parte de la flexibilidad de capacidad adicional y reservas de capacidad." (pág, 123)

## Tipos del comportamiento estructural:

**comportamientos a flexión:** Para Chavez, (2003), “Si los elementos normalmente sometidos a flexión son vigas, sistemas de placas, escaleras y en general todos los elementos sometidos a cargas perpendiculares a sus planos, estos elementos producen esfuerzos flectores y cortantes; su análisis y los procedimientos seguidos se describen por separado.” (pág, 27)

**Comportamiento a cortante:** Para Chavez, (2003), “El comportamiento es de naturaleza elástica hasta que se detecta la primera fisura de tracción por flexión, a medida que aumenta la carga, las fuerzas cortantes producen tensiones principales que superan la resistencia a la tracción del hormigón, formando una fisura inclinada a aproximadamente la mitad de la altura de tracción.” (pág, 145)

**Comportamiento a deflexiones:** Para Chavez, (2003), “En el caso de losas, el desvío puede dar lugar a la formación de balsas o pequeñas lagunas provocadas por el agua de lluvia o por determinadas deficiencias sanitarias. Esta sobrecarga aumenta la deformación de los elementos, lo que a su vez puede exacerbar el drenaje estancado si es insuficiente. Esta reacción en cadena puede hacer que la estructura se derrumbe.” (pág, 1137)

Tabla 1: Deflexiones maximas permitidas por el codigo ACI

TIPO DE ELEMENTO	TIPO DE ELEMENTO	LIMITACIÓN
“Techos llanos que no soportan ni están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas”	Deflexión instantánea debido a la aplicación de la carga viva.	$l/180$
“Pisos que no soportan ni están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas”	Deflexión instantánea debido a la aplicación de la carga viva.	$l/360$

<p><b>“Techos o pisos que soportan o están ligados a elementos no estructurales que pueden ser dañados por deflexiones excesivas”</b></p>	<p>Parte de la flecha total que ocurre después de la colocación de los elementos no estructurales.</p>	<p>ℓ/480</p>
<p><b>Techos o pisos que soportan o están ligados a elementos no estructurales que no se dañan con deflexiones excesivas.</b></p>	<p>Parte de la flecha total que ocurre después de la colocación de los elementos no estructurales</p>	<p>ℓ/240</p>

*Fuente: Código ACI*

**Primera Dimensión - Esfuerzos:**

Según Morales Morales, (2010), “Generalmente, la resistencia a la compresión del concreto se obtiene ensayando probetas de 12 pulgadas de alto y 6 pulgadas de diámetro. La muestra se carga longitudinalmente a una velocidad de carga lenta para alcanzar la carga máxima en 2 a 3 minutos. De este ensayo se obtiene una curva tensión-deformación, donde la fuerza de compresión por unidad de área está relacionada con el acortamiento por unidad de longitud.” (pág, 4)

**Esfuerzos De Compresión:** Según Morales, (2001), “Las curvas de corriente corresponden a pruebas cortas de unos pocos minutos. Se puede observar que el hormigón no es un material elástico, sin embargo, se puede considerar hasta un 40% de la carga máxima para tramos rectos. Además, el colapso generalmente ocurre cuando la carga es menor que la máxima.” (pág, 4)

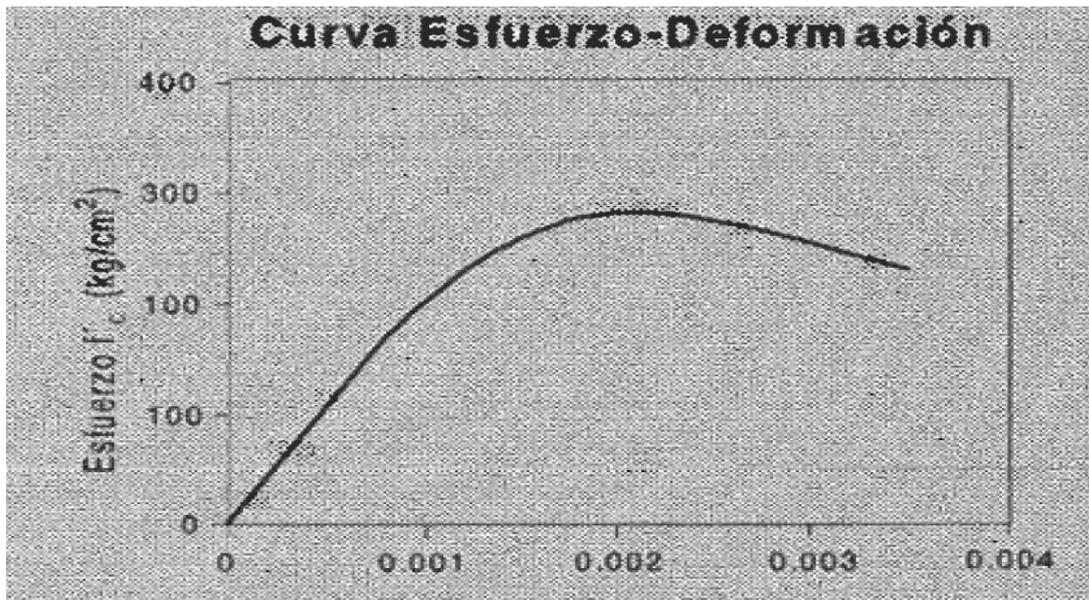


Figura 6: Curva Esfuerzo-Deformación. Fuente: Diseño-en-Concreto-Armado-Morales

Se revelan los efectos de la edad, la relación agua-cemento, el efecto de la velocidad de deformación, la esbeltez y el tamaño de la probeta. La capacidad portante del hormigón aumenta con el tiempo debido al efecto de envejecimiento provocado por el proceso continuo de hidratación del cemento, por lo que el aumento de la capacidad portante del hormigón depende de las condiciones de curado durante varios días. El efecto de la relación agua-cemento, la resistencia del hormigón depende de la relación agua-cemento: cuanto mayor sea la relación agua-cemento, menor será la resistencia.

**Comportamiento a Esfuerzos Combinados:** Según Morales Morales, (2010), “En muchas estructuras, el hormigón armado está sujeto a fuerzas directas y cortantes que actúan en varias direcciones. Considerando el equilibrio de fuerzas que actúan sobre elementos de hormigón armado, se muestra que cualquier combinación de esfuerzos combinados se puede reducir a tres esfuerzos normales que actúan en tres planos perpendiculares. Los expertos en investigación concluyeron que el hormigón es un 27 % más resistente cuando se somete a compresión biaxial que cuando se somete a compresión uniaxial. Para fuerzas de compresión biaxiales iguales, la resistencia aumenta en aprox. dieciséis%.” (pág, 5)

**Esfuerzos de Tensión en el Concreto:** Según Morales Morales, (2010), “Someter concreto a tensión axial directa no ha sido ampliamente utilizado con fines de investigación debido a dificultades experimentales. "Valores aproximadamente comunes de módulo de ruptura son:

$$f_c = 1.5 \sqrt{f'_c \left( \frac{kg}{cm^2} \right)}$$

El esfuerzo de falla por tracción en el diámetro se puede encontrar a partir de la relación  $2P/(\pi hd)$ , donde P es la carga aplicada en la falla, h es la longitud del cilindro y d es el diámetro. Las pruebas han demostrado que la resistencia a la tracción del hormigón está determinada por la relación. (pág, 6)

**Módulo Elástico del Concreto:** Según Morales Morales, (2010), “Al estudiar las curvas de tensión-deformación, es claro que el término tradicional módulo de elasticidad en el concreto no tiene significado, por lo que se utiliza una definición arbitraria basada en consideraciones empíricas. Así, es posible definir el módulo tangente inicial, el módulo tangente en un punto dado de la curva tensión-deformación y el módulo tangente entre dos puntos de la curva.” (pág, 7)

El módulo de elasticidad depende principalmente de la resistencia del hormigón y de su peso aparente.

Las reglas ACI ofrecen la siguiente expresión para evaluar el módulo de elasticidad.

$$E_c = W^{1.5} 4000 \sqrt{f'_c}$$

donde  $E_c$  es el módulo de elasticidad en  $kg/cm^2$ , w es el peso aparente del hormigón en  $t/m^3$  y  $f'$  es la resistencia del hormigón en  $kg/cm^2$ . Si consideramos el peso volumétrico  $w = 2,4 t/m^3$ , tenemos

$$E_c = 1500 \sqrt{f'_c \left( \frac{kg}{cm^2} \right)}$$

## Segunda Dimensión - La Deriva:

Según Araque, (2015), “Se define como el desplazamiento lateral que existe entre dos niveles o pisos sucesivos cuando se aplica una fuerza sísmica. Para calcular el desplazamiento, tomamos la diferencia entre el desplazamiento de la flecha horizontal (i) y el desplazamiento de la flecha horizontal (i-1) y luego lo dividimos por la altura de la capa.”

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

La norma NSR-10 especifica que el desplazamiento horizontal de cada piso estructural debe ser pequeño para evitar elementos no estructurales significativos, donde la distancia entre el centro de masa y el centro de rigidez es mínima y la flecha máxima es menor al 1% de la altura de la historia. (pág, 69)

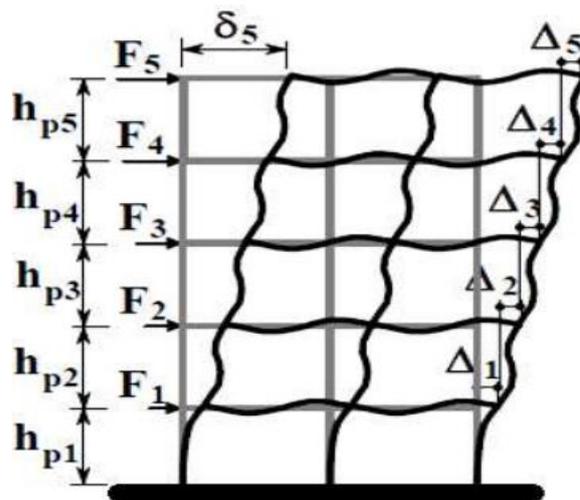


Figura 7: Procedimiento verificación de derives (NSR-10). Fuente 2: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia - Faedis Programa de Ingeniería Civil Bogotá d.c

## Desplazamientos Horizontales Totales:

Para Araque (2015), el desplazamiento horizontal que representa una de las dos direcciones del plano principal y cualquier grado de libertad de la estructura se obtiene de la expresión. (pág, 70)

$$\delta_{tot,j} = |\delta_{cm,j}| + |\delta_{t,j}| + |\delta_{pd,j}|$$

(A.6.2-4) NSR-10

Donde:

$cm, j$  Desplazamiento horizontal del centro de gravedad en la dirección de estudio.

$t, j$  Desplazamientos adicionales por efectos de torsión en la dirección de estudio cuando el diafragma es rígido.

$pd, j$  Offset adicional debido a efectos P-Delta en la dirección de estudio.

### **Desplazamientos horizontales causados por efectos P- delta:**

Según Araque, (2015), “Norma NSR-10 A.6.2.3. muestra que el desplazamiento horizontal inducido por P-delta se debe a un efecto aditivo en las dos direcciones del plano principal, aumentando la deflexión horizontal y las fuerzas internas en la estructura.”

Este efecto debe tenerse en cuenta cuando el índice de estabilidad  $Q_1$  supera 0,10 y debe evaluarse con la carga calculada o fuerza horizontal equivalente (factor de inestabilidad). (pág, 71)

Además, Araque (2015), “Se indica que el índice de estabilidad permite examinar el efecto P-delta del piso  $i$  y la dirección del estudio.” (pág, 72)

$$Q = p_i \Delta cm / V_i H_{pi}$$

(A.6.2-2) NSR-10

$Q_i$ : = El índice de estabilidad no debe exceder 0,30.

$P_i$  = suma de las cargas verticales totales, incluido el peso muerto y las cargas vivas en el  $i$ -ésimo piso.

$\Delta cm$  = deriva histórica calculada en el centro de masa histórico.

$V_i$  = esfuerzo cortante sísmico en la capa  $i$ .

$h_{pi}$  = altura del piso calculada.

**Deriva máxima:** Según Araque, (2015), “El valor de desplazamiento máximo para un punto en el piso  $i$  se calcula como la diferencia  $i-1$  entre el desplazamiento horizontal total máximo del punto en el piso  $i$  y el desplazamiento horizontal total máximo de los puntos ubicados en el eje vertical del mismo piso.” (pág, 73)

$$\Delta max^i = \sqrt{\sum_{j=1}^2} = (\delta tot, j^i - \delta tot, j^{i-1})^2$$

(A.6.3-21) NSR-10

### **Deformaciones y desplazamientos en columnas:**

Al analizar estructuras, siempre debemos estar atentos a las deformaciones. Esto se debe a que a veces se supone erróneamente que es suficiente obtener las fuerzas internas y comprender las tensiones que se producen en varios puntos del sistema. Pero eso es sólo una parte del problema. También necesitamos ver cómo se verá la deformación para ver si está dentro de la tolerancia.

### **Fundamentos del método de la rigidez:**

Según Hibbeler, (2012), “El método de la rigidez se puede utilizar para analizar estructuras estáticamente indeterminadas así como estructuras estáticamente indeterminadas, mientras que el método de la elasticidad requiere un procedimiento diferente para cada caso. Incluso el método de rigidez puede obtener directamente el desplazamiento y la fuerza, pero el método de cumplimiento no puede obtener el desplazamiento y la fuerza. Además, a menudo es mucho más fácil formular las matrices necesarias para realizar operaciones en una computadora utilizando métodos rigurosos y, una vez hecho esto, los cálculos por computadora se pueden realizar de la misma manera. manera efectiva.” (pág, 539)

Determine y relacione las características de fuerza-desplazamiento de cada elemento usando las ecuaciones de fuerza-equilibrio en los nodos. Estas relaciones se agrupan en una estructura denominada matriz de rigidez estructura K estructura.

### **Tercera Dimensión - Las Distorsiones:**

“Para Araque, (2015), p.88), “De acuerdo con la Descripción general de las derivas laterales NTCS-95, una causa típica de las fuerzas laterales en los sistemas estructurales es el movimiento lateral del piso que, de lo contrario, existe entre un piso y el siguiente.” (pág, 88)”

Según se ilustra en la siguiente figura.

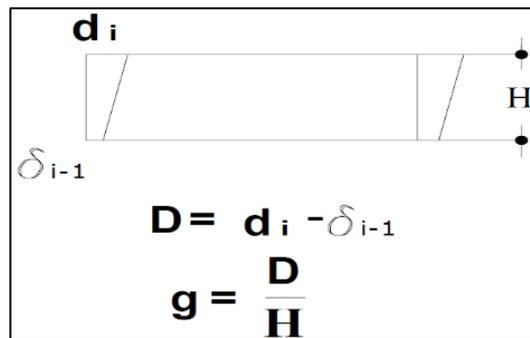


Figura 8: Distorsión admisible de entrepiso. Fuente: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia – Faedis programa de Ingeniería civil Bogotá d.c 2015

"Era necesario obtener una medida adimensional de esta respuesta quitando el extremo lateral de la capa a la altura que se muestra en la figura. Esta medida se llama torsión o desviación de la capa. Resulta que este es un parámetro más importante para comparar diferentes sistemas estructurales, y así determinar la magnitud de los daños que se podrían producir en Araque, (2015)," (pág. 89)

"Este parámetro se denomina coeficiente elástico de la capa y se define como la relación entre el desplazamiento máximo de la capa antes de la rotura y el desplazamiento correspondiente al desplazamiento al que se produce la primera fluencia en una sección determinada. Uno de los principales objetivos del hormigón diseñado sísmicamente es evitar daños a los componentes no estructurales debido a terremotos moderados, que a menudo pueden ocurrir durante la vida útil de un edificio."

### **Desplazamientos laterales de entrepiso:**

Para Araque, (2015), La diferencia entre los sucesivos desplazamientos laterales del piso por acción sísmica, calculados por cualquier método de análisis sísmico, no deberá exceder de 0,006 veces la diferencia en los niveles respectivos, excepto para elementos que hayan llegado a ser incapaces de soportar deformaciones significativas, tales como muros de mampostería, o se encuentren alejados de la estructura principal de forma que no se produzcan daños visibles por deformación, en cuyo caso el límite correspondiente sería 0,012. El desplazamiento será el

obtenido al analizar la fuerza sísmica reducida multiplicada por el factor de comportamiento sísmico. Q. (pág, 89)

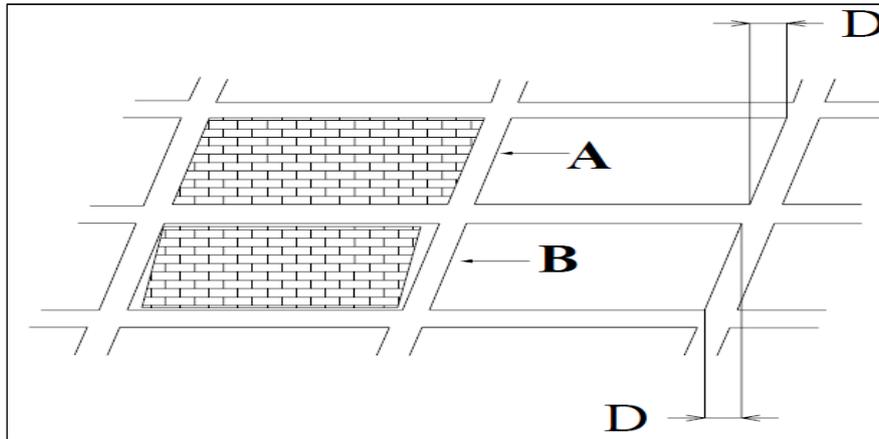


Figura 9: Distorsión admisible de entrepiso. Fuente: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de estudios a distancia – Faedis programa de Ingeniería civil Bogotá d.c 2015

A: La pared está integrada en la estructura.

B: muro separado de la estructura

$g = D/h$  = distorsión de la historia

$g_{adm} = 0.006$  caso A

$g_{adm} = 0.012$  caso B

“Este análisis se realiza para cada cuadro que comprende los tres modales. Estas distorsiones permitidas no deben observarse en todas las columnas. Por lo tanto, el módulo ER puede exceder la tensión máxima permitida.”

### **Desplazamientos relativos y distorsiones en dirección “X”:**

Para Araque, (2015), “Los desplazamientos y las deformaciones se muestran en los niveles 2 - 6 para cada columna X para cada módulo analizado. Se anota el incumplimiento de los casos de deformación admisibles A y B anteriores.” (pág. 90).

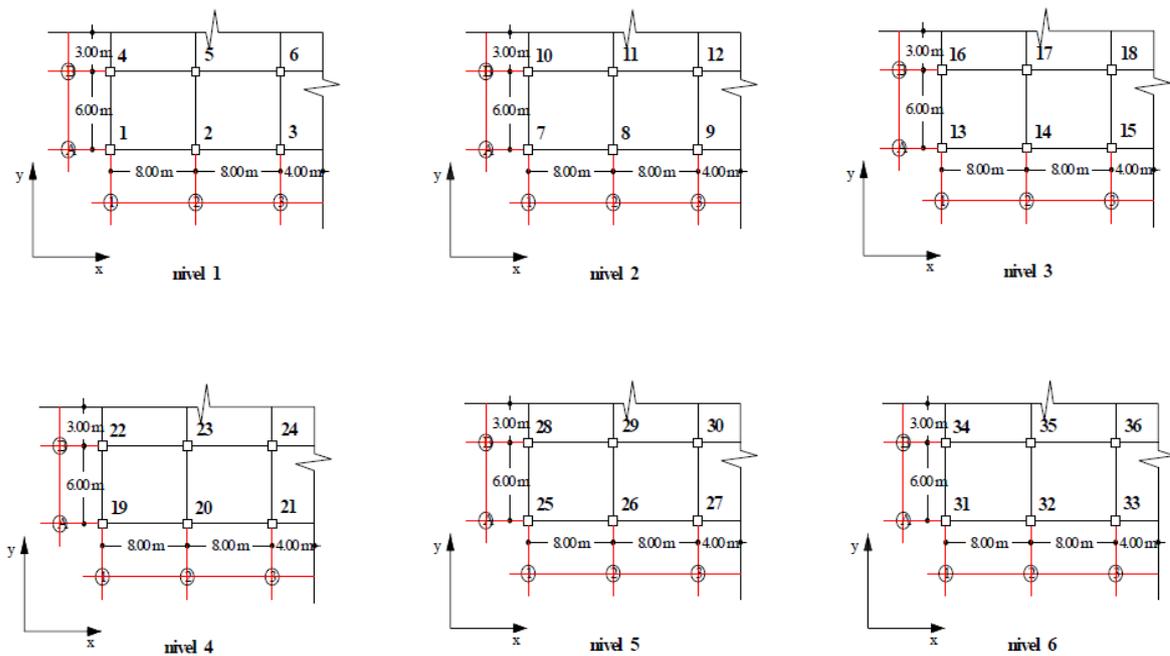


Figura 10: Desplazamiento Relativo y distorsiones en dirección X. Fuente Universidad Militar Nueva Granada

### Método de diseño sísmico basado en desplazamiento estructural:

Según (Araque, 2015, pág. 91), Durante los últimos 10 años más o menos, se han desarrollado programas de diseño de desplazamiento para abordar las deficiencias del diseño basado en fuerzas que se encuentran en la mayoría de los códigos sísmicos. Con este enfoque, los ingenieros estructurales diseñan para compensaciones fijas en lugar de compensaciones extremas. Durante este proceso, las tensiones y rigideces de los distintos elementos no interfieren, ya que se obtienen al final.

Según (Vicente, 2010, p.9), “Las fuerzas cortantes estructurales totales con un cortante de diseño de reacción máximo dado y el amortiguamiento correspondiente obtenido de los requisitos elásticos, el período efectivo  $T$  para el cortante de reacción máximo, la altura efectiva  $H_e$ , los niveles de amortiguamiento se pueden leer de los diferentes grupos del cortante espectro.”

$$K_e = \frac{4\pi^2 \cdot m_e}{T_e^2}$$

donde  $m_e$  es la masa efectiva de la estructura involucrada en la vibración fundamental. La fuerza de diseño transversal, que es la fuerza de diseño de cortante básica, se puede obtener de la siguiente manera:

$$F = V_{base} = K_e \cdot \Delta d$$

“El proceso de diseño es simple. La complejidad radica en determinar las propiedades de la estructura equivalente, identificar cambios de diseño y ampliar el espectro de cambios de diseño. Sin embargo, se deben considerar algunos factores para analizar la estructura de acuerdo con la distribución de desplazamiento de cimentación diseñada por VBASE y la distribución de fuerza sísmica para diferentes ubicaciones de masa discreta.”

### **III. METODOLOGÍA**

## **Método: Científico**

Segun **Muños Rocha (2018)** “El método científico es el que más atención recibe en este trabajo. Este enfoque es flexible y no es necesariamente una construcción que corresponda a la realidad, sino una creación en el curso de la investigación. Podemos estar seguros que el método científico es una forma de acercarse a la realidad, que en sí misma comprende los procedimientos seguidos en la actividad científica, de modo que con estos procedimientos el científico puede planificar, planificar y organizar su trabajo, así como las acciones a realizar. eso.” P. 71

“Teniendo en cuenta estas consideraciones, se aplicará el método científico para aplicar los procedimientos establecidos por el método de investigación, se obtendrán nuevos conocimientos y nuevos comportamientos que puedan surgir de los fenómenos objeto de estudio.”

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo: Aplicada**

Según **Valderrama (2014)**, “La investigación aplicada se basa en la investigación teórica y tiene el propósito específico de aplicar las teorías existentes a la formulación de normas y procedimientos técnicos para controlar etapas o procesos realistas.” p. 39.

"De acuerdo con el análisis presentado en este artículo, se tratará de estudios aplicados; La prueba de diamante es una prueba no destructiva de hormigón después de la prueba de diamante y la prueba de resistencia del hormigón, que se utiliza para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en estructuras de hormigón y utiliza conocimientos teóricos aplicados relacionados con la ingeniería civil. El campo de conocimiento sobre el comportamiento estructural de los elementos de hormigón armado utilizando estructuras armadas en zonas afectadas por la corrosión.”

### **Nivel: Descriptivo**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “La investigación descriptiva se basa en la recopilación de información, de forma independiente o conjunta, sobre el concepto o fenómeno al que se refieren. La investigación correlacional puede comprender hasta qué punto pueden existir conexiones o relaciones entre 2 o más conceptos contextuales o de esquema, también podemos decir que el propósito de la investigación correlacional es dar respuestas a las preguntas de investigación.”

“En el marco que se presenta en este estudio, la medida será tanto descriptiva como correlacional, ya que se identificará el comportamiento estructural y analítico que afecta al medio ambiente y así se conocerán los daños que se produzcan en la casa a través de la prueba”.

### **Diseño: No Experimental**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “En un diseño no experimental no se crean condiciones, sino que se observan condiciones que ya existen, no creadas intencionalmente en el estudio por los investigadores.”

“En un estudio no experimental, las variables independientes aparecen y no pueden ser manipuladas, las variables no pueden ser controladas directamente, ni pueden ser influenciadas por su ocurrencia y consecuencias.”

“Un estudio no experimental es aquel que se lleva a cabo sin manipular intencionalmente las variables, básicamente uno que no cambia intencionalmente las variables independientes. En este estudio, los fenómenos se visualizan tal como aparecen en su contexto, luego se describen y analizan.”

### **3.2 Variables y Operacionalización.**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “Esto nos dice que las variables son propiedades que pueden cambiar y que estos cambios pueden medirse u observarse.”

### **3.2.1 Identificación de Variables.**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “Esto nos reveló que el desglose de las variables en subelementos llamados métricas se puede probar y medir en los proyectos.”

#### **➤ Variable independiente: Refuerzos estructurales.**

##### **Definición conceptual:**

Según **Choque (2017)**, “El reforzamiento estructural es una acción requerida para aumentar la resistencia de los elementos estructurales o de toda la estructura debido a cambios en el uso del edificio, errores en la fase de diseño, modificación de estructuras individuales y/o eliminación del edificio elementos, estándares cambiantes”

##### **Definición Operacional**

“El refuerzo de las estructuras se evaluará según parámetros desarrollados en tres dimensiones: cuerpo de hormigón armado, estructura reforzada con sistema FRP y cuerpo de acero de refuerzo; cada dimensión se divide nuevamente en tres indicadores.”

#### **➤ Variable dependiente: Comportamiento estructural.**

##### **Definición Conceptual**

Según, **Vásquez (2010)**, “Las propiedades sísmicas de las estructuras de hormigón armado han sido más analizadas y estudiadas que cualquier otro tipo de material. Esto se debe, por un lado, a su uso generalizado y, por otro lado, a la dificultad de dotarlo de una flexibilidad que le permita funcionar bien ante movimientos sísmicos adversos. Sin embargo, los recientes desastres sísmicos han puesto de manifiesto las deficiencias en los estándares de diseño y las prácticas de construcción aplicadas, así como el desarrollo y avance de la tecnología sísmica.” p. 24.

### **3.2 Operacionalizacion**

“El comportamiento estructural se evalúa tomando en cuenta el desarrollo en sus tres dimensiones como; refuerzos, derivas y distorsiones; y a su vez cada dimensión se divide en tres indicadores.”

#### **3.2.1 Operacionalización de variables**

“Cada variable de la investigación se agrupa en tres dimensiones, las cuales se dividen en tres indicadores.”

**Se estrena MATRIZ operativa variable**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
VI:  Refuerzo estructurales	Según Nayra, (2017), Los reforzamientos estructurales son las acciones necesarias para aumentar la capacidad resistente de los elementos estructurales o estructura completa, sea el caso, por el cambio de uso de la edificación, errores en la fase del proyecto, modificación y/o eliminación de ciertos elementos estructurales, modificación de criterios, entre otros casos. p. 20.	El refuerzo estructural se evaluara en base a parámetros, para su desarrollo se desglosan en tres dimensiones: Refuerzo con encamisado de concreto armado, Refuerzo de estructuras con sistemas FRP y Refuerzo con encamisado de acero; a su vez cada dimensión se divide en tres indicadores.	Refuerzo con encamisado de concreto armado  Refuerzo de estructuras con sistemas FRP  Refuerzo con encamisado de acero	Elementos sometidos a flexión Esfuerzo cortante Elementos sometidos a flexo compresión Reforzamiento a flexión Reforzamiento a cortante Compresión pura Encamisado de columna Encamisado de viga
VD:  Comportamiento estructural	Para Chávez, (2003), p. 30 Los elementos de concreto armado sometidos a flexión, es imprescindible comprender	El comportamiento estructural se evalúa tomando en cuenta el desarrollo en sus tres	Esfuerzos	Esfuerzo de compresión Esfuerzos de tensión Módulo Elástico

Tabla 2: Matriz de operacion de variables.

<p>claramente este fenómeno dimensiones como; para luego deducir las refuerzos, derivas y expresiones a usar tanto en el distorsiones; y a su vez análisis como en el diseño. El cada dimensión se divide análisis implica en tres indicadores.</p>	<p>Derivas</p>	<p>Desplazamiento Horizontales Índice de deformación acumulada Índice de rigidez de estructura</p>
<p>fundamentalmente la determinación del momento resistente de una sección completamente definida. p. 30.</p>	<p>Distorsiones</p>	<p>Desplazamiento lateral de entrepiso Desplazamientos relativos Distorsiones desplazamiento</p>

Fuente. Elaboracion propia

### **3.3 Población, muestra y muestreo.**

#### **3.3.1 Población**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “La población o también llamado universo es el número total de eventos analizados, donde la población debe tener características comunes o similares, es un conjunto de todos los aspectos que corresponden a un conjunto de normas.”

“Según datos del INEI, la población estudiada está compuesta por 75 instituciones de educación secundaria ubicadas en el distrito de Ates Vitarte.”

#### **3.3.2 Muestra**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “Explique que una muestra es un subconjunto de una sustancia o población. Supongamos que es un subconjunto de elementos pertenecientes a un conjunto definido por sus propiedades, al que llamamos población.”

“La muestra consta de dos pabellones de Alfredo Novel, una institución educativa privada ubicada en Ate Vitarte.”

#### **3.3.3 Muestreo: no probabilístico**

Según **Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez (2014)**, “Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, las muestras obtenidas son de carácter sesgadas y no hay posibilidad de saber cuál es el nivel de confiabilidad. Este muestreo no utiliza la ley de azar ni el cálculo de probabilidades.”

“Consiste en seleccionar un establecimiento educativo por daños estructurales, teniendo en cuenta que este edificio fue construido sin diseño y sin asesoría técnica (ingeniería civil), y no fue utilizado. El material no pasa los criterios de ensayo correspondientes y tiene muchas fallas en su construcción: técnicas y herramientas de recolección de datos, validez y confiabilidad”.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez**

Para el éxito de cada uno de los objetivos específicos planteados se procederá a emplear las siguientes técnicas y herramientas:

#### **3.4.1 Técnica: Observación directa.**

Según **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, “Los datos se recopilan directamente de los objetos capturados a través del registro y se utilizan para interactuar directamente con cada elemento de la muestra, es muy importante comparar la información obtenida mediante el archivo. Esto también nos ayudará a medir el nivel de estructura de parámetros.”

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

Según **Lazar y Leon (2005)**, “Estas herramientas se pueden definir como guías para el análisis de datos cualitativos y para la recolección de datos, cubren el alcance de actividades tales como; formularios de recopilación de datos, listas de verificación personales y cuestionarios.”

“Una de las herramientas para recopilar información es una hoja de inspección previa para verificar si hay algún problema con el edificio. Este examen proporciona una descripción general del entorno y los archivos de recopilación de datos. La información requerida se recopiló a través de este dispositivo. El motivo principal es observar nuestras preguntas y encontrar respuestas, de ahí el nivel estructural de la escuela Alfred Novel Ate Vitarte.”

### 3.4.3 confiabilidad y validez

#### 3.4.3.1 Confiabilidad

Según, **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, "Revela que la confiabilidad es el grado en que el instrumento genera resultados estables y congruentes".

"La seguridad de los datos la brindan firmados y sellos de ingenieros profesionales. Para respaldar la confiabilidad, se obtienen los resultados del programa Etabs y los parámetros mínimos de seguridad de las normas nacionales de construcción." (RNE)

#### 3.4.3.2 Validez

Según, **Sampieri, Collao y Lucio (2014)**, "La validez es la calidad de las pruebas que miden lo que pretenden medir. La prueba debe medir las características específicas de sus variables de diseño."

La validación del instrumento será por juicio de tres ingenieros civiles expertos sobre el tema en estudio.

Grado	Denominación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy Valida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,00	Validez perfecta

Figura 11: Grado - Denominación. Fuente: Internet

Expertos	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
puntaje	85%	70%	75%	0.77%
total	Indice de Validez			0.77%

Figura 12: Coeficiente de Validez por juicio. Fuente: internet

Realizando el análisis de validez se alcanzó un valor 0.77 del cual según la tabla 1. Se interpreta como una excelente validez.

En el anexo 2.1 se presenta la ficha de recopilación de información, con la respectiva validación por el juicio de expertos.

### **3.5 Procedimientos**

#### **Estudio de Mecánica de Suelos y Cimentación**

“Las pruebas de materiales se llevan a cabo en el fondo del suelo para verificar los parámetros de la capacidad de carga del suelo”:

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- composición del agua
- Clasificación SUCS y AASHTO
- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- Densidad máxima del suelo
- Densidad Mínima de Suelos
- Densidad Natural de Suelos

#### **Cálculo de capacidad portante del suelo**

“Seleccione un pozo de prueba representativo (Prueba 1) para determinar la capacidad de carga del suelo. El pozo también fue probado para: densidad de campo, densidad máxima del suelo y densidad mínima del suelo”

#### **Cálculo de asentamiento**

El asentamiento está relacionado con los cambios en la presión intersticial. Primero, necesitamos calcular el cambio en la porosidad del suelo debido a la carga aplicada.

#### **Prueba de diamantina**

Para evaluar la resistencia del hormigón en la estructura se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Cuando han ocurrido anomalías en el desarrollo de la construcción.
- Estructuras antiguas
- Falla del currado
- Aplicación temprana de cargas

### **Parámetros para el análisis sísmico**

“En base a información obtenida de RNE Sismología, el área de estudio se ubica en la zona 4 del sismograma (zona elevada de protección sísmica).”

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Según, **Alvarado y Obagi (2008)**, “Los gráficos de barras permiten analizar los resultados y visualizar el comportamiento frecuencial de los diferentes valores obtenidos en el estudio; por otro lado, las curvas estadísticas representan gráficamente el comportamiento de la muestra de manera continua.”

Utilizar métodos estadísticos descriptivos para analizar e interpretar los resultados obtenidos. Los datos fueron codificados e ingresados en una hoja de cálculo en Office Excel 2016 y algunos gráficos fueron creados en Word 2016.

El análisis de los datos se interpreta de manera descriptiva a partir de números de barra representativos para evaluar el grado de estructuración de esta estructura, se utilizaron los siguientes programas informáticos: AutoCAD versión 17, Excel 2013, Word 2013 y Etabs 15.1.

### **3.7 Aspectos éticos.**

Se deben hacer comentarios sobre el cumplimiento de los aspectos éticos del estudio, teniendo en cuenta:

- Según el artículo 14 del Código de Ética en Investigación UCV, aprobado por resolución del Consejo Universitario de 23 de mayo de 2017 nro. 0126-2017/UCV, si desea realizar una investigación que mencione el nombre de esa unidad de desarrollo, debe obtener el representante legal de esa unidad. Esto se aplica a todo tipo de documentos de investigación: disertaciones, artículos, proyectos de investigación educativa, etc., especialmente cuando se considera la publicación.

- “La investigación en general, y la investigación en salud en particular, debe seguir los principios generales de la bioética, incluyendo Bondad, inocuidad, autonomía, justicia y ética en la investigación de la UCV.”

#### **IV. RESULTADOS**

## 4.1. Descripción de la zona de estudio

“El edificio está ubicado en la Av. Marco Puente Llano Mz, G, Lt, 2A, Distrito de Ate Vitarte, uno de los 43 distritos de la Provincia de Lima, Perú. Se encuentra entre Chakrakayo y Xengira, y su territorio se extiende por 77,72 kilómetros cuadrados”.

### 4.1.1 Ubicación

Este trabajo de investigación se enmarca dentro del área antes mencionada:

- Por el norte con el Distrito Lurigancho – Chosica
- Por el este con Chaclacayo
- Por el sur con Cieneguilla, Pachacamac y la Molina.
- Por el oeste con Santiago de Surco (Monterrico), San Borja, San Luis, El Agustino y Santa Anita.
- Distrito: Ate Vitarte



Figura 13: Zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2 Características de la zona de estudio.**

##### **Recopilación de la información**

“El Instituto Alfred Nobel informa sobre investigaciones en curso, comenzando con una inspección preliminar exhaustiva de la estructura para detectar daños por corrosión y deterioro del hormigón armado dentro de las estructuras.”

#### **4.1.3 Estudios previos.**

##### **Estudio de campo.**

“la actividad en el campo tiene un proceso de diagnóstico que incluye una etapa anterior de recopilación de información del Instituto Alfred Nobel. La etapa inicial debe incluir los siguientes aspectos.”

- Programar también una pre-entrevista con el director para recabar información previa de la institución.
- Se creó un dictamen pericial para determinar la magnitud de los daños. De los edificios dañados para establecer objetivos iniciales con respecto a las propiedades de la estructura y los impactos.
- También se recopila información general sobre el trabajo. Por lo tanto, las inspecciones y la comunicación previa también deben ayudar a recopilar datos sobre el comportamiento de la planta a lo largo de su vida. En este sentido, viene determinada por la fecha y estado de ejecución, uso anterior, daños previos, intervenciones de refuerzo o reparación, etc., así como los aspectos a inspeccionar y colocar y todas sus características, la documentación aumenta desde el principio. del proyecto a la misma.
- Extracción de información de daños. Adjunto croquis y reportaje fotográfico que refleja el estado y naturaleza de la estructura observada.

- Localizar defectos potenciales o mayores. Una inspección visual inicial puede identificar deficiencias importantes en las dimensiones, detalles o ejecución de la estructura.

Entonces se encontraron algunas evidencias o fallas detrás de las instalaciones educativas en el área sin pavimentar. Dentro de la institución, partes de los pabellones y aulas están cubiertas y pintadas, y las imperfecciones y grietas que presenta el proceso de construcción y el estado de las reparaciones son invisibles a simple vista, y no se encuentran los materiales.



Figura 14: Pabellón A la parte frontal. Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se puede apreciar el desgaste de los materiales, así como el deterioro de los ladrillos artesanales de arcilla maciza, de tal manera el problema se extiende en la parte inferior de la construcción. Y así mismo, también se observa que en el tercer piso los encofrados de columnas, vigas y losa se han realizado por etapas.

En el primer piso del pabellón “A” se encontró fisuras en la columna como se muestra en la Figura 15 en la cual se puede apreciar una fisura de gran magnitud,

a esto se añade el mal estado de la estructura en la mayor parte de la columna, vigas y losa, ya que se encuentra con agrietamiento, y además no satisfacen con el RNE.



*Figura 15: Columna fisurada en el pabellón A: Fuente: Elaboración propia*

“Las grietas que se muestran en la Figura 15 son un problema común en la mayoría de los edificios de la capital. Hay muchas razones para esto, como las condiciones ambientales (cambios de temperatura o humedad), los movimientos

del suelo, los errores de diseño o el asentamiento de los cimientos en las primeras etapas después de la construcción.”



*Figura 16: Presencia de oxido en lacolumna. Fuente: Elaboración propia*

“La Figura 16 muestra el deterioro de la columna por carbonización y corrosión del acero en el Pabellón "A" de un establecimiento educativo. El aumento de la carbonización depende en gran medida del contenido de humedad y la permeabilidad especular del hormigón y refleja la corrosión. Alta alcalinidad del

hormigón al reaccionar con sustancias ácidas o la presencia de cloruros en cantidades suficientes.”



*Figura 17: Falla por tensión diagonal-Esfuerzo tangencial en el pabellón A. Fuente: Elaboración propia*

“También se encontró una pared agrietada en el primer piso del Pabellón A en la Figura 17. El problema es la falla por tensión tangencial o la falla por tensión diagonal en las juntas. El tipo de daño en diagonal no es repentino, sino que va

desde el centro hacia los extremos y termina sobre los postes de amarre de lona, no hay suficiente resistencia para evitarlo.”



*Figura 18: Grietas en la estructura del hormigón. Fuente: Elaboración propia*

“En la Figura 18, se observa una fisura entre la columna y la viga en el segundo piso del Pabellón A, problemas estructurales no previstos por cálculos mal elaborados y sobrecargas no planificadas, requiere atención inmediata, puede causar corrosión del blindaje o productos químicos no deseados. reacciones en el material.”



Figura 19: Columnas desfazadas en los niveles 2 y 3. Fuente: Elaboración propia

“En la figura 19 en el tercer piso se ve claramente que la columna del último piso no está alineada, el proceso constructivo se realizó por partes como el encofrado de columna, viga y losa, los cuales son ocasionados por un mal proceso constructivo y en la cual se presenta las fallas estructurales.”



Figura 20: Procedimientos de construcción inadecuados. Fuente: Elaboración Propia

“En la imagen que se presenta en la Figura 20 del tercer piso del pabellón A se encuentra en un mal estado de mantenimiento en donde ocasiona problemas en cuanto a la corrosión y el deterioro de las columnas, vigas, y losa y también se puede observar la falla del muro confinado en donde presenta un mal proceso constructivo.”



Figura 21: Fisura en losa de estructura nivel 3. Fuente: Elaboración propia

“Figura 21 Grietas en la tubería de desagüe del tercer piso del pabellón A, defectos arquitectónicos por revestimiento inadecuado, ventajas de material incorrectas y errores evidentes en el control de calidad, defectos de construcción debido a cálculos incorrectos debido a la alta humedad en invierno y errores de diseño, construcción Adagio Pabellón Corrosión elemental muy caliente.”



Figura 22: Procedimientos constructivo inadecuados. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 22 en la parte posterior de la institución educativa se observa el deterioro del ladrillo y mal proceso constructivo en la colocación de los ladrillos King Kong.



Figura 23: Vista frontal pabellón A. Fuente: Elaboración propia

“La parte frontal del pabellón A en la Figura 23 se evidencia que la columna no esta alineada, este problema de las fallas estructurales traería consecuencias frente un eventual sismo, y pueden causar pérdidas humanas. Por la inadecuada evacuación de los estudiantes ante un eventual terremoto.”



Figura 24: Vista frontal pabellón C. Fuente: Elaboración propia

“El pabellón “C” también presenta casi las mismas condiciones y características que el pabellón “A”, en lo cual la parte interna se observa como si no presentara fallas estructurales, pues se encuentra bien mantenido como el pintado y resanado es por ende a simple vista no se puede observar las fisuras.”



Figura 235: Vista panorámica. Fuente: Elaboración propia

“El Colegio Privado Alfred Nobel consta de los cinco pabellones que se muestran en la imagen, con un área de cinco mil metros cuadrados, donde se implementó el proyecto. Comportamiento estructural de elementos de hormigón armado mediante refuerzo estructural en áreas afectadas por la corrosión. terminado.”

#### **4.1.4 Ensayos de laboratorio**

##### **Estudio de Mecánica de Suelos y Cimentación**

“La investigación de suelos, también conocida como ingeniería geotécnica, es un conjunto de actividades que permiten obtener información sobre una topografía específica. Por lo tanto, las pruebas utilizadas para determinar la capacidad portante del suelo son muy importantes para la realización del estudio.”

##### **Calicatas**

“la actividad que se realizó fue excavar el número uno de calicata en el lugar de estudio, en donde se encuentra ubicado en la Av. Marco Puente Llano Mz, G, Lt, 2A, en el distrito de Ate Vitarte con el propósito de obtener la capacidad portante del suelo.”



Figura 26: Calicota para la muestra de suelo. Fuente: Elaboración propia

### **Objetivo del estudio de suelos.**

TEMA PRINCIPAL DE ESTE INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO:  
" COLEGIO ALFRED NOBEL, UBICADO EN AV. PUENTE MARCO LLANOS, Mz. G, Tte. se pretende verificar Como resultado, determine las propiedades físicas, químicas y de resistencia del material de muestra, realice una clasificación unificada del suelo y obtenga el tipo de suelo del fondo de la cimentación."

### **Clima, geología y topografía.**

"El tipo de clima del área de estudio es tipo dd-S (desierto seco subtropical), con menor precipitación en invierno, precipitación media anual es 15625 - 31.25 mm, humedad relativa 64.00 - 32.00%. Temperatura biológica media anual en grados Celsius de 18° a 24°."

"Las características geológicas del área de estudio son rocas sedimentarias del Cretácico, Grupo Jura, Formación Goyllarisquizga, Fms. Santa, Pamplona, Morro Solar, Murco, Muni y Shipin forman localmente facies continentales. El relieve y las ondulaciones del relieve son pendientes semiempinadas."

## **Alcance de trabajo.**

El propósito de este estudio es:

1. Verificar las propiedades físicas y mecánicas de la base (en la zona de profundidad del desnivel) para asegurar la capacidad portante del piso.

2. El informe proporciona parámetros geotécnicos tales como: Por ejemplo:

Profundidad de la rugosidad de la cimentación, tipo de cimentación, capacidad portante de las estructuras existentes, posible asentamiento, parámetros sísmicos.

3. "Plan para realizar estudios de campo, pruebas de laboratorio y trabajos administrativos para obtener los parámetros de diseño anteriores y finalizar la metodología a utilizar. Los pisos y cimentaciones se tienen en cuenta en la norma técnica Código Nacional de Edificación E 050 2017 y la resistencia sísmica en la norma técnica E 030."

- "Los ensayos de materiales realizados en el fondo de las cimentaciones para comprobar los parámetros de capacidad portante del suelo son los siguientes:"Análisis de tamaño de malla
- composición del agua
- Clasificación SUCS y AASHTO
- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- Densidad máxima del suelo
- Densidad Mínima de Suelos
- 
- Densidad Natural de Suelos

## **INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Se llevó a cabo un programa de investigación del sitio (perforaciones) para determinar las características geotécnicas del subsuelo en el área de estudio. Cada sitio se selecciona cuidadosamente para realizar pruebas en nuestro laboratorio de control de calidad. En total, se excavó un tajo abierto, designado C-1. La ubicación, tamaño de muestra, profundidad y descripción de las excavaciones realizadas se muestran en el #01. en la mesa. Lista detallada de cortes.

La profundidad del pozo de prueba fue de 1,50 metros por debajo del terreno existente. Para cada fosa se identificó el perfil estratigráfico del suelo y se utilizaron el material se clasifica de acuerdo a los procedimientos de campo establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). No se observaron cambios en la roca durante la excavación. Se recolecta una muestra representativa y se identifica fácilmente en una bolsa de polietileno y se transporta al laboratorio para realizar pruebas de rendimiento físico y mecánico.

Tabla 3: Datos de la calicata.

<b>RELACIÓN DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS</b>				
<b>N°</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROF.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NIVEL FREÁTICO</b>
<b>CALICATA 1</b>	M – 1	1.50 m	GP – GM	-

Fuente. Elaboracion propia

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Para tal efecto, se realizaron las siguientes pruebas de acuerdo a los estándares de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.):

Tabla 4: Ensayo estandar de suelos.

<b>NOMBRE DE ENSAYO</b>	<b>USO</b>	<b>MÉTODO AASHTO</b>	<b>ENSAYO ASTM</b>	<b>PESO DE MUESTRA</b>	<b>PROPOSITO</b>
<b>Análisis Granulométrico</b>	Clasif.	T88	D2216	5,000 gr	Determinación de la distribución granulométrica del suelo
<b>Limite Líquido</b>	Clasif.	T89	D4318	100 gr	Encuentre el contenido de agua entre los

					estados líquido y plástico.
<b>Límite Plástico</b>	Clasif.	T89	D4318	100 gr	Averigüe el contenido de agua entre plástico y semisólido.
<b>Índice de Plasticidad</b>	Clasif.	T89	D4318	100 gr	La diferencia entre LL y LP
<b>Contenido de Humedad</b>	Clasif.		D2216	500 gr	Determinar el % de humedad del suelo.
<b>Densidad Máxima y Mínima de Suelos</b>	Capacidad Portante		D4253-00(2006) y D4254-00(2006)e1	30,000 gr	Determina la densidad del suelo con cantidad máxima y mínima relativa de vacíos.
<b>Densidad Natural</b>	Capacidad Portante		D1556-07	5,000 gr	Determina la relación entre peso y volumen del suelo.

*Fuente. Elaboracion propi*

## **Perfil estratigráfico de suelos**

### **Clasificación de suelos**

“El suelo fue identificado y clasificado de acuerdo a las especificaciones del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la norma ASTM-2487-69.”

## Propiedades físicas

“Para las pruebas discutidas, se puede proporcionar una breve descripción de las pruebas y el propósito de cada prueba. Cabe señalar que los ensayos físicos corresponden a ensayos que determinan las características de los indicadores del suelo y permiten clasificarlos.”

"Límite líquido (ASTM D-423) y límite plástico (ASTM D-424). La plasticidad del suelo se llama elasticidad. Depende de la cantidad de arcilla en el material. Dependiendo del contenido de agua, el material pasa por tres estados distintos: líquido, plástico y seco. Si el agregado tiene cierto contenido de agua y no se puede formar debido a la humedad, se le llama semifluido. Cuando se retira el agua, cuando el suelo aún está húmedo, comienza a tomar una consistencia moldeable y trabajable, está en estado plástico.”

“A medida que se elimina el agua, la trabajabilidad disminuye, y cuando intenta ajustar la forma, se forman grietas, lo que se dice que es un estado semi seco (ASTM D-423), y el límite plástico es la cantidad de agua que transiciones de plástico a semi seco (ASTM D-424)”.

*Tabla 5: Limite líquido - Limite plástico.*

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO				LIMITE LASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	13	5	18		22	21
Peso Cápsula + suelo húmedo (g)	73.55	73.5	74		44.8	44.8
Peso Cápsula + suelo seco (g)	60.22	611.5	60.3		40.5	40.9
Peso del agua (g)	13.33	12	13.7		4.3	3.18
Peso de la cápsula (g)	24.3	25.9	22.39		23.8	26
Peso del suelo seco (g)	35.92	35.6	37.91		16.7	14.9
Contenido de humedad (%)	37.11	33.71	36.14		25.75	21.34
Número de golpes	13	18	28			

*Fuente.Elaboracion propia*

**Interpretacion:** Las pruebas con suelo mostraron un límite líquido (%) de 35 y un límite plástico (%) de 24 e IND de acuerdo a la tabla mostrada. 11 de plástico (%).

Tabla 6: Resultados de la muestra extraída.

Resultados de ensayos	
De limite líquido (%)	35
Limite plástico (%)	24
IND. Plástico (%)	11

Fuente. Elaboracion propia

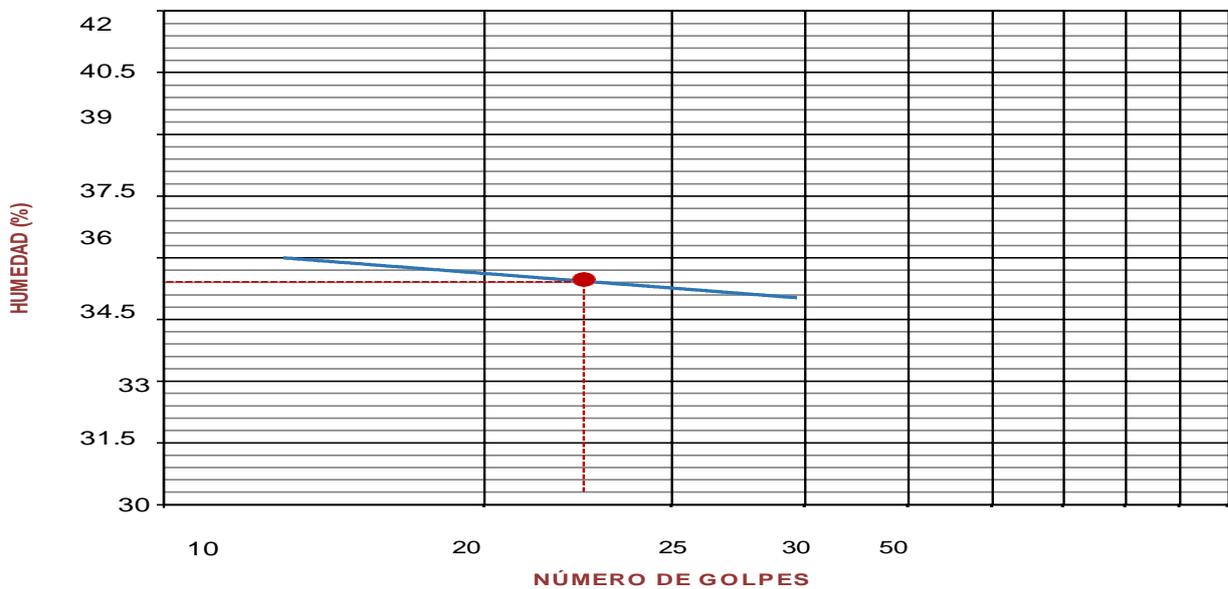


Figura 27: Diagrama de fluidez. Fuente. Elaboracion propia

### Analisis Granulométrico

“Las medidas del tamaño de las partículas se determinan tamizando o pasando el agregado a través de tamices de varios diámetros hasta 200 de malla. Para tamices (tamices con un diámetro de 0,074 mm), el material que pasa por el tamiz se considera intacto. es la distribución del tamaño de partícula de las partículas del suelo. Se realizaron pruebas de sedimentación para determinar la distribución de tamaño de las partículas de tamaño insuficiente. El resultado del

análisis del tamaño de partícula es una curva de tamaño de partícula que traza el diámetro de la malla frente al porcentaje acumulativo de la malla que pasa o permanece para el uso previsto del agregado.”

Tabla 7: Analisis granulometrico.

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS</b>				
<b>MALLAS</b>		<b>RETENIDO</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>PASA (%)</b>
<b>SERIE</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>ACUMULADO</b>	
<b>AMERICANA</b>	(mm)	(%)	(%)	
<b>3"</b>	75			100
<b>2.1/2"</b>	62.5	2	2	98
<b>2"</b>	50	9	11	89
<b>1.1/2"</b>	37.5	7	18	82
<b>1"</b>	25	9	27	73
<b>3/4"</b>	19	9	36	64
<b>1/2"</b>	12.5	8	44	56
<b>3/8"</b>	9.5	8	52	48
<b>1/4"</b>	6.25	6	58	42
<b>N° 4</b>	4.75	10	68	32
<b>N° 6</b>	3.35	9	77	23
<b>N° 8</b>	2.36	5	82	18
<b>N° 10</b>	2	2	84	16
<b>N° 16</b>	1.18	3	87	13
<b>N° 20</b>	0.85	2	89	11
<b>N° 30</b>	0.6	1	90	10
<b>N° 40</b>	0.425	2	92	8
<b>N° 50</b>	0.3	2	94	6
<b>N° 80</b>	0.177	1	95	5
<b>N° 100</b>	0.15		95	5
<b>N° 200</b>	0.075	2	97	3
<b>-200</b>	ASTM C 117-04	3	100	-

Fuente.Elaboracion propia

Tabla 8: Datos del agregado.

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO			
Limite liquido	(%)	(ASTM D 4318-05)	35
Limite plástico	(%)	(ASTM D 4318-05)	24
Indicé plástico	(%)	(ASTM D 4318-05)	11
Clasificación SUCS		(ASTM D 4318-05)	GP – GM
Clasif. Para el uso		(ASTM D 4318-05)	
En vias de transporte			A – 1 –a(0)

Fuente. Elaboracion propia

**Interpretacion:** “De acuerdo con la clasificación ASHTO, el análisis encontró que el suelo era un buen suelo. Los resultados de la investigación de suelos realizada en la institución educativa privada Alfred Nobel av. Puente Markoss Llanoss, mz. g, lt. 2a, en la zona de Ate Vitarte, muestra una buena curva de tamaño de grano y cumple con los parámetros especificados en la especificación del Código Nacional de Construcción.”

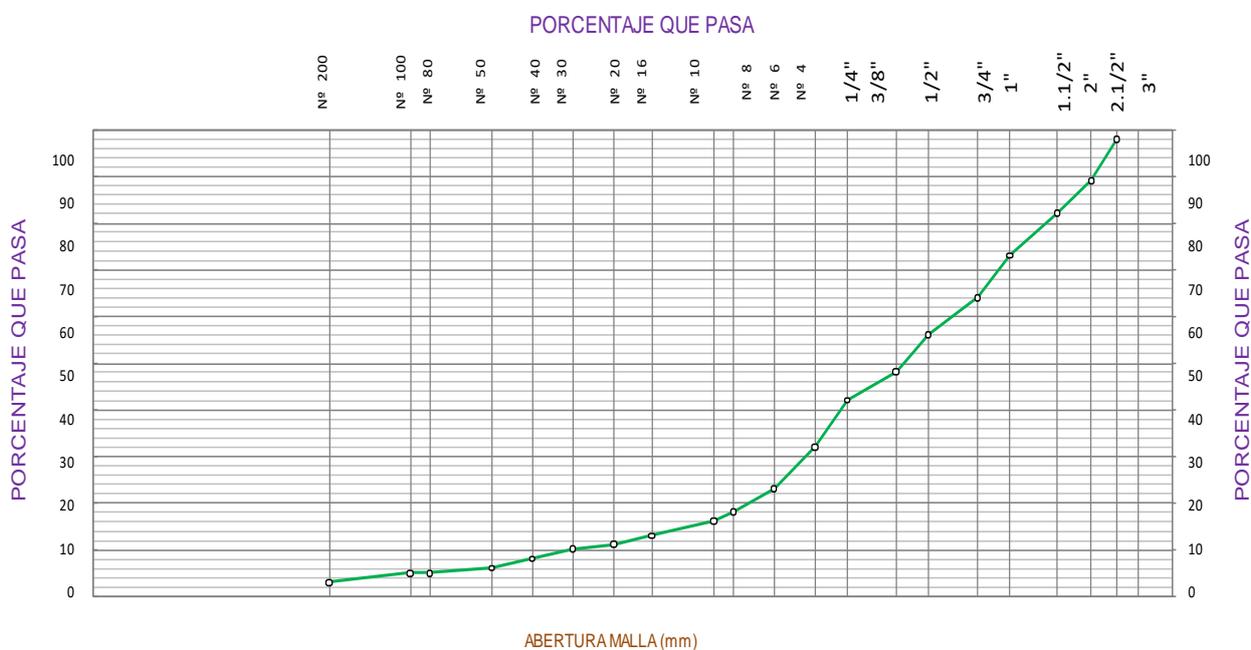


Figura 28: Porcentaje que pasapor malla. Fuente. Elaboracion propia

## Contenido de Humedad Natural

“El contenido de humedad (ASTM D-2216) indica la cantidad de agua contenida en una muestra expresada como porcentaje del peso del agua dividido por el peso del material seco. Los resultados del contenido de humedad se muestran en la Tabla 04: Contenido de humedad como se muestra a continuación.”

Tabla 9: Contenido de humedad.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>HUMEDAD</b>	<b>SUCS</b>
		(m)	(%)	
<b>C – 1</b>	<b>M – 1</b>	0.00 – 1.50	1.2 %	<b>GP – GM</b>

Fuente: Elaboración propia

## Clasificación sucs y aashto

“Las diferentes capas del suelo están determinadas por el tamaño de las partículas. Por lo general, ocurren en combinaciones de dos o más tipos de suelo diferentes. Para determinar el rango de tamaño de partícula (gradiente), use las siguientes pruebas de estabilidad estándar para determinar el límite de consistencia. Uno de los sistemas de clasificación de suelos más comunes es el Sistema Unificado, que clasifica los suelos según la nomenclatura y los términos simbólicos.”

“El sistema de clasificación de construcción de carreteras AASHTO también se usa ampliamente. Los suelos también pueden clasificarse en términos generales como porosos, de grano grueso o de grano fino, granulares o no granulares, cohesivos, semicohesivos y no cohesivos.”

“Los resultados del análisis del índice de desempeño y tamaño de partícula se muestran en la Tabla no. 05: "Clasificación de suelos", que resume los principales resultados de los materiales ensayados, incluida la clasificación SUCS.”

Tabla 10: Clasificación de suelos.

<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA N°</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>CLASIF. SUCS</b>	<b>CLASIF. AASHTO</b>
<b>C – 1</b>	M – 1	0.00 – 1.00	GP – GM	A – 1 – a (0)

Fuente: Elaboración propia

### Perfil estratigráfico

“Para elaborar un perfil estratigráfico es necesario clasificar el material obtenido mediante el análisis y ensayo de laboratorio de las muestras extraídas del yacimiento. La interpretación de los resultados obtenidos permite la clasificación de suelos y la creación de perfiles estratigráficos.”

### Calicata N° 1.

“Altura de 0,00 a 1,50 metros. Hay suelos de grava mal seleccionados que contienen limo y arena (GP - GM). De color marrón claro, plasticidad media, bajo contenido de humedad, sin agua subterránea. Este pozo de prueba tiene una proporción menor de cantos rodados de entre 3 y 6 pulgadas de diámetro.”

### Nivel freático

“Durante la investigación de campo, se controló el nivel del agua subterránea en el área de estudio, pero no se encontró ningún nivel de agua subterránea. ”

### Propiedades mecánicas del suelo in situ.

“Con base en la ubicación de los cimientos estructurales y la profundidad esperada para soportar estos suelos, se realizaron pruebas de campo usando el método de cono de arena según ASTM D 1556 para medir las capas de densidad de estos suelos in situ.” El resultado es:

Tabla 11: Densidad de campo.

<b>PERFORACIÓN</b>	<b>DENSIDAD HÚMEDA (g/cm<sup>3</sup>)</b>
--------------------	---

---

Densidad de campo a 1.00 metro de  
profundidad, a partir del nivel del  
terreno actual

---

1.625

Fuente: Elaboración propia

### Sismicidad del área de estudio

De acuerdo con la información sísmica, el área de estudio se ubica en el mapa de zonas en la zona 4 (zona de alta sensibilidad sísmica).

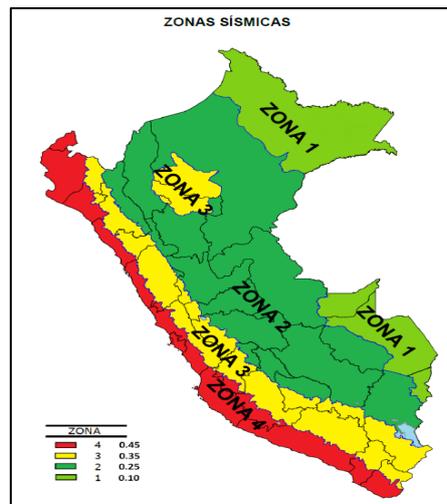


Figura 29: Mapa con zonas sísmicas. Fuente RNE

“Sobre la norma técnica de edificación E 030 (Proyecto de resistencia sísmica). El esfuerzo cortante total (V) en la zapata se calculará de acuerdo con los criterios de diseño sísmico bajo las siguientes condiciones.”

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

Dónde:

Z: factor de zona

U: factor de uso e importancia

S: factor suelo

C: coeficiente de ampliación sísmica

P: peso total de la edificación

R: coeficiente de solicitaciones sísmicas

El factor zona se obtiene de la siguiente tabla, siendo este igual a 0.45:

Tabla 12: Factor de zona.

<b>FACTORES DE ZONA</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
<b>4</b>	0.45
<b>3</b>	0.35
<b>2</b>	0.25
<b>1</b>	0.10

Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

“A continuación, se dan a conocer los parámetros sísmicos para obtener un perfil de suelo tipo S – 2, correspondiente al tipo de material identificado con los sondeos realizados.”

Tabla 13: Parametros sismicos

PERFIL DE SUELO S – 2	Z	S	Tp	TL
<b>Suelo Intermedio</b>	0.45	1.05	0.60	2

Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones

## ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO

Los resultados del análisis químico presentado a continuación pertenecen a la Calicata 1. Esta calicata fue elegida de manera alterna para los ensayos químicos.

Tabla 14: Resultados de ensayos quimicos.

CALICATA	PROF.	AGREGADOS	POTENCIAL DEL HIDRÓGENO	CLORUROS COMO IÓN CI	SULFATOS COMO IÓN SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
			(pH)	ppm	ppm
<b>C-1 (M – 1)</b>		Fino	7.01	566.30	<b>960.23</b>

	0.00 m – 1.50 m	<b>Gruoso</b>	<b>6.80</b>	<b>585.22</b>	<b>771.02</b>
--	--------------------	---------------	-------------	---------------	---------------

*Fuente: Elaboracion propia*

“Con base en estos resultados de laboratorio, se puede determinar que la exposición al cloruro es aceptable. Según la norma RNE E 060, el pH del suelo se considera neutro y los niveles de sulfato moderados. por lo tanto, el fondo no está amenazado por un ataque químico.”

### Cálculo de capacidad portante del suelo

“Para la profundidad de 1.00 metros del suelo se encuentra el fondo de cimentación (distribución de presiones). La característica del estrato existente tiene una clasificación SUCS y AASHTO de GP – GM (Grava mal graduado con limo y arena) y A - 1 - a (0), respectivamente.”

“Sus propiedades de resistencia están determinadas principalmente por el ángulo de fricción interna, que se puede estimar a partir de la densidad relativa del suelo.”

$$D_r = \frac{\gamma_{\max}}{\gamma_{\text{nat}}} \times \frac{(\gamma_{\text{nat}} - \gamma_{\min})}{(\gamma_{\max} - \gamma_{\min})} \times 100\%$$

Donde:

Tabla 15: Densidad y grados de compacidad del suelo.

PERFORACIÓN	CALICATA 1
<b>Densidad Máxima <math>\gamma_{\text{máx}}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.658</b>
<b>Densidad Mínima <math>\gamma_{\text{mín}}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.593</b>
<b>Densidad Natural <math>\gamma_{\text{nat}}</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.625</b>

Fuente: Elaboración propia

Mediante la relación de Meyerhoff, se puede obtener el ángulo de fricción interno del Suelo:

$$\phi = 25 + 0,15xD_r$$

$$D_r = 64.94 \%$$

$$\phi = 34.7^\circ$$

Desplazamiento directo del suelo en condiciones de drenaje consolidado ASTM D 3080 se realizó en laboratorio el análisis de corte directo con lo que obtuvo los siguientes resultados.



Figura 30: Instrumento para el corte directo. Fuente internet

Tabla 16: Resultados de la muestra.

ESFUERZO NORMAL		49.0 KPa		98.1 KPa		196.1 KPa	
Etapa	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (cm)	2.02	1.90	2.02	1.86	2.02	1.76	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	63.4	59.66	63.40	58.56	63.40	55.25	
Humedad (%)	34.50	38.50	34.30	35.70	34.80	33.90	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.28	1.36	1.28	1.39	1.27	1.46	
Esfuerzo Corte (KPa)	38.8		61.8		123.0		

Desplazamiento Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 KPa (2 kg)				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPa (4 kg)				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPa (8 kg)			
	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (KPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (KPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (KPa)
0.00	0.981	0.0	0.0	0.0	1.268	0.0	0.0	0.0	2.089	0.0	0.0	0.0
0.25	1.055	19.0	73.6	23.4	1.324	32.0	125.8	40.1	2.173	56.0	222.0	70.7
0.50	1.088	24.0	93.7	29.8	1.352	39.0	153.9	49.0	2.236	72.0	266.2	91.1
0.75	1.111	27.0	105.7	33.7	1.385	43.0	169.9	54.1	2.254	78.0	310.2	96.8
1.00	1.129	29.0	113.7	36.2	1.411	45.0	177.9	56.7	2.323	84.0	334.2	106.5
1.25	1.144	30.0	117.8	37.5	1.439	47.0	185.9	59.2	2.384	89.0	354.3	112.8
1.50	1.157	31.0	121.8	38.8	1.456	48.0	190.0	60.5	2.439	92.5	368.3	117.3
1.70	1.172	31.0	121.8	38.8	1.477	49.0	194.0	61.8	2.493	96.0	382.3	121.8
2.00	1.190	31.0	121.8	38.8	1.507	49.0	194.0	61.8	2.531	97.0	386.4	123.0
2.25					1.540	49.0	194.0	61.8	2.564	97.0	386.4	123.0
2.50									2.594	97.0	386.4	123.0

Fuente. Elaboracion propia

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Calicata 1, Muestra 1  
 PRESENTACIÓN : Muestra alterada  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 metros

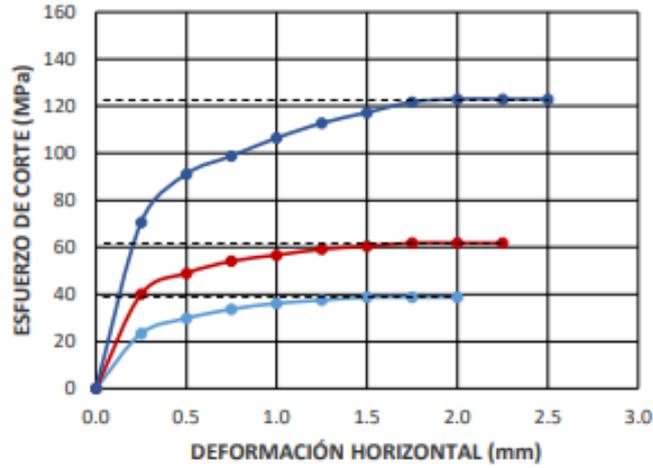


Figura 31: Esfuerzo-Deformacion. fuente. Elaboracion propia

MARCA : ELE INTERNATIONAL  
 PRODUCTO N° : EQUIPO DE CORTE DIRECTO  
 N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

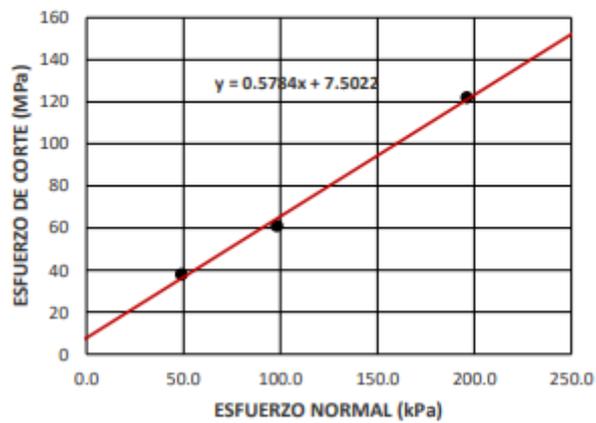


Figura 32: Esfuerzo corte-Esfuerzo nominal. Fuente: Elaboracion propia

Resultados del ensayo:

Cohesión  $\text{kg/cm}^2 = 0.5$

Angulo de fricción:  $30^\circ$

Las características de cohesión de este material se están considerando nulas por ser un material granular sin cohesión, con escaso material pasante el Tamiz N°200. Por tal motivo para efecto de cálculo se está considerando una cohesión de:

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

Al combinar la teoría de Carl Tersage y la fórmula general de Meyerhoff, la capacidad de carga permisible se puede encontrar con las siguientes condiciones:

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} \left[ cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0,5\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \right]$$

Dónde:

Peso volumétrico del suelo sobre y debajo del N.F.Z.

$$\gamma_{nat} = 1.625 \text{ g/cm}^3$$

Ancho de zapata

$$B = 1.50 \text{ m}$$

Longitud de zapata

$$L = 1.50 \text{ m}$$

Desplante de cimentación

$$D_f = 1.00 \text{ m}$$

Factor de seguridad

$$F.S = 3.00$$

- **Factores de capacidad de carga, en función de  $\phi$ :**  $N_c, N_q, N_\gamma$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

- **Factores de Forma:**  $F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$

$$F_{cs} = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) \left( \frac{N_q}{N_c} \right) \quad F_{qs} = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) \tan \phi \quad F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left( \frac{B}{L} \right)$$

L = Longitud de la cimentación (L>B)

- **Factores de Profundidad:**  $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$

Para  $D_f / B \leq 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \left( \frac{D_f}{B} \right) \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - 2 \sin \phi)^2 \left( \frac{D_f}{B} \right) \quad F_{\gamma d} = 1$$

Para  $D_f / B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right) \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - 2 \operatorname{sen} \phi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right) \quad F_{\gamma d} = 1$$

- **Factores de inclinación de la carga** :  $F_{ci}$ ,  $F_{qi}$ ,  $F_{\gamma i}$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2 \quad F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

$\beta$  = pendiente de la carga en la cimentación con respecto a la vertical. Los coeficientes se calculan para los parámetros indicados y se expresan de la siguiente manera:

Tabla 17: Factores de diseño.

FACTOR DE CARGA		FACTORES DE FORMA		FACTORES DE PROFUNDIDAD		FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA	
<b>N<sub>c</sub></b>	37.13	F <sub>cs</sub>	1.66	F <sub>cd</sub>	1.36	F <sub>ci</sub>	<b>1.00</b>
<b>N<sub>q</sub></b>	24.69	F <sub>qs</sub>	1.64	F <sub>qd</sub>	1.25	F <sub>qi</sub>	<b>1.00</b>
<b>N<sub>γ</sub></b>	<b>32.77</b>	<b>F<sub>γs</sub></b>	<b>0.60</b>	<b>F<sub>γd</sub></b>	<b>1.00</b>	<b>F<sub>γi</sub></b>	<b>1.00</b>

Fuente. Elaboración propia

Usando estos parámetros, se puede determinar que la capacidad portante es aceptable, definida de la siguiente manera:

$$q_{adm} = 3.30 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de asentamiento

El asentamiento elástico para un suelo granular se puede determinar a partir de la siguiente relación (Harr 1966): Tenga en cuenta, sin embargo, que esta fórmula supone que está colocando la zapata en el suelo.

$$S_e = \frac{Bq_0}{E_s} x \left[ 1 - \mu_s^2 \right] x \alpha$$

A continuación, se muestran valores característicos para el proyecto:

Tabla 18: Relacion entre el tipo de material y relacion de Poisson.

TIPO DE SUELO	RELACIÓN DE POISSON ( $\mu$ )
<b>Arena Suelta</b>	0.20 – 0.35
<b>Arena Densa</b>	0.30 – 0.40
<b>Arena Fina</b>	0.25
<b>Arena Gruesa</b>	0.15
<b>Rocas</b>	0.15 – 0.25

Fuente. Elaboracion propia

Tabla 19: Relacion entre tipo de material y modulo de elasticidad.

TIPO DE SUELO	Es (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Arena Suelta</b>	<b>100 – 250</b>
<b>Arena Densa</b>	<b>500 – 1000</b>
<b>Grava Arenosa Suelta</b>	<b>500 – 1400</b>
<b>Grava Arenosa Densa</b>	<b>800 – 2000</b>

Fuente. Elaboracion propia

El factor de forma es expresado mediante la siguiente relación:

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right], \quad m = L/B$$

Dónde:

- L: longitud de cimentación.
- B: base de cimentación

En resumen, los valores de la tabla se reemplazan en la expresión de facturación.

Por lo tanto, el posible resultado de la declaración de la capacidad portante del suelo:

Tabla 20: Asentamiento para el suelo.

ASENTAMIENTO PARA LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO			
<b>B x L</b>	: 1.50 m x 1.50 m	<b>q<sub>o</sub></b>	: 3.30 kg/cm <sup>2</sup>
<b>μ<sub>s</sub></b>	: 0.35	<b>E<sub>s</sub></b>	: 1000 kg/cm <sup>2</sup>
<b>α</b>	: 0.91	<b>S<sub>e</sub></b>	: <b>0.39 cm</b>

Fuente: Elaboracion propia

“Aunque se calculó de forma conservadora, el asentamiento logrado fue menor al permitido por el Código Nacional de Edificación E.050, que establece que el asentamiento debe ser menor a 2,5 cm, por lo que la estructura de hormigón de cimentación del proyecto podría aceptar tierra y piedra.”

“Este informe técnico corresponde al estudio de mecánica de suelos y cimentaciones y comprueba la capacidad portante técnica, ESCUELA ALFRED NOBEL, UBICADA EN AV. MARCOS PUENTE LLANOS, Mz. G, Lt. 2A, DISTRITO DE ATE VITARTES, LIMA”

### Prueba de diamantina

#### Equipo

Los testigos cilíndricos se obtuvieron con una sonda equipada con un taladro de diamante. Los calibradores o verniers tienen un paso de al menos 0,5 mm.



Figura 33: Instrumento para extraer muestra de concreto. Fuente: Internet

## De la extracción

El hormigón ha ganado suficiente resistencia para no perder la conexión entre el árido y el mortero al cortarlo. En todos los casos, el hormigón debe tener al menos 14 días. Se tomarán tres muestras para cada resultado de resistencia por debajo de la resistencia a compresión del hormigón  $f_c$ .

Primero determinamos de qué elementos se obtendrá el núcleo de diamante, en nuestro caso son de las columnas y vigas del módulo estudiado, luego codificamos los puntos para registrarlos y continuamos con la preparación del taladro de losa de los elementos de núcleo de hormigón que se extrajeron. y las muestras se protegieron de la pérdida de humedad con una cubierta de plástico después de la extracción hasta el análisis 7 días después de la adquisición.

En la figura 30 se presenta un escáner en donde detecta el acero en la columna del primer piso del pabellón "A" y los aceros de los estribos, para poder extraer los testigos cilíndricos para ensayo de compresión.



Figura 34: Instrumento escaner para detectar acero de refuerzo. Fuente: Elaboración propia

## Extracción de testigos diamantinos

En la Figura 31, en el primer piso del pabellón "A", continuamos utilizando un palpador equipado con un taladro de diamante para obtener testigos cilíndricos para ensayos de compresión.



Figura 35: Datos para la muestra de diamantina. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31, en el segundo piso del pabellón "A", continuamos utilizando un palpador equipado con un taladro de diamante para obtener testigos cilíndricos para ensayos de compresión.



Figura 36: Proceso de extracción de muestra. Fuente: Elaboración propia

La Figura 32 muestra el ejemplo 1 tomado de columnas y vigas, testigos cilíndricos para ensayos de compresión.

### Preparación, conservación, aprobación.

Los testigos tendrán planos paralelos entre sí y perpendiculares al eje de la probeta.

“Si la protuberancia o irregularidad de la superficie de ensayo supera los 5 mm, debe eliminarse mediante un aserrado.”

La determinación de la longitud del testigo se dará utilizando 5 medidas de nora, aproximadamente más o menos 1 mm



Figura 37: Muestra de concreto. Fuente: Elaboración propia

### Corte de los diamantinos



Figura 38: Perfilado de las muestras antes de la rotura: Fuente. Internet

### **Preparación, curado, refrendado**

“Según ACI, si el hormigón de la estructura se secará en condiciones de servicio, se recomienda que el núcleo se exponga al aire (temperatura entre 15 y 300 grados Celsius y humedad relativa inferior al 60 % antes de la prueba) durante 7 días y debe someterse a prueba en seco. Si la superficie de hormigón de la estructura en estas condiciones de servicio está húmeda, el núcleo debe sumergirse en agua durante al menos 48 horas y someterse a prueba en húmedo”

"A diferencia del estándar ACI, el estándar ASTM requiere que la muestra se exponga a la humedad durante 40 horas antes de la falla. Ambos lados de la muestra deben lijarse para obtener una superficie adecuada antes de la prueba de compresión. En este caso, se aplican los siguientes métodos: ASTM C 17 y ASTM C 192".

### **Del ensayo**

Los valores de resistencia de las muestras de diamantes se expresan con una precisión de 0,1 kg/cm<sup>2</sup> y los diámetros se miden con una precisión de 0,25 mm. 0,5 si el diámetro es medio, aprox. 2,5mm.

Además, deberán registrarse:

- 1.- Duración de la prueba.
- 2.- Condiciones de humedad antes del descanso.
- 3.- Tamaño máximo de los áridos en el hormigón.
- 4.- El sentido de aplicación de la carga de rotura en relación con el plano longitudinal de colocación del hormigón de trabajo.

### **De los resultados y su corrección**

Si la relación L/D del control es < 2, utilice la siguiente tabla para ajustar los resultados de la prueba de compresión.

*Tabla 21: Relación de los testigos.*

Relación longitud/diamantina	Fact. Correc. NTP	Fact. Correc. ASTM
<b>2.00</b>	1.00	1.00

<b>1.75</b>	0.99	0.98
<b>1.50</b>	0.97	0.96
<b>1.25</b>	0.94	0.94
<b>1.00</b>	0.91	0.92

Fuente: Elaboracion propia



Figura 39: Alineamiento de la probeta con sulfato. Fuente: Elaboracion proia



Figura 40: Recopilacion de datos de la muestra. Fuente: Elaboracion propia

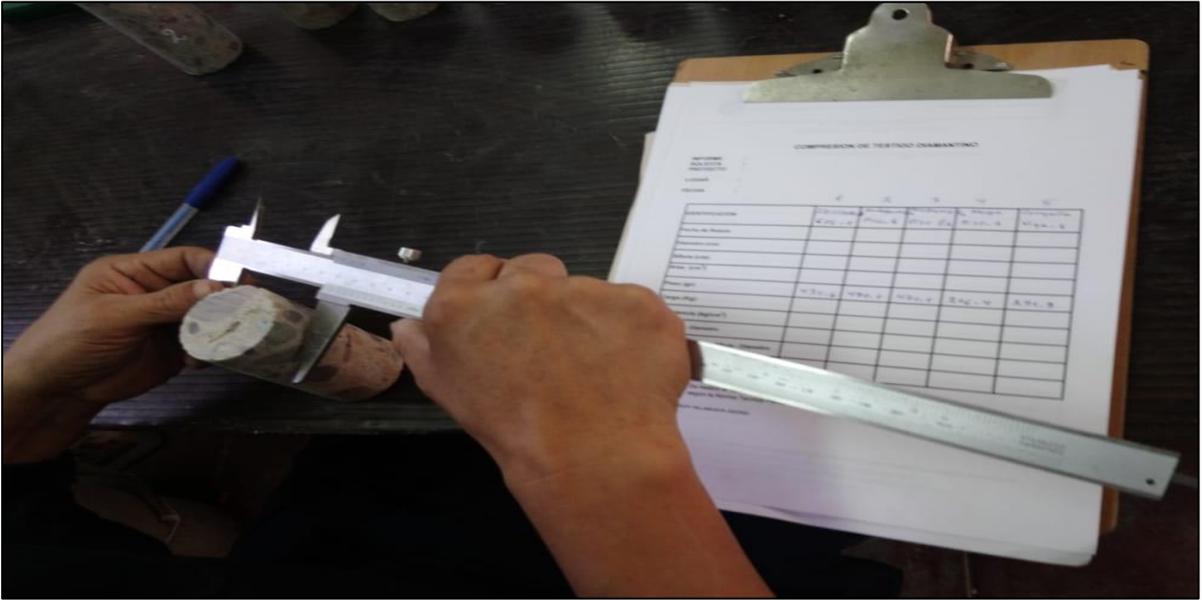


Figura 41: Medida de probeta - Diametro. Fuente: Elaboración propia



Figura 42: Proceso de rotura de la muestra para hallar la resistencia. Fuente: Elaboracion propia

## **De los resultados y su corrección**

“Los factores de corrección se aplican a hormigones de 140Kg/cm<sup>2</sup> a 420Kg/cm<sup>2</sup>. Generalmente se estima que la resistencia del núcleo es más baja que la obtenida de un cilindro moldeado con el mismo hormigón debajo del pie de trabajo y endurecido por un método estandarizado porque el curado estandarizado es más intensivo que el curado in situ.”

El núcleo generalmente tiene menos resistencia cerca de la superficie superior de la estructura. Añade profundidad. Fuerza física aumentada hasta cierto límite.

## **Evaluación de resultados**

“El concreto en el área representada por el núcleo de diamante se considera estructuralmente sólido, y la resistencia del área representada por el núcleo de diamante se puede volver a probar para verificar la precisión de la prueba.”

### **4.1.5 Aplicación de métodos de análisis**

Una vez que tenga los datos, mire las tablas, dibuje tablas y gráficos, y explique cada pregunta y su respectiva interpretación de acuerdo a su propósito. Así se evalúan los resultados

- Creó una base de datos para estas dos variables y almacenó los valores obtenidos utilizando los instrumentos de medición para su posterior análisis descriptivo e inferencial utilizando MS Excel.
- Una tabla mantenida para resumir la información de las dos variables de prueba y explicar los resultados de la prueba a través de ellas.
- Se crearon cifras estadísticas para comprender mejor los resultados más informativos. (Wayne, 2011, p. 376)
- Como el análisis estadístico no fue paramétrico, no se utilizó la medida de propensión media. Esto significa que los datos utilizados se calculan como números de rango o frecuencia.
- No se realizaron pruebas de hipótesis en este estudio.

#### 4.1.6 Desarrollo de la evaluación de esfuerzo

Primero: Se evalúan los conceptos básicos de tensión y deformación, considerando una barra prismática cargada con una fuerza normal en el extremo de un elemento de hormigón armado. Una fuerza normal produce una deformación uniforme en el elemento.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

“La expresión de tensión uniforme de una barra prismática de sección transversal arbitraria es la carga axial. Cuando se aplica una fuerza P a la barra, se produce tensión. Si la dirección de la fuerza es opuesta, es decir, la columna gira, se produce un esfuerzo de compresión. Este esfuerzo se llama esfuerzo normal porque actúa en una dirección perpendicular al plano de corte. Por lo tanto, el esfuerzo normal es también un esfuerzo de tracción.”

#### Comprobación de medidas estructurales

“Los elementos estructurales se utilizan para verificar las dimensiones geométricas especificadas en el plan especificado. En el caso de estudiar medidas geométricas, se realiza mediante el método wincheo.”

##### **Materiales y elementos estructurales**

##### **Material**

Esta sección describe los materiales ya definidos en el software ETABS para los cálculos de análisis de evaluación estructural.

##### **Concreto**

Según los cálculos obtenidos en el ensayo del proceso de extracción, la resistencia media a compresión del hormigón es de 195 kg/cm<sup>2</sup>. Diamantina.

##### Características:

Resistencia a la Compresión	:	f'c = 195.00 Kg / cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	:	Ec = 209463.60 Kg / cm <sup>2</sup>
Módulo de Poisson	:	μ = 0

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS  
DE CONCRETO ASTM C 39/C 39 M-04 a;  
ASTM C 42/C 42 M-04**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: Pabellón "C"  
DESCRIPCIÓN: Diamantinas de 2"

**EQUIPO**

DESCRIPCIÓN: PRENSA ACCU-TEK 250 DIGITAL SERIES, Modelo: 36-0650/02  
MARCA: ELE INTERNATIONAL, Serie: 070400000082  
CERT. CALIBRACIÓN: Certificado de Calibración N° LO - 069 - 2019 (Punto de Precisión S.A.C)

INDICADOR DIGITAL: ADR, SN°1886-1-2769  
CAPACIDAD: 150000 KG(Nominal)

*Tabla 22: Resultados de las muestras.*

N.º	Identificación de la Probeta	"L" antes de canchado	"L" después de	Diámetro (cm)	Peso antes de canchado	Peso después de	Carga Kg	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Compresión en (Mpa)	L / D	Factor de Corrección	Resistencia a la Compresión
1	COLUMNA 1,	8	9	5	35	371.87	3846.00	19	1	1.	0	19.
2	COLUMNA 2,	6	7	5	26	283.28	3859.00	19	1	1.	0	18.
3	VIGA 1, V -	8	9	5	37	394.02	3906.00	19	1	1.	0	19.
4	VIGA 2, V -	5	6	5	22	238.98	3888.00	19	1	1.	0	17.
5	*****	*	*	*	***	*	*	*	*	**	*	*
6												
7												
8												
9												
1												
1												
1												
1												
1												
1	*****	*	*	*	***	*	*	*	*	**	*	*

*Fuente: Elaboracion propia*

**Referencia:** ASTM C 42/C42 M-04 Standard test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete  
ASTM C 39/C 39 M-04 a Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens

**Observación:** Muestras tomadas por el cliente

Fecha de Emisión: 10 de junio de 2019

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

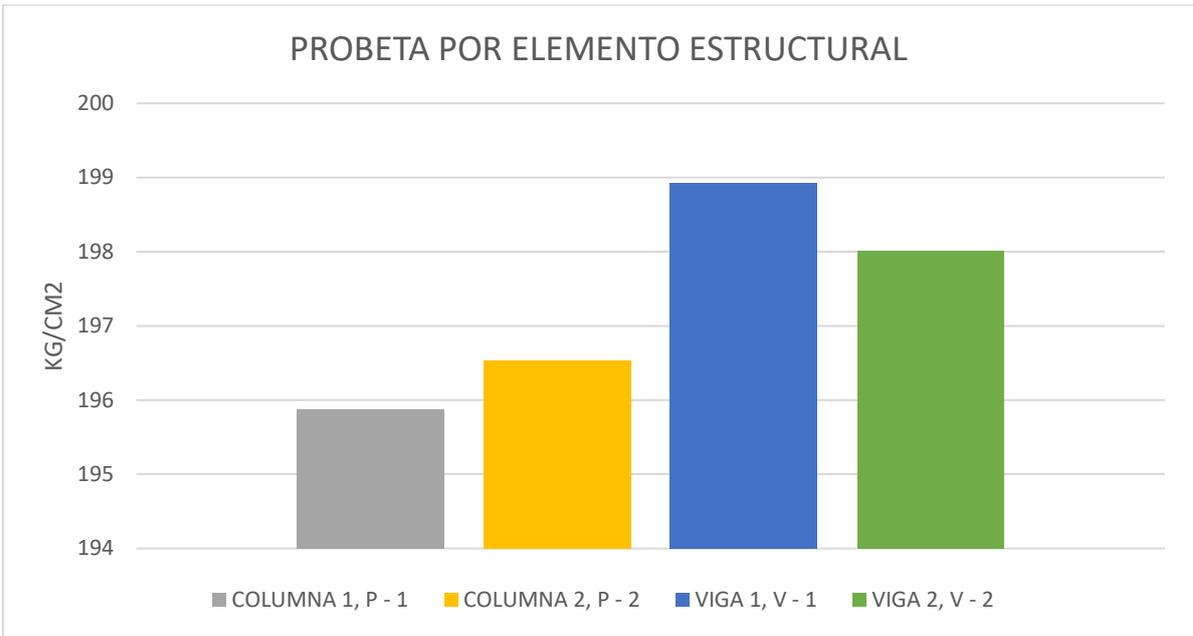


Figura 43: Resultados de la resistencia de concreto. Fuente: Elaboracion propia

Del cuadro se visualiza que por cada elemento estructural existe diferente resistencia por lo cual en ninguna de ellas sobrepasa los 210 kg/cm2 requeridos por la norma de edificaciones. Las muestras que se llevaron a laboratorio demuestran que el concreto utilizado no es el requerido para elementos de concreto reforzado

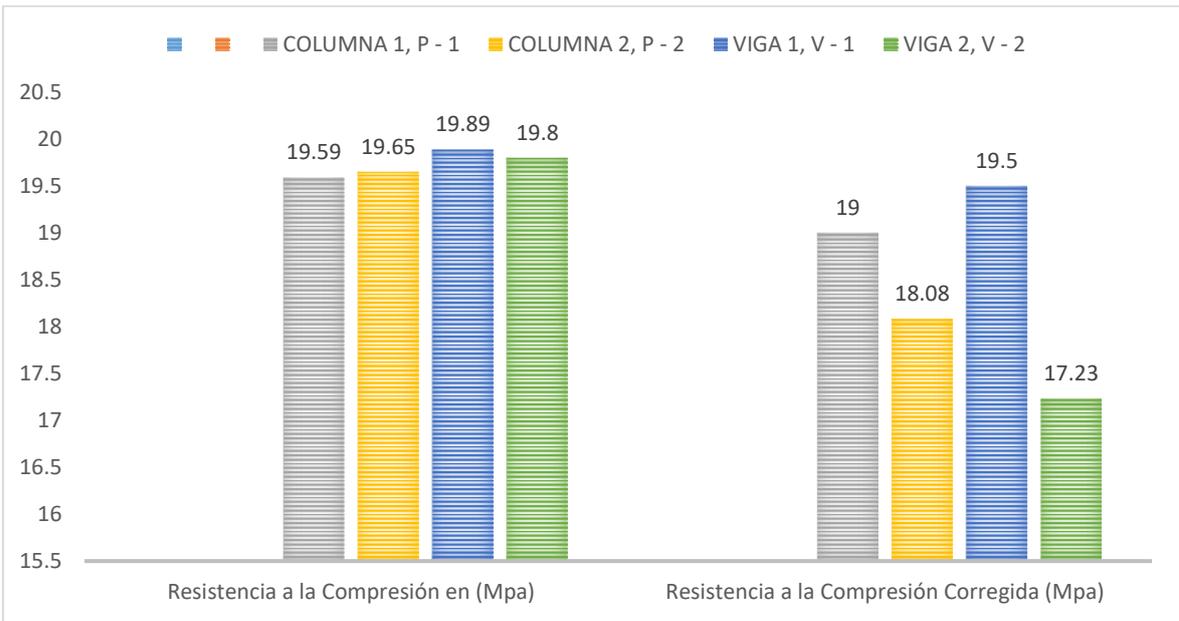


Figura 44: Comparacion de resultados de probetas. Fuente: Elaboracion propia

Del presente grafico se visualiza la diferencia de relacion entre las muestras llevadas a laboratorio y las muestras correguidas despues de la rotura. La disminucion de la Resistencia al ser coreguida para la viga 2 demasiada amplia a direrencia de los otros elementos estructurales.

Se presenta la definición de materiales, por medio del modelado en el software ETABS:

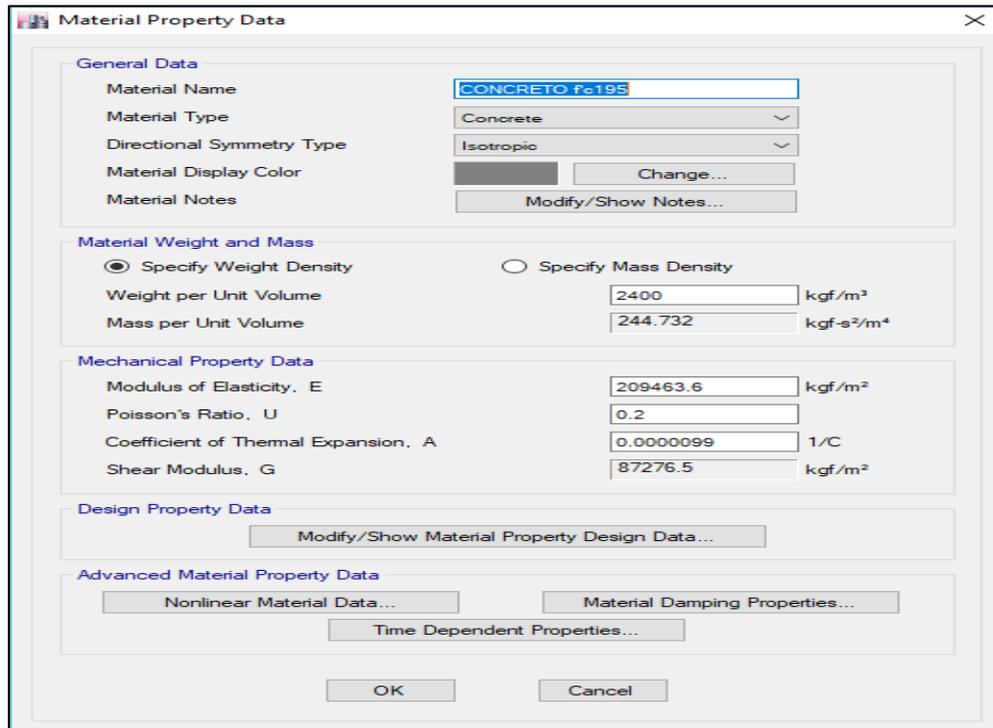


Figura 45: Datos de los materiales. Fuente: Elaboracion propia

## Elementos estructurales

Revelan los diversos elementos estructurales definidos por el programa ETABS.

## Columnas

La columna es las siguientes:

COL 45 X 30 : 0.45 m x 0.30 m

Se introduce el concepto de columnas para el modelado en el programa ETABS.

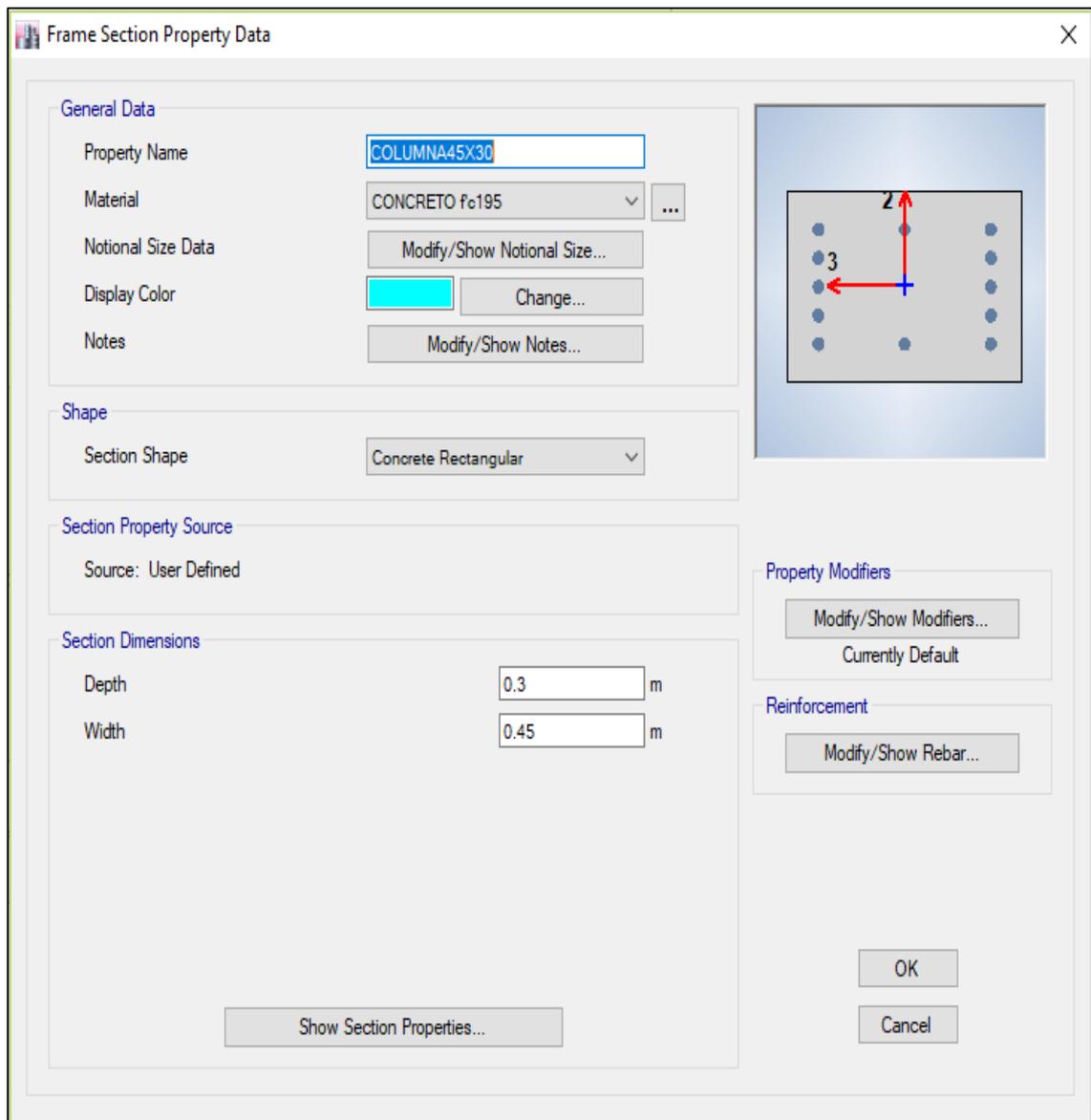


Figura 46: Dimensiones de la columna. Fuente: Elaboración propia

## Vigas

La viga definida es la siguiente (Base x Peralte):

VIG 30X40 : 0.30 m x 0.40 m

El concepto de viga está sujeto a modelado en el programa ETABS.

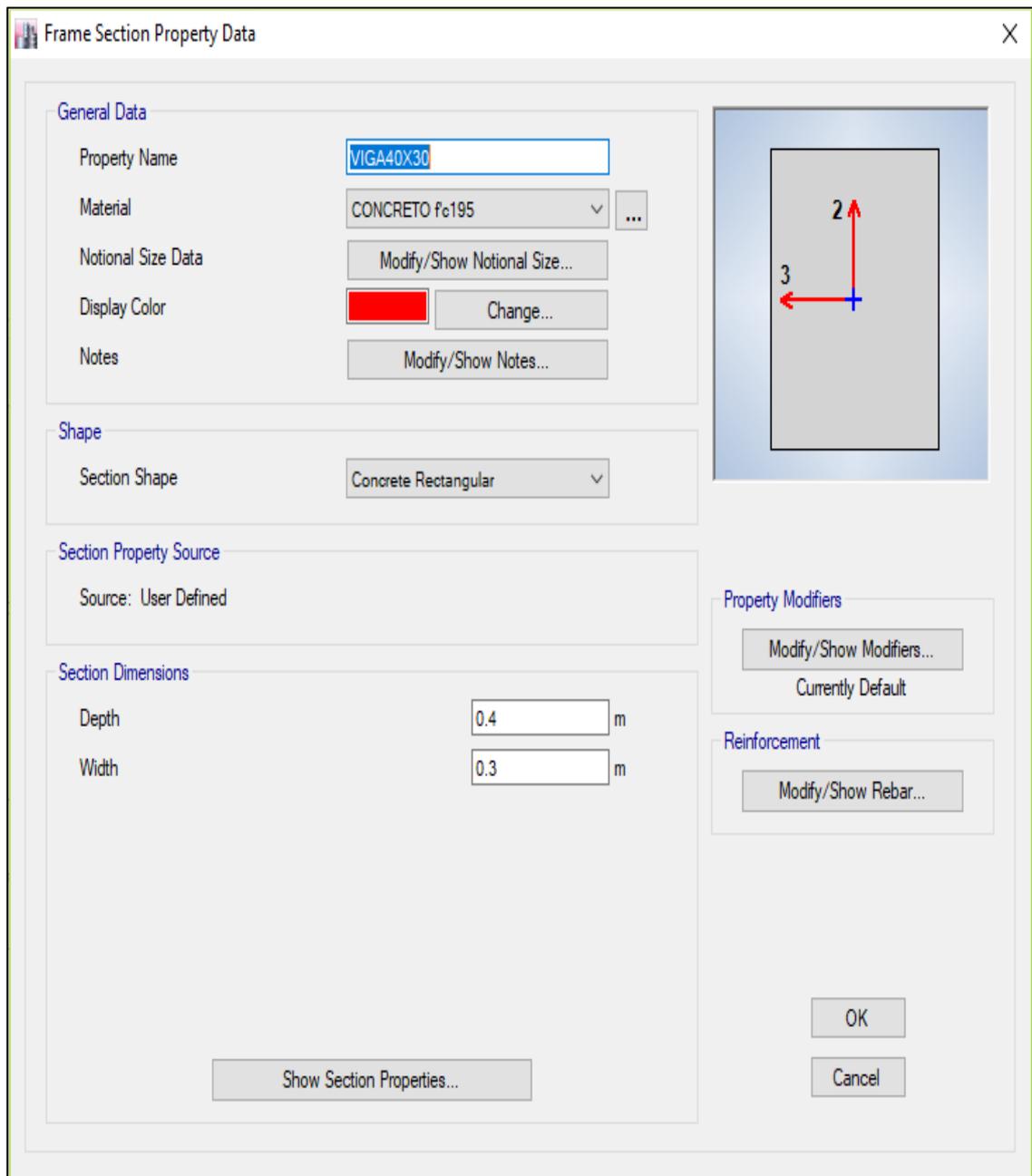


Figura 47: Datos de las vigas. Fuente: Elaboración propia

## Losas

Las placas son livianas y vienen en los siguientes tamaños:

Placa 1erXdirec: placa en dirección X, 0,20 m de altura extra.

Placa 2doXdirec: placa en dirección Y con altura 0,20 m.

Se introduce el concepto de placas para el modelado en el programa ETABS.

**Slab Property Data** [Close]

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="LOSAX"/>
Slab Material	CONCRETO f <sub>c</sub> 195 [v] [...]
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>
Modeling Type	Shell-Thin [v]
Modifiers (Currently Default)	<input type="button" value="Modify/Show..."/>
Display Color	[Blue Box] <input type="button" value="Change..."/>
Property Notes	<input type="button" value="Modify/Show..."/>

**Property Data**

Type	Ribbed [v]
Overall Depth	<input type="text" value="0.2"/> m
Slab Thickness	<input type="text" value="0.1"/> m
Stem Width at Top	<input type="text" value="0.125"/> m
Stem Width at Bottom	<input type="text" value="0.125"/> m
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	<input type="text" value="0.9"/> m
Rib Direction is Parallel to	Local 1 Axis [v]

Figura 48: Datos de la losa aligerada X. Fuente: Elaboracion propia

**Slab Property Data**

**General Data**

Property Name: LOSAY

Slab Material: CONCRETO  $f_c195$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thick

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.2 m

Slab Thickness: 0.1 m

Stem Width at Top: 0.125 m

Stem Width at Bottom: 0.125 m

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.9 m

Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

OK Cancel

Figura 49: Datos de losa Y. Fuente: Elaboración propia

### **Metrados de cargas**

A partir de este informe se determinaron los valores de los diferentes tipos de cargas que afectan a la estructura objeto de estudio.

#### **Carga muerta (CM)**

Este conjunto de cargas agrupa las cargas descargadas en losas, columnas y vigas que son consideradas en la evaluación del software ETABS.

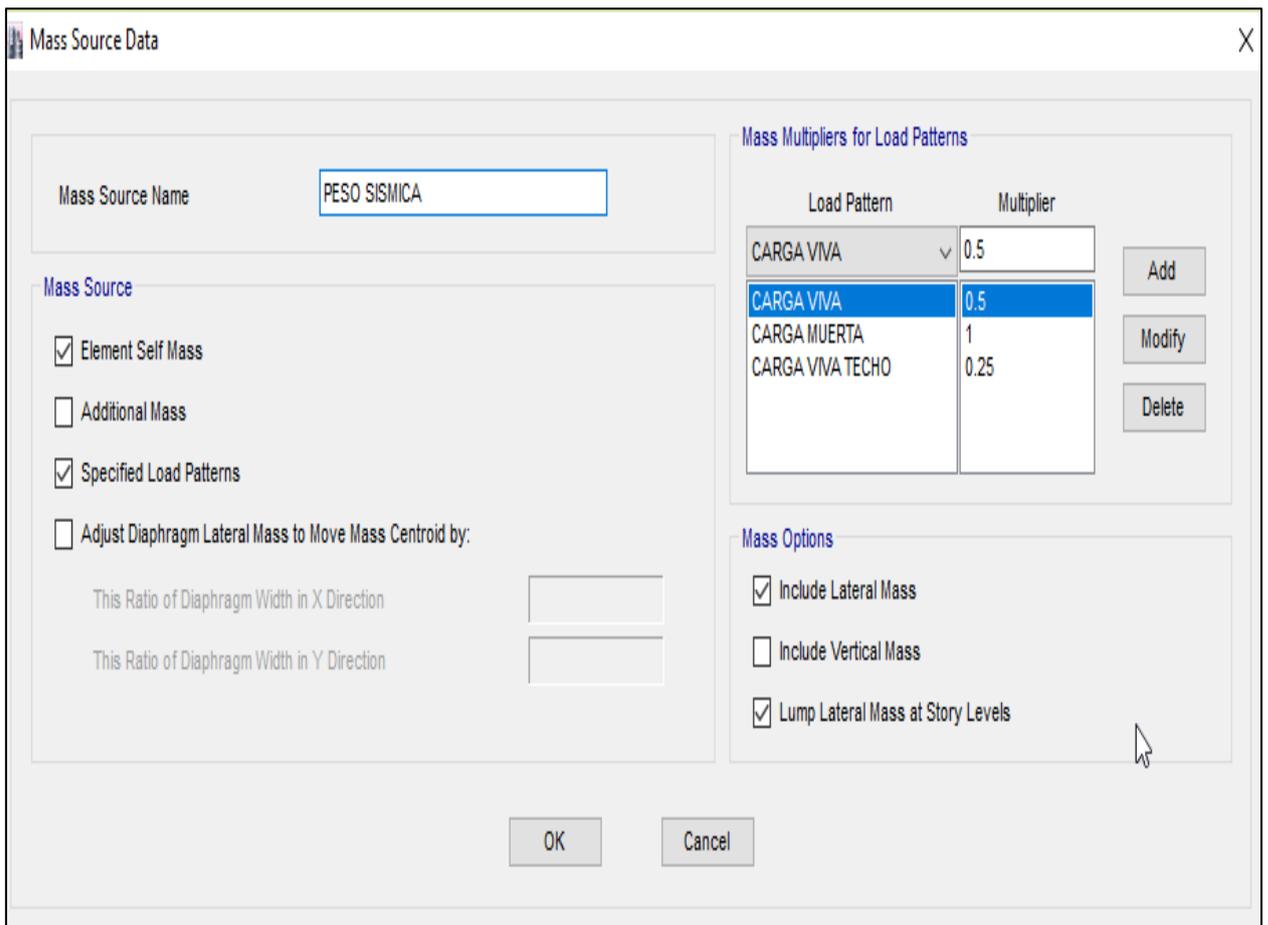


Figura 50: Datos de los pesos. Fuente: Elaboración propia

### Carga viva (cv)

Esta carga combina componentes móviles entre pisos como muebles, personas, almacenes. y mucho más.

CV (para centros educativos - aulas E.020) = 250 kg/m<sup>2</sup>.

### Carga viva de techo (cvt)

Se ha decidido añadir viento CVT, trabajos de reparación, publicidad, etc. a la norma E.020. porque:

CVT (E.020) = 100 kg/m<sup>2</sup>

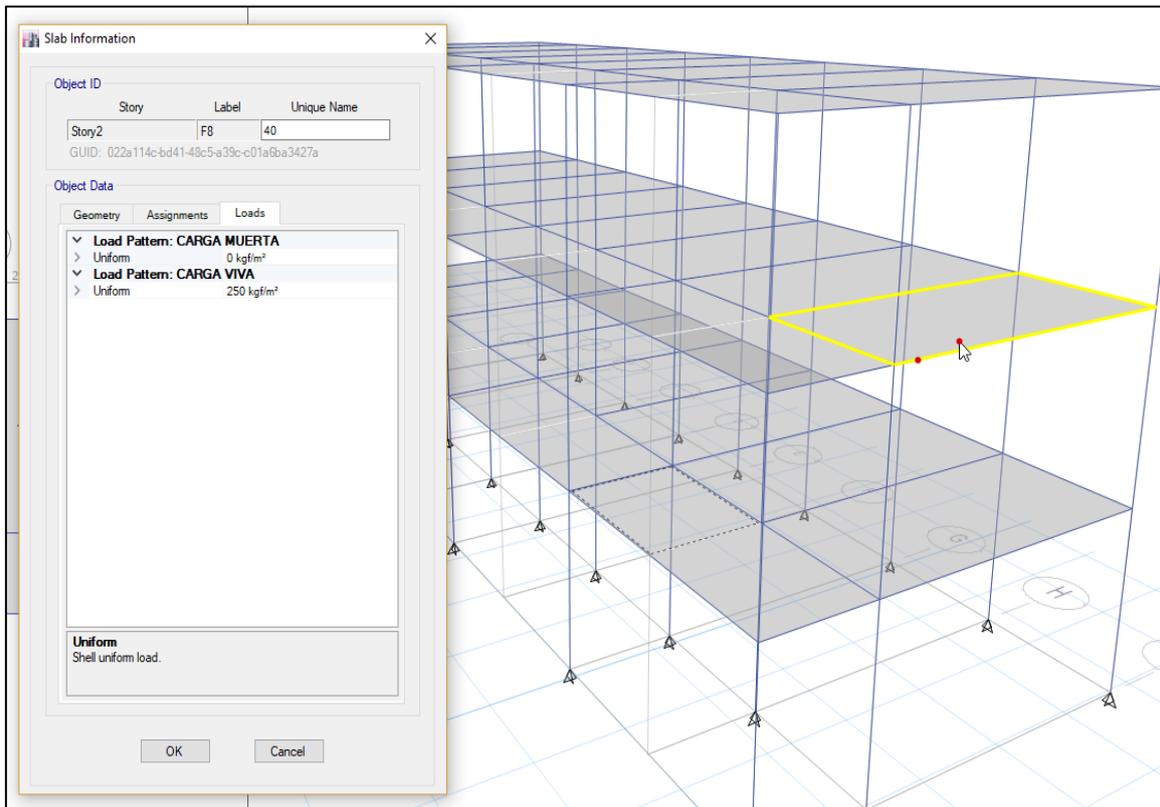


Figura 51: Vista de los tres niveles en 3D. Fuente: Elaboración propia

## PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

De acuerdo con los datos sísmicos, el área de estudio se ubica en la zona 4 (zona de alta sensibilidad sísmica) en el mapa de zonas sísmicas.

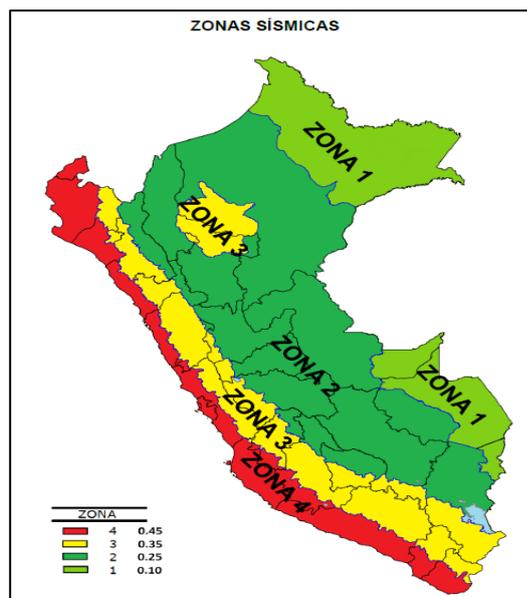


Figura 52: Zona sísmica. Fuente: Elaboración propia

“De acuerdo con la norma técnica de construcción E 030 (Ingeniería sísmica). De acuerdo con los criterios de diseño sísmico, la fuerza cortante total (V) en la base se puede calcular a partir de la siguiente relación.”

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

Dónde:

Z: Factores regionales

U: Factores de Uso e Importancia

S: factor suelo

C: factor de amplificación del terremoto

P: peso total del edificio

R: coeficiente de recuperación sísmica

Tp: define el período plataforma del factor C.

TL: Define el periodo en el que comienza la región del factor C con desplazamiento constante.

Por lo que para nuestro proyecto se muestra a continuación los parámetros correspondientes:

Tabla 23: Parametros sismicos

PERFIL DE SUELO	Z	S	Tp	TL	U
<b>Suelo Intermedio</b>	0.45	1.05	0.60	2.00	1.5 (A)

Fuente: Elaboracion propia.

“El proyecto es un sistema constructivo de hormigón armado con pórticos de dos vías, la presencia de muros de mampostería es pequeña, y las ventajas del sistema de pórticos se pueden apreciar según la tabla a continuación Ro = 8.”

Tabla 24: Sistemas estructurales

<b>Sistemas estructurales</b>	
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coefficiente Básico de Reducción Ro</b>
<b>Acero:</b>	8
<b>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</b>	7
<b>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</b>	6
<b>Pórticos Ordinarios Residentes a Momentos (OMF)</b>	8
<b>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</b>	6
<b>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</b>	8
<b>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</b>	8
<hr/>	
<b>Concreto Armado:</b>	
<b>Pórticos</b>	8
<b>Dual</b>	7
<b>De muros estructurales</b>	6
<b>Muros de ductilidad limitada</b>	4
<b>Albañilería armada o confinada</b>	3
<b>Madera (por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: Elaboración propia

Este coeficiente ( $R_o$ ) debe corregirse con los factores desnivel de plantas ( $I_p$ ) y desnivel de altura ( $I_a$ ).

$$R = R_o * I_a * I_p$$

### **Espectro de aceleraciones**

“El método tradicional para calcular el efecto de los terremotos en las estructuras es determinar el desplazamiento de los cimientos causado por un terremoto. Esta fuerza luego se distribuye como una fuerza lateral a lo largo de la estructura de abajo hacia arriba.”

“Sin embargo, este informe utilizará un espectro creado a partir de la variación de C (factor de amplificación sísmica) en el tiempo utilizando la fórmula:”

$$T < T_p ; C = 2.5 \quad T_p < T < T_L ; C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad T > T_L ; C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Por lo tanto, el software definirá una función de espectro de respuesta para cada edificio.

### análisis estructural

#### Análisis estructural del pabellón "A".

#### Distribuciones y parámetros

La sala "A" está configurada como se muestra en la siguiente figura.

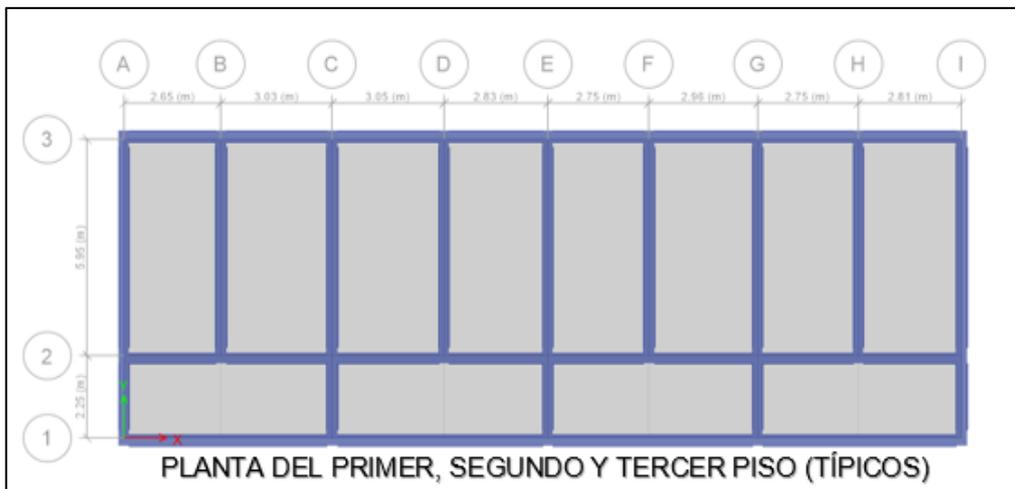


Figura 53: Planta típica de la edificación. Fuente: Elaboración propia

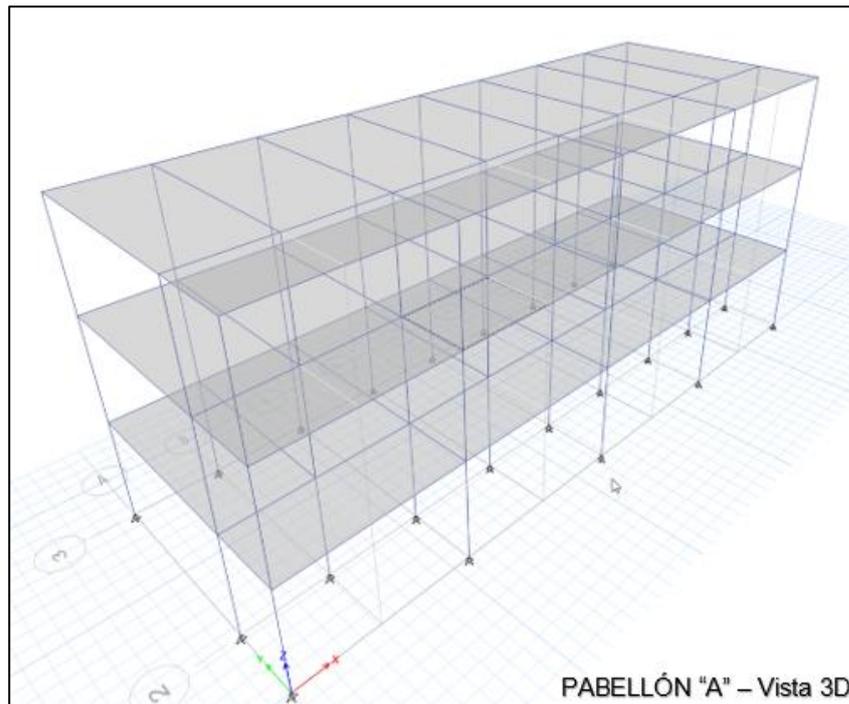


Figura 54: Pabellon A: Fuente: Elaboracion propia

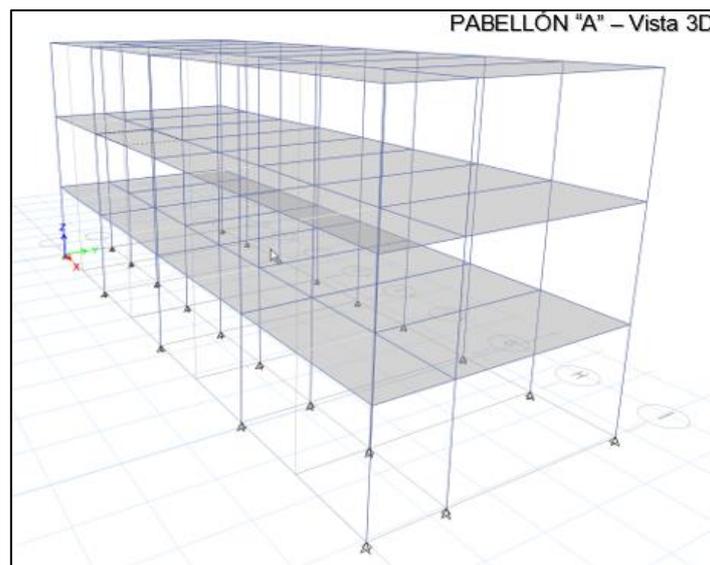


Figura 55: Vista en 3D del pabellon A. Fuente: Elaboracion propia

Dependiendo de la configuración de diseño, se obtienen valores de  $R$  en cada dirección. Page 026: "A" Reducción De Parámetro Hall ( $R$ ).

Tabla 25: Parametros de reduccion ( $R$ ) para el pabellon A.

	X	Y
	PORTICOS	PORTICOS
$R_o$	8	8
$l_a$	1	1
$l_p$	1	1

<b>R</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
----------	----------	----------

*Fuente: Elaboracion propia*

### Análisis estático

De los parámetros del punto 5 y de los parámetros R de la tabla 04 se obtiene el desplazamiento base “V”:

Tabla 26: Parametros de la cortante Basal del Pabellon A.

Z	<b>0.45</b>
U	1.50
S	1.05
C	2.50
Rx	8
Ry	8
ZUSC/R	0.22148438

*Fuente: Elaboracion propia*

Story	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	Mass Moment of Inertia ton-m²	X Mass Center m	Y Mass Center m
Story3	D3	103363.31	103363.31	5783.5651	11.4253	4.0602
Story2	D2	134752.31	134752.31	7580.3458	11.4265	4.0685
Story1	D1	134752.31	134752.31	7580.3458	11.4265	4.0685

Figura 55: Peso por pisodel pabellon A. Fuente: Elaboración propia

Por lo que para determinar la Cortante Basal usamos:

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_{xx} = V_{yy} = 82.58 \text{ Ton}$$

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m
SISMO ESTATICO XX	-82.5844	0	0	0	-630.4937	369.555	0
SISMO ESTATICO YY	0	-82.5843	0	630.4926	0	-1037.8766	0

Figura 56: Cortante basal del pabellon A. Fuente: Elaboracion propia

#### 4.1.7 Desarrollo de la evaluación de las derivas

##### Derivas de entrepiso

“En esta sección se presentan los resultados obtenidos por el software para el desplazamiento máximo entre cada piso, para cada análisis estático y dinámico, y sus respectivas comparaciones con la norma E.030.”

Tabla 27: Derivas de entrepiso debido al sismo XX.

ANÁLISIS ESTÁTICO	SISMO XX						
	Piso	H (m)	Desplazamiento (mm)	Derivas elástica (mm)	Derivas inelásticas (mm)	Deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	10.2	0.548	2.82E-05	0.0002259	0.007	Ok
	PISO 2	6.8	0.452	5.38E-05	0.0004306	0.007	Ok
	PISO 1	3.4	0.269	7.91E-05	0.0006329	0.007	ok
	BASE	0	0				

Fuente: Elaboracion propia

“Interpretación: De acuerdo con la Tabla 27, el análisis estático de la estructura no mostró daños en el desplazamiento lateral entre pisos, ya que estos resultados fueron menores al desplazamiento límite de 0.007 especificado en la norma E.030.”

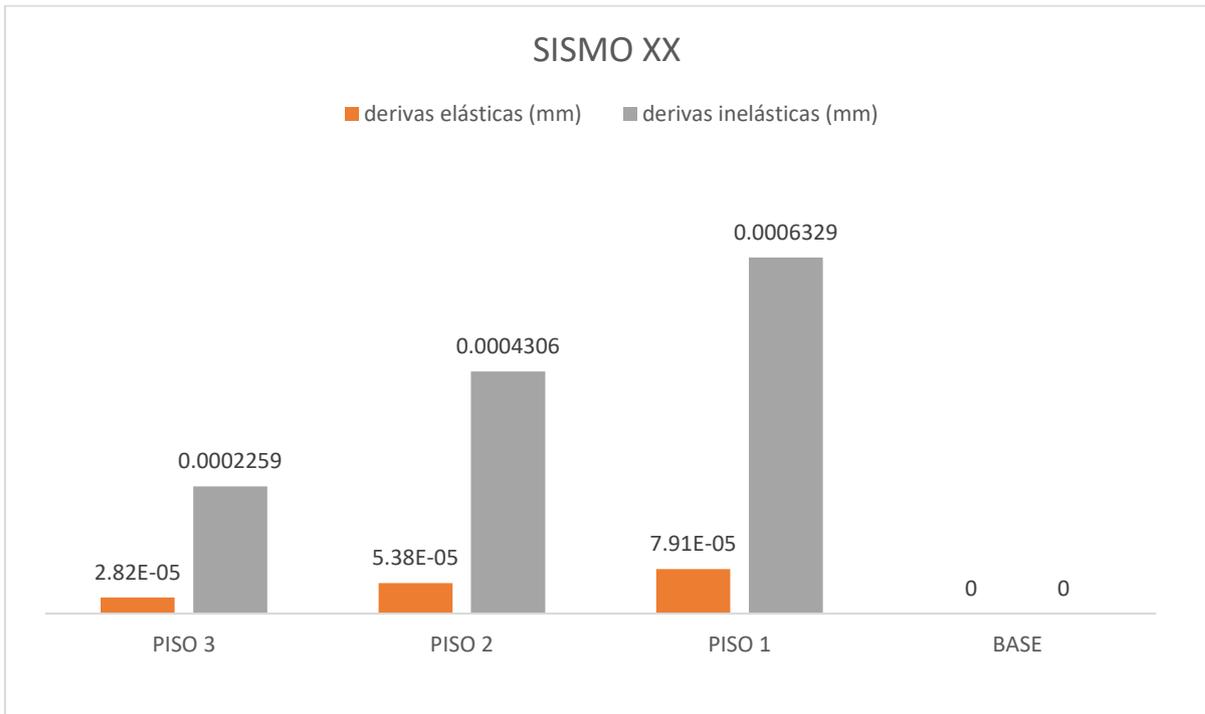


Figura 57: Sismo en X. Fuente: Elaboración propia

Del grafico se concluye que las derives inelasticas son superiores que las elasticas y que para el primer nivel al tercer piso las derives van de mayor a menor por consiguiente los elementos estructurales del nivel bajo sufriria mas daño.

Tabla 28: Analisis estatico en X.

ANÁLISIS ESTÁTICO	SISMO YY						
	Piso	H (m)	Desplazamiento (mm)	Derivas elástica (mm)	Derivas inelásticas (mm)	Deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	10.2	0.753	-0.00014882	-0.0011906	0.007	Ok
	PISO 2	6.8	0.247	-3.71E-05	-0.0002965	0.007	Ok
PISO 1	3.4	0.121	3.56E-05	0.0002847	0.007	ok	
	BASE	0	0				

Fuente: Elaboracion propia

“Interpretación: De acuerdo a la Tabla 28, el análisis estático de la estructura no arrojó daño al desplazamiento lateral entre pisos, ya que estos resultados son menores al desplazamiento límite especificado en la norma E.030 de 0.007.”

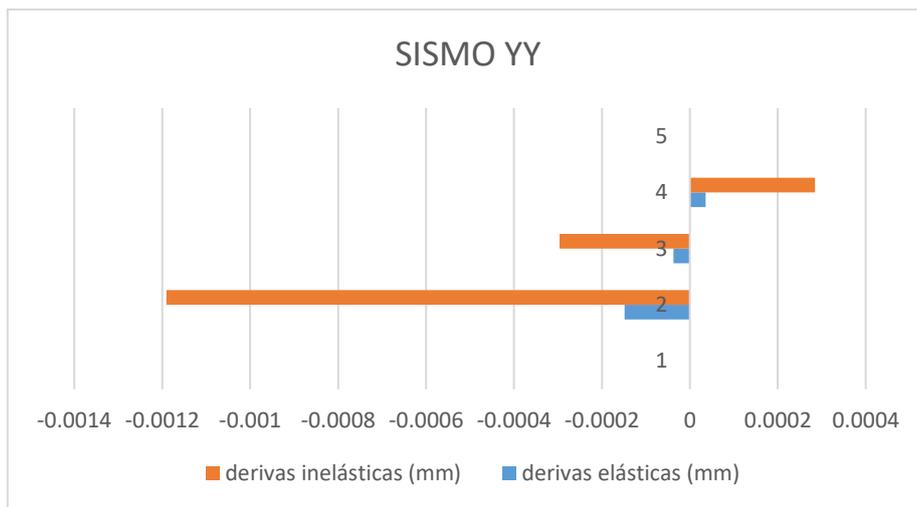


Figura 58: Derivas en Y. Fuente: Elaboracion propia

Del graficola la deriva inelastica para el primer nivel es demasiado amplia de las demas por lo cual el element estructural puede fallar

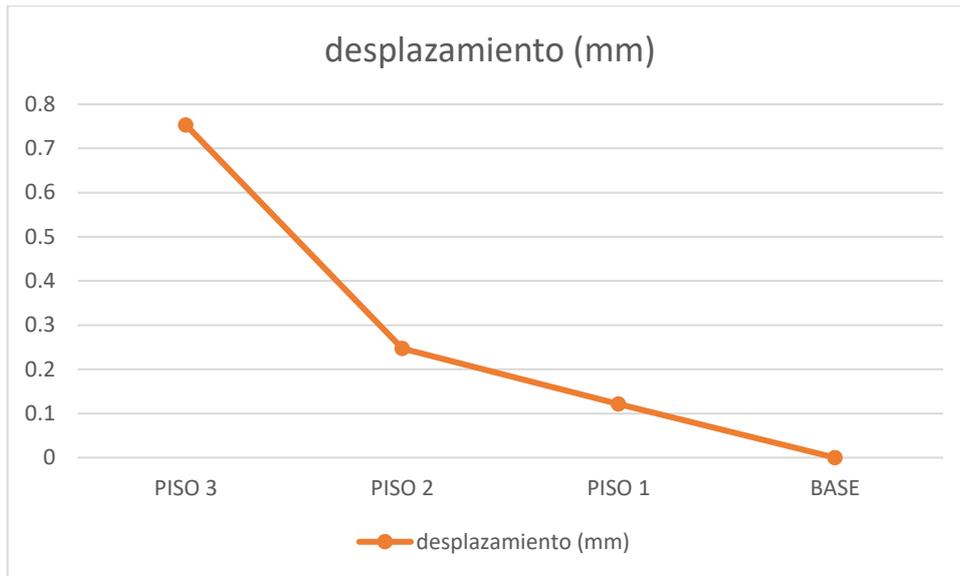


Figura 59: Desplazamientos por niveles. Fuente: Elaboracion propia

Los desplazamientos para un sismo es casi imperceptible por que en le grafico se observa que en el nivel superior llega a 0.75mm. Pero la diferencia del piso 2 al piso 3 hay una diferencia de 0.55 mm mayor a los demas niveles.

#### 4.1.8 Desarrollo de la evaluación de las distorsiones

“La propiedad se determina mediante ensayos comparando los resultados obtenidos con los modelos establecidos. Aunque una descripción completa de estos ensayos corresponde a los ensayos de materiales, como los ensayos de tensión en acero, dada su importancia y es una valiosa ayuda en la introducción de otros conceptos básicos. Como se puede observar en la figura, no se expresa la fuerza y alargamiento total, sino la fuerza unitaria o alargamiento unitario o fuerza en deformación, ya que, si el valor disminuye, las propiedades de una muestra solo se pueden comparar con las propiedades. otra muestra Mirando varios puntos de referencia, el gráfico muestra la carga de tensión, diagrama de deformación.”

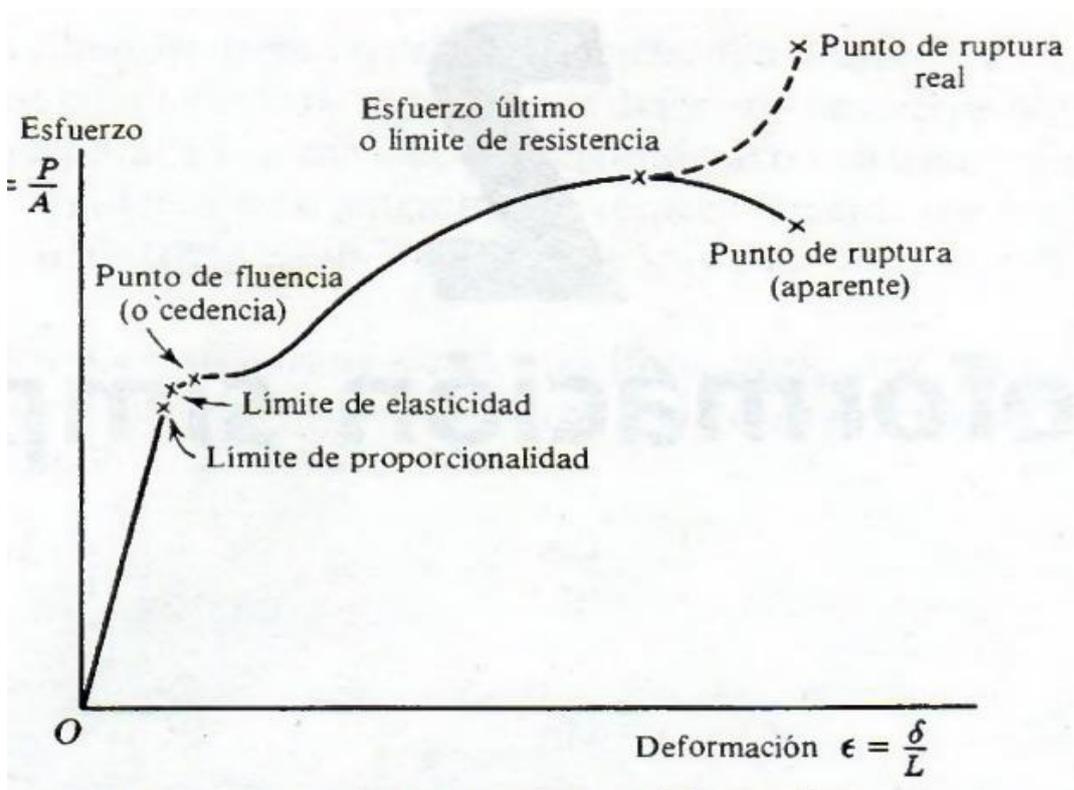


Figura 60: Esfuerzo-Deformación. Fuente. Resistencia de materiales Pytel-Singer

## Análisis dinámico

El espectro de respuesta dinámica del programa de entrada se muestra en la siguiente figura.

Tabla 29: Derivas de entrepiso debido a X.

ANÁLISIS ESTÁTICO	SISMO XX						
	Piso	H (m)	Desplazamiento (mm)	Derivas elástica (mm)	Derivas inelásticas (mm)	Deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	10.2	0.537	2.18E-05	0.0001741	0.007	Ok
	PISO 2	6.8	0.463	5.59E-05	0.0004471	0.007	Ok
	PISO 1	3.4	0.273	8.03E-05	0.0006424	0.007	ok
	BASE	0	0				

Fuente: Elaboracion propia

“Interpretación: De acuerdo con la Tabla 9, el análisis dinámico de la estructura no mostró daño en el desplazamiento lateral entre pisos, ya que estos resultados fueron menores al desplazamiento límite especificado en la norma E.030 de 0.007.”

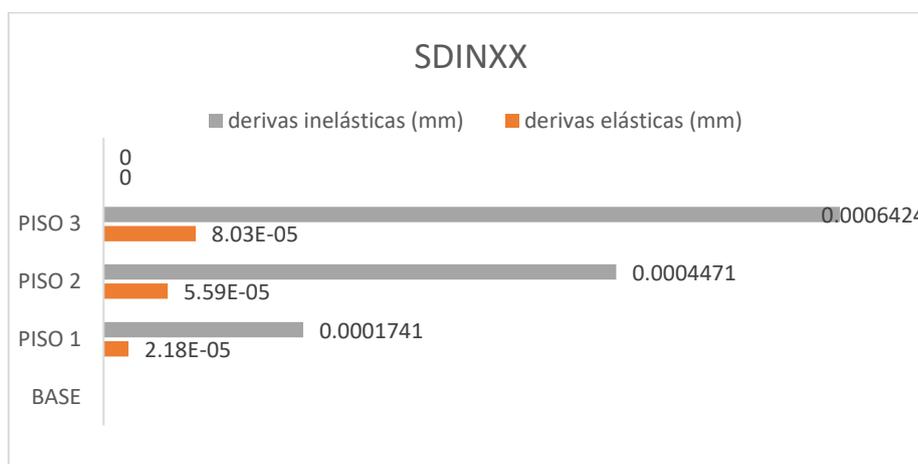


Figura 61: Derivas de entrepiso SDINXX. Fuente: Elaboracion propia

Las derivas inelásticas del análisis dinámico para el eje X son superiores en relación a las derivas elásticas. Comparando con las derivas límite del reglamento, estas no superan el valor de 0.007.

Tabla 30: Derivas de entrepiso en Y.

ANÁLISIS DINAMICO	SDIn YY						
	Piso	H (m)	Desplazamiento (mm)	Derivas elástica (mm)	Derivas inelásticas (mm)	Deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	10.2	0.731	-0.00013588	-0.0010871	0.007	Ok
	PISO 2	6.8	0.269	-3.41E-05	-0.0002729	0.007	Ok
	PISO 1	3.4	0.153	0.000045	0.00036	0.007	ok
	BASE	0	0				

Fuente: Elaboración propia

“Según los Cuadros No. 10, el análisis dinámico de la estructura no mostró falla por deflexión lateral de entrepiso, ya que estos resultados fueron menores al límite de deflexión de 0.007 especificado en la norma E.030.”

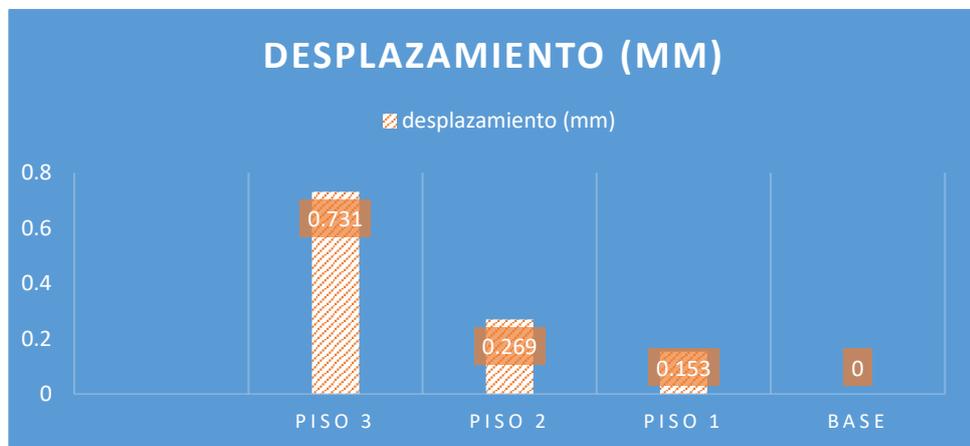


Figura 62: Desplazamiento de los tres niveles. Fuente: Elaboración propia

“Teniendo en cuenta la RNE, todas las estructuras deben estar separadas por una distancia mínima  $s$  del plano natural del suelo entre estructuras adyacentes para evitar el contacto durante el movimiento sísmico. La distancia no es inferior a  $2/3$  de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes y no inferior a:  $s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m.}$ ”

Para el centro educativo que se está estudiando tiene una Altura del terreno natural al tercer piso = 9m.

Relacion de C/S= 0.03125

Para el edificio S= 0.0208

Desplazamiento maximo = 0.731

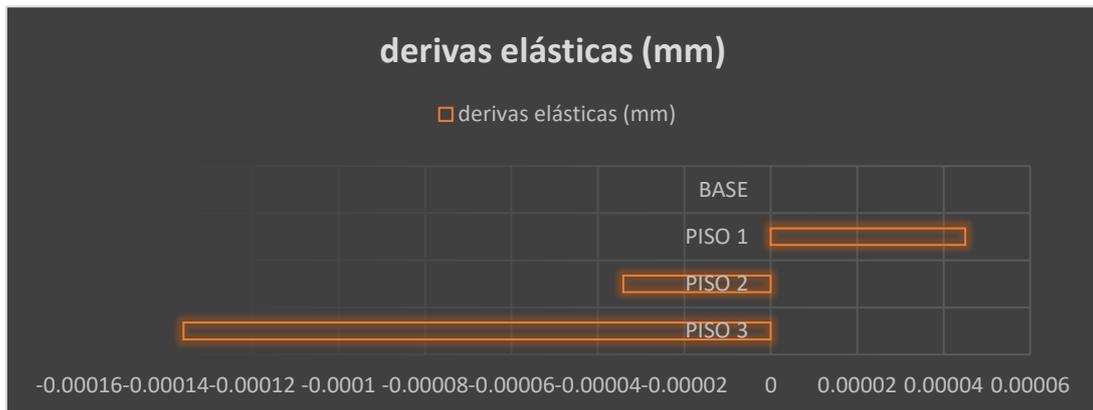


Figura 63: Derivas elasticas en mm. Fuente: Elaboracion propia

“Después del análisis dinámico de la estructura, no hubo errores debido a la flecha lateral de los entrepisos, ya que estos resultados fueron menores al límite de desviación de 0.007 especificado en la norma E.030.”

Después del análisis dinámico de la estructura, no hubo errores debido a la flecha lateral de los entrepisos, ya que estos resultados fueron menores al límite de desviación de 0.007 especificado en la norma E.030.

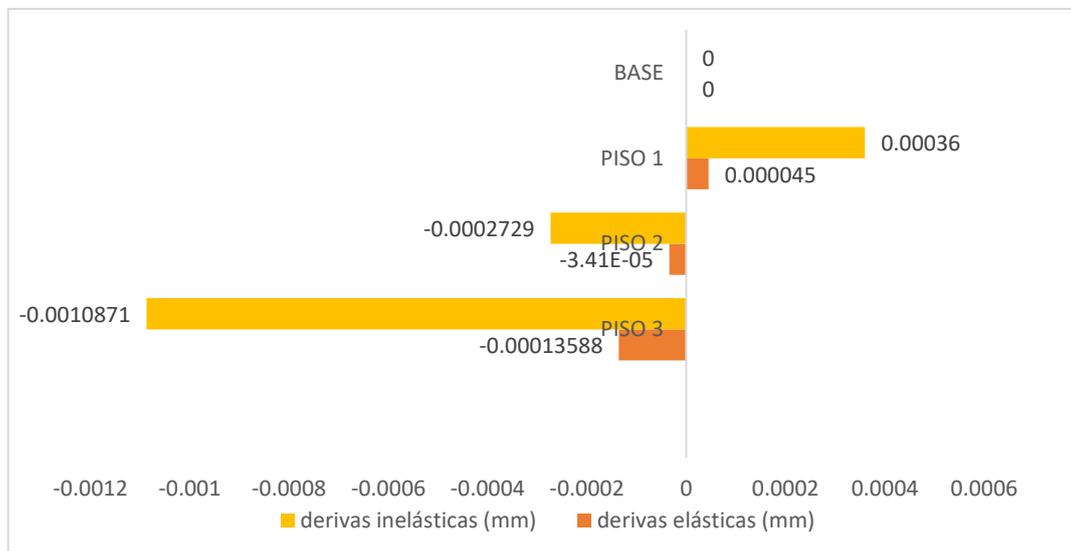


Figura 64: Derivas inelasticas. Fuente: Elaboracion propia

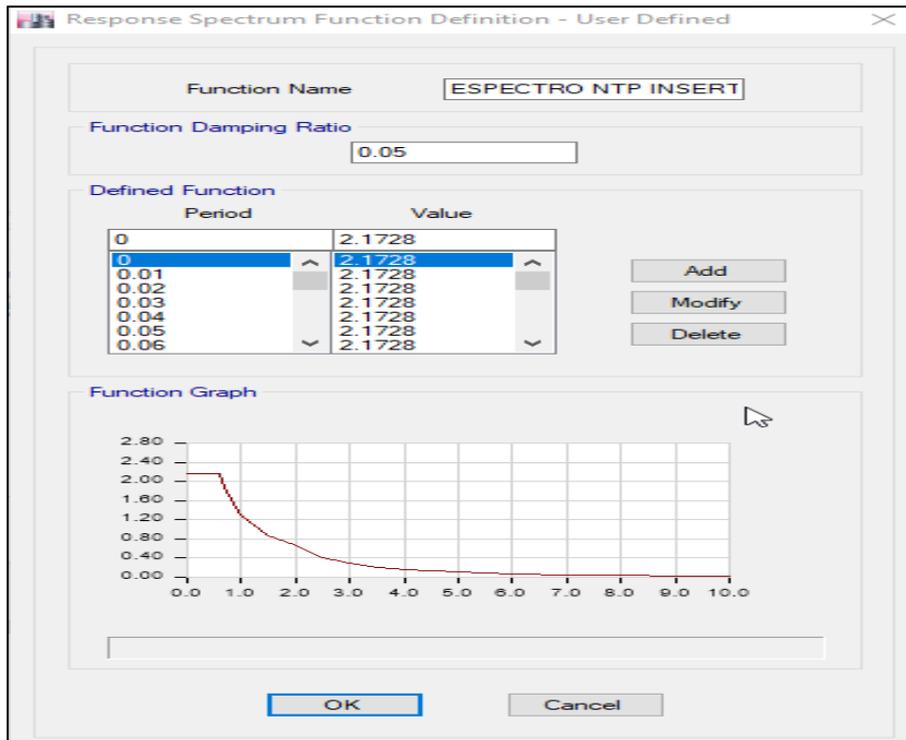


Figura 65: Espectro resouesta del pabellon A. Fuente. Elaboracion propia

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m
SISMO DINAMIC...	97.9043	0.2791	0	1.9708	666.8579	419.0317	0	0
SISMO DINAMIC...	0.2791	95.4623	0	672.4129	1.8832	1192.561	0	0

Figura 66: Cortante basal dinamico pabellon A. Fuente: Elaboracion propia

De acuerdo con la Figura 67, cada dirección tiene los siguientes valores básicos de desplazamiento dinámico:

$$VDIN_{xx} = 97.90 \text{ Ton}$$

$$VDIN_{yy} = 95.46 \text{ Ton}$$

“Comparar el esfuerzo cortante de cimentaciones dinámicas con el esfuerzo cortante de cimentaciones estáticas, prestar atención a la satisfacción de  $[VDIN]_{ii} \geq 90\% V_{ii}$ , Si no se cumplen las condiciones anteriores, se debe corregir con el factor de corrección para cada dirección, ver Tabla no. 31 que introduce cortantes Comparar con Si no se cumplen las condiciones anteriores, se debe corregir.”

Tabla 31: Factores de Corrección  $f_{xx}$  del Pabellón A.

<b>CARGAS DINAMICAS</b>		
<b>VDINXX</b>	97.90	Ton.
<b>VDINYY</b>	95.46	Ton.
<b>CARGAS ESTATICAS</b>		
<b>VXX</b>	82.58	Ton.
<b>VYY</b>	82.58	Ton.
<b>PORCENTAJE</b>		
	%	Condición
<b>x</b>	118.545	OK
<b>y</b>	115.591	OK
<b>factores de corrección</b>		
<b><math>f_{xx}</math></b>	0.75920305	
<b><math>f_{yy}</math></b>	0.77860862	

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el espectro de diseño se ajustó utilizando estos factores. ( $f_{xx}; f_{yy}$ )

## V. DISCUSIÓN

1. En relación con el contexto internacional, encontramos que Alzate (2016) en su estudio “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones de infraestructura en el sector educativo” muestra que es significativo conocer la vulnerabilidad y condición funcional de las edificaciones en el sector educativo. El objetivo es considerar posibles medidas para mejorar la educación. El objetivo del proyecto era evaluar la vulnerabilidad de los edificios esenciales, y se concluyó que más de la mitad de los edificios utilizados con fines educativos no cumplen con las medidas especificadas en la orden.

Desde la perspectiva del proceso de investigación, se consideró un análisis de los esfuerzos a los que fueron sometidas significativamente las estructuras de hormigón en el sitio de estudio, identificando factores relacionados con la degradación estructural como son los esfuerzos tangenciales y luego el comportamiento del suelo. se estudió antes de evaluar la estructura. Mecánica y Elementos Básicos Para verificar la capacidad de carga, se realizaron pruebas de laboratorio utilizando el Método de Prueba de Análisis de Tamaño de Partícula (ASTM D) 422-63 para determinar la distribución de tamaño de partícula del suelo. También se determinó el límite líquido y el límite plástico de la muestra de 35% a 24. El límite plástico define el contenido de agua entre el estado plástico y el estado semisólido, mientras que el índice de plasticidad es la diferencia entre LL y LP. El suelo in situ (ASTM D ) 2216 tiene un contenido de humedad de 1,2 % de acuerdo con los parámetros especificados para el sitio de estudio y el peso unitario mínimo y máximo del suelo ASTM D 4253-00 (2006)/D4254-(2006) Este resultado para el limo y la arena en presencia de Grants está mal clasificada. El peso unitario mínimo es de 1593 g/cm<sup>3</sup> y el peso unitario máximo es de 1658 g/cm<sup>3</sup>.

Asimismo, se realizaron pruebas diamantadas a los elementos de columnas y vigas en el sitio de investigación en el pabellón “A”. Las muestras de diamantes se retiraron y cada muestra se expuso a la atmósfera para lograr una fuerza uniformemente distribuida cuando se aplicó presión. De acuerdo con los resultados de la prueba del diamante, la resistencia a la compresión promedio del concreto fue de 195 kg/m<sup>2</sup>, lo que demuestra que es una base aceptable para el concreto armado; estos resultados indicaron que no había profesionales capacitados en la construcción. RNE determinó que la resistencia a compresión del hormigón debe ser de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Razonamiento de los resultados Haciendo referencia a estudios internacionales, como el de Aguilar Iza (2015), dedicado al estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de importantes edificaciones, el autor pretende educar a la edificación en diagnósticos constructivos. La institución respeta D.M.Q. En definitiva, sólo las alternativas al refuerzo de estructuras de hormigón armado pueden utilizarse para encontrar desplazamientos o deformaciones de elementos estructurales, denominadas derivas. Finalmente, la deflexión estructural a menudo es invisible a simple vista, por lo que se realiza una evaluación estructural en cada miembro para determinar el desplazamiento de la fuerza aplicada y evaluar la rigidez de la estructura. Para el análisis de deflexión de los resultados de la Sala A, esta sección enumera los resultados de deflexión máxima entre cada piso que el software logra para cada análisis estático y dinámico de acuerdo con el diseño sísmico estándar E.030. En las Tablas 27 y 28, el análisis estático de las estructuras no reveló defectos de flexión transversal en la capa intermedia, ya que estos resultados se encontraban dentro de los parámetros especificados en la norma. Los resultados están por debajo del límite de deriva de 0,007 según el estándar E. 030. Al verificar el análisis dinámico, también dentro de los parámetros establecidos por la norma sísmica de construcción E.030, se puede observar en las Tablas 29 y 30 que en el análisis dinámico de la estructura, no existe flecha transversal del piso entre el imperfecciones, porque de acuerdo con el estándar E, estos resultados de los límites de influencia son menores a 0.007. 030 Diseño sísmico.

3. Según un estudio del autor Moreno (2014), dado que la mayoría de las escuelas tienen grietas y las nuevas escuelas han sufrido daños porque fueron construidas de acuerdo con estándares anteriores sin considerar factores sísmicos, incluyendo durante el análisis realicé un análisis exhaustivo de los errores de distorsión y lo incorporé al proceso de intervención. El daño de la edificación con el desplazamiento relativo en la estructura es un indicador para evaluar el colapso del sistema constructivo, y el propósito del estudio es brindar soluciones para las edificaciones de las instituciones educativas. Existe una relación entre torsión y estructuras de hormigón armado, como se muestra en la Figura 66, que no expresa la fuerza y el alargamiento total... sino la fuerza o fuerzas en alargamiento o deformación, porque si en algún punto se observan desde el referencia, luego el

valor disminuye, las propiedades de un espécimen solo se pueden comparar con otra muestra y se muestran las cargas de tracción. Análisis La Figura 66 muestra el espectro de respuesta dinámica del programa de entrada A. El desplazamiento dinámico de las cimentaciones se muestra en la Tabla 67 y el desplazamiento dinámico de las cimentaciones se compara con el desplazamiento estático de las cimentaciones. Tenga en cuenta que se cumple  $V_{DIN} \geq 90\% V_{ii}$ , si no se cumplen las condiciones anteriores, corrija con un factor de corrección para cada dirección. La Tabla 31 muestra una comparación de cortantes y sus respectivos factores de corrección. Finalmente, se discutirán las consideraciones de este estudio, ya que se considera un aporte muy importante que conducirá a la recuperación de más investigaciones y los nuevos métodos que establece para el desarrollo de la investigación científica e incluso de la investigación civil. paisaje. Conocimientos de investigación de campo.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Al final de este estudio, se puede confirmar que los elementos de hormigón armado revestidos tienen un efecto significativo en el comportamiento estructural de los elementos en el sentido de que se cree que se puede mejorar la estabilidad del hormigón en la estructura. , y se estima que estos factores están relacionados con el deterioro de la estructura asociada. Estructura de fallas de corte y fallas de compresión de empuje diagonal en el Instituto Alfred Nobel. Tras los ensayos, analizando especialmente la geometría de la deformación elástica, las condiciones de equilibrio y la relación fuerza-deformación, la resistencia media a compresión del hormigón según los resultados de los ensayos Diamantina es de 195 kg/cm<sup>2</sup>. En buen o regular estado, no afectado por malas o difíciles condiciones según RNE E-060.

2. También es posible determinar cuánto difiere el comportamiento estructural del refuerzo de FRP en barras de concreto reforzado en las zonas afectadas por la corrosión en términos de deflexión por cortante horizontal, rigidez estructural y desplazamiento lateral máximo entre pisos. encontrado en el programa. Entre cada piso, en cada análisis estático y dinámico determinados según la Norma de Diseño Sísmico E 030, no tuvieron deflexión lateral del software en ambos análisis y los resultados obtenidos cumplieron con los códigos especificados por debajo del límite de desempeño de 0.007. De acuerdo con las especificaciones especificadas.

3. En resumen, este estudio muestra una correlación positiva entre el comportamiento estructural de los miembros de hormigón armado y los cambios en la corrosión del revestimiento de acero e identifica el desarrollo de la evaluación de pandeo del Instituto Alfred Nobel desarrollada con el tubo de ensayo de hormigón Means y los resultados obtenidos. Hay un patrón, así que compare el esfuerzo cortante dinámico base con el esfuerzo cortante estático base y preste atención para hacer coincidir  $V_{DIN} \geq 90\% V_{ii}$ . Si no se cumplen las condiciones anteriores, corrija el diagrama de acuerdo con el diagrama Tabla 31, el valor promedio de los factores de corrección en cada dirección.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. El Ministerio de Educación - MINEDU y el Ministerio de Vivienda se vincularán con las instituciones privadas beneficiarias de sus proyectos actualmente bajo el control de varios ministerios y brindarán asistencia técnica a los encargados de mantenimiento para garantizar la reparación y mantenimiento adecuado de los elementos. de por ejemplo edificio. Por lo tanto, estas condiciones no están incluidas en las normas y deben incluirse solo en las especificaciones técnicas para determinar la resistencia de las estructuras de hormigón armado.

2. Los patrocinadores y los directores de la escuela deben realizar inspecciones de la infraestructura en la Escuela Alfred Nobel, y si se encuentran grietas o deficiencias estructurales, se debe iniciar el mantenimiento adecuado de inmediato. Trabajadores de la construcción bien capacitados.

3. Se recomienda que las instituciones privadas realicen estudios de vulnerabilidad sísmica debido a que no realizan estudios de terreno ni planificación de edificios de acuerdo con la norma sísmica establecida E 030 y el municipio debe actuar estrictamente para diseñar un edificio adecuado para la escuela de acuerdo con las normas. como se especifica en el reglamento. Condiciones de evaluación del Ministerio de Educación.

## REFERENCIAS

- Álzate Buitrago, A. (01 de 06 de 2016). *APLICACIÓN DEL CAPÍTULO DE RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS NEC-SE-RE, PARA UNA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE LAS ESTRUCTURAS DE LA ZONA 2 DE PELIGRO ANTE UNA POSIBLE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI Y SISMOS*. Recuperado el 30 de 09 de 2018, de *APLICACIÓN DEL CAPÍTULO DE RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS NEC-SE-RE, PARA UNA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE LAS ESTRUCTURAS DE LA ZONA 2 DE PELIGRO ANTE UNA POSIBLE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI Y SISMOS*:  
<http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/bitstream/handle/123456789/678/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD%20%20ESTRUCTURAL.pdf?sequence=1>
- DÍAZ CAMACHO , S. (2012). *“ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DEL TIEMPO DE CORROSIÓN EN LA EVOLUCIÓN DEL RIESGO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO”*. Obtenido de *“ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DEL TIEMPO DE CORROSIÓN EN LA EVOLUCIÓN DEL RIESGO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO”*:  
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/58052>
- Aguilar Iza, L. D. (14 de 08 de 2015). *“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE EL FEMA 154 DEL NEC Y*. Recuperado el 30 de 09 de 2018, de *“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE EL FEMA 154 DEL NEC Y*:  
<file:///C:/Users/usu01/Downloads/T-UCE-0011-191.pdf>
- AGUILAR VILLARREAL , J. C. (octubre de 2013). *INFLUENCIA DEL DETERIORO POR CORROSIÓN DEL ACERO SOBRE LA REALCALINIZACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO CARBONATADO*. Obtenido de *INFLUENCIA DEL DETERIORO POR CORROSIÓN DEL ACERO SOBRE LA REALCALINIZACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO CARBONATADO*:  
<http://eprints.uanl.mx/3195/1/1080256729.pdf>
- ALEGRE GAGO, G. (29 de julio de 2017). *ESTUDIO DE LA INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA Y DUCTILIDAD DE LAS FIBRAS DE CARBONO UTILIZADAS COMO REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO*

- ARMADO. Obtenido de ESTUDIO DE LA INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA Y DUCTILIDAD DE LAS FIBRAS DE CARBONO UTILIZADAS COMO REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9254>
- Alvarado Valencia, J. A., & Obagi Araújo, J. J. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Obtenido de Fundamentos de inferencia estadística: [https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentos\\_de\\_inferencia\\_estad%C3%ADstica.html?id=3uhUqvF0\\_84C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Fundamentos_de_inferencia_estad%C3%ADstica.html?id=3uhUqvF0_84C&redir_esc=y)
- Astorga , A., & Rivero, P. (2009). *PATOLOGIAS EN LAS EDIFICACIONES- MÓDULO III – SECCIÓN IV*. Obtenido de PATOLOGIAS EN LAS EDIFICACIONES-MÓDULO III – SECCIÓN IV: [http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf)
- AYALA GALINDO, J., & GIRALDO VARGAS, M. (2018). *ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECRECIDO EN CONCRETO ARMADO PARA EL REFUERZO DE VIGAS Y COLUMNAS DE UNA EDIFICACIÓN*. Obtenido de ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECRECIDO EN CONCRETO ARMADO PARA EL REFUERZO DE VIGAS Y COLUMNAS DE UNA EDIFICACIÓN: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13328/1/GiraldoVargasMiguelAngel2018.pdf>
- BARRA MAMANI, A. (28 de setiembre de 2016). *EVALUACIÓN DE TIPOS DE FALLAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE JULIACA*. Obtenido de EVALUACIÓN DE TIPOS DE FALLAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE JULIACA: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxvzLrGCZjbDCKBjRnHhXMnFmlbc?projector=1&messagePartId=0.2>
- Chávez Godoy, A., & Unquén Villanueva, A. (10 de marzo de 2011). *“Método de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas”*. Obtenido de “Método de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas”: “Método de evaluación de patologías en edificaciones de

- Cifuentes Cifuentes, G. (s.f.). *Refuerzo de elementos estructurales mediante bandas de acero adheridas con resina epoxicas*. Obtenido de Refuerzo de elementos estructurales mediante bandas de acero adheridas con resina epoxicas: <file:///C:/Users/js/Desktop/TESIS%20LUNES/Dialnet-RefuerzoDeElementosEstructuralesMedianteBandasDeAc-4902412.pdf>
- Comité ACI 318 . (enero de 2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. Obtenido de Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05): [http://www.academia.edu/20385587/ACI\\_318S-05\\_Requisitos\\_de\\_Reglamento\\_para\\_Concreto\\_Estructural\\_ACI\\_318S-05\\_y\\_Comentario\\_ACI\\_318SR-05\\_](http://www.academia.edu/20385587/ACI_318S-05_Requisitos_de_Reglamento_para_Concreto_Estructural_ACI_318S-05_y_Comentario_ACI_318SR-05_)
- Committee 369, A. (2011). *Guide for Seismic Rehabilitation of Existing Concrete Frame Buildings and Commentary*. Obtenido de Guide for Seismic Rehabilitation of Existing Concrete Frame Buildings and Commentary: <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/369R-11web.pdf>
- Delgado Espinosa, A. A. (2014). *Evaluación, Diagnóstico estructural y propuesta de intervención edificio de vivienda Prado y Santa Elena*. Recuperado el 30 de 09 de 2018, de Evaluación, Diagnóstico estructural y propuesta de intervención edificio de vivienda Prado y Santa Elena: <file:///C:/Users/usu01/Downloads/universidad%20martha%20abreus%20270614.pdf>
- do Lago Helene, P. (01 de enero de 2015). *Manual para reparación, refuerzo y proteccion de las estructuras de concreto*. Obtenido de Manual para reparación, refuerzo y proteccion de las estructuras de concreto.
- Fernández Velarde, S. (2013). *EV ALUACION Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE REPARACION DEL PUERTO ARTESANAL HUACHO*. Obtenido de EV ALUACION Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE REPARACION DEL PUERTO ARTESANAL HUACHO: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3763>
- Fonseca, J. (1977). *Proyecto y construccion de carreteras*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados .

- Gameros Moncada, S. J. (2015). *Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso*. Obtenido de Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6448>
- Hernández López, Y. E. (24 de junio de 2009). *Evaluación de microsilice en la reparación de vigas de hormigón armado contaminado con cloruros*. Obtenido de Evaluación de microsilice en la reparación de vigas de hormigón armado contaminado con cloruros: [https://www.researchgate.net/publication/46591027\\_Evaluacion\\_de\\_microsilice\\_en\\_la\\_reparacion\\_de\\_vigas\\_de\\_hormigon\\_armado\\_contaminado\\_con\\_cloruros](https://www.researchgate.net/publication/46591027_Evaluacion_de_microsilice_en_la_reparacion_de_vigas_de_hormigon_armado_contaminado_con_cloruros)
- Hernández Pinedo, M. A. (julio de 2012). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA*. Obtenido de DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1450>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collao, C., & Batista Lucio, P. (04 de 2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Lazar Kanuk, L., & Leon G., S. (2005). *COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR (8ª ED.)*. Obtenido de COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR (8ª ED.): <https://www.casadellibro.com/libro-comportamiento-del-consumidor-8aa-ed/9789702605966/1055000>
- Loor Cañizares, D. F., & Mosquera Enríquez, H. P. (01 de 09 de 2016). *APLICACIÓN DEL CAPÍTULO DE RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN,*. Recuperado el 30 de 09 de 2018, de APLICACIÓN DEL CAPÍTULO DE RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN,: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12565/TESIS%20LOOR%20D.%20-%20MOSQUERA%20H..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lovera Martinez, L. G. (2016). *EL REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON ACEROS DE GRADO 75 EN EL PERÚ*. Obtenido de EL REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON ACEROS DE GRADO 75 EN EL PERÚ.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Minvu. (s.f.). *MANUAL DE REPARACIONES Y REFUERZOS ESTRUCTURALES*. Obtenido de MANUAL DE REPARACIONES Y REFUERZOS ESTRUCTURALES: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24384/1/Paper%20Paredes-Prieto.pdf>

Morales Morales, R. (2010). *Diseño de concreto armado*. Obtenido de Diseño de concreto armado: [https://www.academia.edu/36765239/Dise%C3%B1o\\_de\\_concreto\\_armado\\_roberto\\_morales](https://www.academia.edu/36765239/Dise%C3%B1o_de_concreto_armado_roberto_morales)

Moreno Fernández, E. (22 de octubre de 2008). *corrosion de armadura en estructuras de hormigon estudio experimental de la variacion de la ductibilidad en armaduras corroidas aplicando el criterio de acero equivalente*. Obtenido de corrosion de armadura en estructuras de hormigon estudio experimental de la variacion de la ductibilidad en armaduras corroidas aplicando el criterio de acero equivalente: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/5095>

Moreno Gonzales, C. P. (17 de 12 de 2014). *ANÁLISIS DE DAÑOS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR SISMOS EN ESCUELAS PÚBLICAS DE REP. DOM.* Obtenido de ANÁLISIS DE DAÑOS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR SISMOS EN ESCUELAS PÚBLICAS DE REP. DOM.: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24633/20141210%20TFM%20Carmen%20Moreno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno González, C. P. (17 de 12 de 2014). *ANÁLISIS DE DAÑOS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR SISMOS EN*. Recuperado el 28 de 09 de 2018, de ANÁLISIS DE DAÑOS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR SISMOS EN:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24633/20141210%20TFM%20Carmen%20Moreno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*. Obtenido de Resistencia de materiales: <https://cesarlindao.files.wordpress.com/2013/06/resistencia-de-los-materiales-robert-montt-5ta-edicic3b2n.pdf>

NAYRA CHOQUE , A. R. (28 de junio de 2017). “REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES FAMILIARES PARA EL USO DE ENTIDADES FINANCIERAS – CASO CAJA AREQUIPA - PUNO”. Obtenido de “REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES FAMILIARES PARA EL USO DE ENTIDADES FINANCIERAS – CASO CAJA AREQUIPA - PUNO”: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5597>

Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (20 de 07 de 2014). *Metodología de la investigación. Cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis Fuente: Pacarina del Sur - http://pacarinadelsur.com/home/senas-y-resenas/1001-metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-tesis*. Obtenido de Metodología de la investigación. Cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis Fuente: Pacarina del Sur - <http://pacarinadelsur.com/home/senas-y-resenas/1001-metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-tesis>: <http://pacarinadelsur.com/home/senas-y-resenas/1001-metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-tesis>

PÁEZ CORNEJO , J. D. (30 de setiembre de 2015). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTRUCTURAS*. Obtenido de ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTRUCTURAS:

[https://www.researchgate.net/publication/316940069\\_ANALISIS\\_COMPARATIVO\\_DE\\_ESTRUCTURAS\\_CON\\_Y\\_SIN\\_REFORZAMIENTO\\_FRP](https://www.researchgate.net/publication/316940069_ANALISIS_COMPARATIVO_DE_ESTRUCTURAS_CON_Y_SIN_REFORZAMIENTO_FRP)

Paredes, J., Prieto, J., & Santos, E. (23 de mayo de 2013). *CORROSIÓN DEL ACERO EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO: VIGAS Y COLUMNAS*. Obtenido de CORROSIÓN DEL ACERO EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO: VIGAS Y COLUMNAS:

- <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24384/1/Paper%20Paredes-Prieto.pdf>
- Parra Samaniego, B. E., & Vásquez Flores, P. G. (2014). *“PATOLOGÍA, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN DE LA VIVIENDA DE LA FAMILIA BERMEO ALARCÓN”*. Obtenido de “PATOLOGÍA, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN DE LA VIVIENDA DE LA FAMILIA BERMEO ALARCÓN”:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5528>
- Prieto Rabade, M. (2014). *estudio de la adherencia de armaduras corroidas y su influencia en la capacidad resistente de elementos de hormigon armado*. Obtenido de estudio de la adherencia de armaduras corroidas y su influencia en la capacidad resistente de elementos de hormigon armado:  
[http://oa.upm.es/33692/1/MIGUEL\\_PRIETO\\_RABADE\\_2.pdf](http://oa.upm.es/33692/1/MIGUEL_PRIETO_RABADE_2.pdf)
- QUISPE HUANCA, M. (05 de enero de 2016). *EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS C.E.S. ESTATALES ENTRE EL TIEMPO DE SERVICIO VERSUS EL RIESGO, DE SU INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN LA CIUDAD DE JULIACA*. Obtenido de EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS C.E.S. ESTATALES ENTRE EL TIEMPO DE SERVICIO VERSUS EL RIESGO, DE SU INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN LA CIUDAD DE JULIACA:  
<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxvzLrGCZjbDCKBjRnHhXMnFmlbc?projector=1&messagePartId=0.3>
- Quispe Napanga, K. G. (05 de enero de 2018). *APLICACIÓN DE TÉCNICAS SOSTENIBLES DE REPARACIÓN DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES*. Obtenido de APLICACIÓN DE TÉCNICAS SOSTENIBLES DE REPARACIÓN DE LA FISURACIÓN DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES:  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/10195>
- S. p. (2013). *Encamisado en concreto armado para el refuerzo de vigas y columnas de una edificación*. Obtenido de Encamisado en concreto armado para el refuerzo de vigas y columnas de una edificación:  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13328/2/GiraldoVargasMiguelAngel2018Anexos.pdf>

sika. (octubre de 2015). *GUÍA DE USUARIO Software de diseño Sika®CarboDur® Basado en ACI 440.2R-8*. Obtenido de *GUÍA DE USUARIO Software de diseño Sika®CarboDur® Basado en ACI 440.2R-8: GUÍA DE USUARIO Software de diseño Sika®CarboDur® Basado en ACI 440.2R-8*

Simões Ventura, F. G. (01 de febrero de 2013). *Estudio experimental de los efectos de la corrosión de las armaduras en vigas continuas de hormigón armado*. Obtenido de *Estudio experimental de los efectos de la corrosión de las armaduras en vigas continuas de hormigón armado*: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/18385>

SOTO BARRAZA , E. N. (febrero de 2008). *REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO*. Obtenido de *REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO*: <https://es.scribd.com/document/347257193/Rehabilitacion-de-Estructuras-de-Concreto-Tesis-UNAM-pdf>

## **ANEXOS**

**Comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzos estructurales en zonas afectadas por corrosión - Colegio Alfredo Nobel Ate Vitarte, 2022**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es el comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzos en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019?	Determinar la modificación del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzos en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019.	Los refuerzos en zonas afectadas por corrosión modifican significativamente el comportamiento estructural de elementos de concreto armado – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019.	VI:  Refuerzos estructurales	D1: Refuerzo con encamisado de concreto armado	I1: elementos sometidos a flexión I2: Esfuerzo cortante I3: Elementos sometidos a flexo compresión	<b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Diseño:</b> No experimental <b>Población:</b> Instituciones Educativas Particulares del distrito de Ate Vitarte. <b>Muestra:</b> Institución Educativa Particular Alfred Nobel. <b>Muestreo:</b> No probabilístico del tipo intencional
				D2: Refuerzo de estructuras con sistemas FRP	I1: Reforzamiento a flexión I2: Reforzamiento a cortante I3: Compresión pura	
¿Cuánto cambia el comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de concreto armado en zonas afectadas por corrosión –Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019?	Calcular el cambio del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de concreto armado en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019.	El cambio del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de concreto armado en zonas afectadas por corrosión es significativo –Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019.		D3: Refuerzo con encamisado de acero	I1: Sección modificada I2: Encamisado de columna I3: Encamisado de viga	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS				

<p>¿Cómo modifica el comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzo FRP en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019?</p>	<p>Analizar la modificación del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzo FRP en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019</p>	<p>La modificación del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con refuerzo FRP en zonas afectadas por corrosión es significativo – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2018.</p>	<p><b>VD:</b></p> <p>Comportamiento estructural</p>	<p>D1: Esfuerzos</p>	<p>I1: Esfuerzo de compresión I2: Esfuerzos de tensión I3: Módulo Elástico</p>	<p><b>Técnicas:</b> Observación directa <b>Instrumento:</b> Ficha de recopilación de datos.</p>
<p>¿En cuánto varía el comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de acero en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019?</p>	<p>Cuantificar la variación del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de acero en zonas afectadas por corrosión – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019</p>	<p>La variación del comportamiento estructural de elementos de concreto armado con encamisado de acero en zonas afectadas por corrosión es significativo – Colegio Alfred Nobel Ate Vitarte 2019.</p>		<p>D2: Derivas</p>	<p>I1: Desplazamientos horizontales causados por efectos P-delta I2: Índices de daño basado en la deformación acumulada I3: Índices de daño basado en la rigidez de la estructura</p>	
				<p>D3: Distorsiones.</p>	<p>I1: Desplazamiento laterales de entrepiso I2: desplazamientos relativos y distorsiones I3: desplazamiento sísmico</p>	



Preparacion de la muestra



azufre para lamuestra



## CERTIFICADO

**EMPRESA** : LAB CONCRET E.I.R.L.  
**RUC** : 20600533852  
**DIRECCIÓN** : Av. Ferrocarril No. 508 José Gálvez - VMT  
**FECHA** : 20 Septiembre 2018

Por médio de la presente se certifica que el equipo Scanner Marca BOSH, modelo D-tect 150 Profesional, con número de serie 503410037, se encuentra operativo y en buenas condiciones para ser utilizado. Cabe mencionar que el equipo es alimentado por 4 baterías (AA) de 1.5 v. cada una.



Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

  
FLORENTIN RAUL MONTES CORRALES  
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA  
Reg. CIP N° 25316



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 069 - 2018**

Página : 1 de 2

Expediente : T 321-2018  
Fecha de emisión : 2018-08-15

1. Solicitante : LAB CONCRET E.I.R.L.

Dirección : AV. FERROCARRIL NRO, 508 P.J. POETA JOSE GALVEZ -  
VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

2. Instrumento de medición : EXTRACTORA DE BROCA DIAMANTINA

Marca : HUSQUARNA

Modelo : DMS 240

Serie : 20180200050

Procedencia : CHINA

Marca de Broca : MASTER BLADE

Serie de Broca : Y556

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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.

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
15 - AGOSTO - 2018

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó por el método de comparación utilizando patrones certificados

5. Trazabilidad

PATRON UTILIZADO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TACOMETRO DIGITAL	BOECO	LTF - C - 018 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,6	19,7
Humedad %	71	71

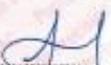
7. Resultados de la Medición

Los resultados de la mediciones se muestran en la pagina siguiente  
La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loeyza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LO - 069 - 2018

Página : 2 de 2

### Resultados

ITEM	BROCA	INDICACIÓN (rpm)
1	3 pulg	1005,4
2	3 pulg	1012,0
3	3 pulg	1012,5
4	3 pulg	1011,2
5	3 pulg	1009,8
6	3 pulg	1012,1
7	3 pulg	1012,3
8	3 pulg	1011,1
9	3 pulg	1013,9
10	3 pulg	1013,1
PROMEDIO		1011,3

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
CIMENTACIÓN**

VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DEL  
PROYECTO: ***"INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
PARTICULAR ALFRED NOBEL, UBICADO EN LA  
AV. MARCOS PUENTE LLANOS, Mz. G, Lt. 2A,  
DISTRITO DE ATE VITARTE, LIMA"***

**TABLA DE CONTENIDO**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**

**1. GENERALIDADES**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivo del Estudio
- 1.3 Descripción y Ubicación del Proyecto
- 1.4 Clima, Geología y Topografía
- 1.5 Alcance del Trabajo

**2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

**3. ENSAYOS DE LABORATORIO**

**4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS**

- 4.1 Clasificación de Suelos
- 4.2 Propiedades Físicas
- 4.3 Análisis Granulométrico
- 4.4 Clasificación SUCS y AASHTO
- 4.5 Perfil Estratigráfico

**5. NIVEL FREÁTICO**

**6. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO IN - SITU**

**7. SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO**

**8. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO**

**9. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**

**10. CÁLCULO DE ASENTAMIENTO**

**11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**12. BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

- A) REGISTRO DE EXCAVACIÓN
- B) ENSAYOS DE LABORATORIO
- C) TOMAS FOTOGRÁFICAS
- D) PLANO DE UBICACIÓN DE MUESTREOS

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de verificar las características del suelo que permitan determinar la capacidad portante del suelo.

Los trabajos se han desarrollado en tres etapas: inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrado en el proyecto, ejecutados en el Laboratorio de Control de Calidad de la empresa **Consul Espinoza Ingenieros**; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada, ejecutados en gabinete.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar el terreno lo que nos permitió verificar el desplante de la cimentación, así que hasta una profundidad de excavación de calcatas de 1.50 metros debajo del nivel de terreno existente, se encontró el nivel de fondo de zapata. Simultáneamente se tomó muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron como base para verificar las características de diseño.

Adjuntando al presente informe, los anexos: perfiles estratigráficos, ensayos de laboratorio, registros de exploración de calcatas y panel fotográfico.

### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal del presente informe técnico para el proyecto: **"INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR ALFRED NOBEL, UBICADO EN LA AV. MARCOS PUENTE LLANOS, Mz. G. Lt. 2A, DISTRITO DE ATE VITARTE, LIMA"**, es verificar la capacidad portante del suelo sobre la cual se encuentra cimentada la estructura. Por consiguiente, determinaremos las características físicas, químicas y de resistencia del material muestreado, debiéndose realizar la clasificación unificada de suelos y obtener el tipo de suelo en el fondo de cimentación.

### 1.3 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente informe consta de un área de investigación, dentro de la Institución Educativa Particular Alfred Nobel, propiedad que se encuentra en la Av. Marcos Puente Llanos.

Los límites del distrito en estudio son:

El Norte: distrito de Lurigancho - Chosica.

El Sur: distrito de Cieneguilla, Pachacamac y La Molina.

El Este: distrito de Chaclacayo.

El Oeste: distrito de Santiago de Surco, San Borja, San Luis, El Agustino y Santa Anita.

#### 1.4 CLIMA, GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA

Su clima del lugar en estudio es de tipo dd-S (desierto desecado subtropical) con escasas precipitaciones en invierno, que llegan desde 15.625 a 31.25 de promedio de precipitación total por año en milímetros, su humedad se encuentra entre 64.00 y 32.00 por ciento. La bio – temperatura media – anual en grados centígrados se encuentra desde 18° hasta 24°. Su descripción de piso altitudinal se considera premontano

La geología de la zona en estudio se caracteriza por ser rocas sedimentarias de tipo Ki era Cretáceo, grupo Yura, grupo Goyllarisquiza, Fms. Santa, Pampóna, Moro Solar, Murco, Muni y Sipin, localmente incluyen Facies Continentales. La topografía y relieve del suelo es semi empinado y con pendientes pronunciadas.

#### 1.5 ALCANCE DE TRABAJO

El presente informe técnico tiene por finalidad:

1. Verificar las características físicas y mecánicas de los materiales subyacentes, (dentro de la profundidad de desplante) para la verificación de la capacidad portante del suelo.
2. El informe contempla la determinación de los parámetros geotécnicos como: profundidad de desplante de cimentación, tipo de cimentación, capacidad admisible del suelo con la estructura existente, asentamientos probables, parámetros sísmicos.
3. Efectuar un programa de exploración de campo, ensayo de laboratorio y trabajos de gabinete, mediante los cuales se deducen los parámetros de diseño antes indicados que se completa con la metodología aplicada. Se ha tenido en cuenta la Norma Técnica E 050 Suelos y Cimentación y la Norma técnica E 030 Sismo Resistente; del Reglamento Nacional de Edificaciones 2017.

Los ensayos de materiales en la cota de fondo de cimentación para verificar los parámetros de la capacidad portante del suelo, serán los siguientes:

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- Contenido de Humedad
- Clasificación SUCS y AASHTO
- Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.
- Densidad Máxima de Suelos
- Densidad Mínima de Suelos
- Densidad Natural de Suelos

#### 2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Con la finalidad de identificar las características geotécnicas del suelo subyacente existente dentro de la zona del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campo (excavación de calicatas), la ubicación de cada uno de ellas fue elegido de forma estratégica para ser ensayadas en el laboratorio de control de calidad de la empresa **Consul Espinoza Ingenieros**. En total se excavó 1 pozo a cielo abierto, lo que se denominó C – 1. La ubicación, número de muestras, profundidad y descripción de las calicatas ejecutadas se presentan en el siguiente Cuadro N°01 denominado "Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas".

La profundidad alcanzada de las calicatas fue de 1.50 metros, por debajo del terreno existente. En cada calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo, clasificando los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). No se detectó cambios de estratos durante la excavación. Se tomó una muestra representativa, las que convenientemente identificadas fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar ensayos de sus características físicas y mecánicas.

Cuadro N°01: Relación de Calicata Ejecutada

RELACIÓN DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS				
N°	MUESTRA	PROF.	DESCRIPCIÓN	NIVEL FREÁTICO
CALICATA 1	M - 1	1.50 m	GP - GM	-

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado con la finalidad de obtener los parámetros necesarios que determinen las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación. Para tal efecto se han ejecutado los siguientes ensayos, bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.):

Cuadro N°02: Ensayos Estándar para Suelos

NOMBRE DE ENSAYO	USO	MÉTODO AASHTO	ENSAYO ASTM	PESO DE MUESTRA	PROPOSITO
Análisis Granulométrico	Clasif.	T88	D2218	5,000 gr	Para determinar la distribución del tamaño de las partículas del suelo
Límite Líquido	Clasif.	T89	D4318	100 gr	Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
Límite Plástico	Clasif.	T89	D4318	100 gr	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólidos
Índice de Plasticidad	Clasif.	T89	D4318	100 gr	La diferencia entre LL y LP
Contenido de Humedad	Clasif.		D2218	500 gr	Determinar el % de humedad del suelo.
Densidad Máxima y Mínima de Suelos	Capacidad Portante		D4253-00(2006) y D4254-00(2006)je1	30,000 gr	Determina la densidad del suelo con cantidad máxima y mínima relativa de vacíos.
Densidad Natural	Capacidad Portante		D1558-07	5,000 gr	Determina la relación entre peso y volumen del suelo.

### 4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS

#### 4.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

La identificación y clasificación de suelos se realizó de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM-2487-69, según el Sistema Unificado de Clasificaciones de Suelos (SUCS). Así mismo los Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), fueron determinados usando la copa de casa grande y el rolado.

#### 4.2 PROPIEDADES FÍSICAS

En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Limite líquido (ASTM D-423) y limite plástico (ASTM D-424). Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante. Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido (ASTM D-423), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semi seco es el Limite Plástico (ASTM D-424).

#### 4.3 ANALISIS GRANULOMÉTRICO

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de tamiz de diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

El contenido de humedad (ASTM D-2216) de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. Los resultados de Contenido de Humedad, se presenta en el Cuadro N°03: "Contenido de Humedad", que se muestra a continuación:

Cuadro N°03: Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD				
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	SUCS
C - 1	M - 1	0.00 - 1.50	1.2 %	GP - GM

#### 4.4 CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado, el cual clasifica al suelo identificado por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación AASHTO para la construcción de carreteras, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Los resultados de propiedades índices y análisis granulométrico, se presentan en el Cuadro N° 04: "Clasificación de Suelos", que resume los resultados principales de los materiales ensayados incluyendo las clasificaciones SUCS.

Cuadro N°04: Clasificación de Suelos

CALICATA	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
C - 1	M - 1	0.00 - 1.00	GP - GM	A - 1 - a (0)

#### 4.5 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos y establecer el perfil estratigráfico.

##### Calicata N° 1.

Entre las cotas 0.00 - 1.50 metros. Se tiene la presencia de un suelo gravoso mal graduado con limo y arena (GP - GM). Este presenta un color marrón claro, tiene una plasticidad media, un bajo contenido de humedad y no existe presencia de nivel freático. Los bolones que presenta esta calicata son de menor porcentaje y los diámetros varían entre 3" a 6".

#### 5. NIVEL FREÁTICO

La verificación del nivel freático en la zona en estudio, se realizó al momento de ejecutar las prospecciones de campo, en las cuales no se encontró la presencia del nivel freático.

#### 6. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO IN - SITU

En función a la ubicación y profundidad proyectada de la cimentación de las estructuras, que soportarán estos suelos, se efectuó un ensayo de campo por el

método del Cono de Arena de acuerdo a la norma ASTM D 1556, con la finalidad de medir la densidad in – situ de este estrato. Los resultados obtenidos son:

Cuadro N°05: Cuadro de Densidad de Campo

PERFORACIÓN	DENSIDAD HÚMEDA (g/cm <sup>3</sup> )
Densidad de campo a 1.00 metro de profundidad, a partir del nivel del terreno actual	1.625

## 7. SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo a la información sismológica, el área en estudio se encuentra ubicada dentro de la Zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica (zona de susceptibilidad sísmica alta).

Imagen N° 01: Mapa de Zonificación Sísmica.



De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E. 030 (Diseño Sismo Resistente). La fuerza cortante total en la base (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$$

Donde:

Z: factor de zona

U: factor de uso e importancia

S: factor suelo

C: coeficiente de amplificación sísmica

P: peso total de la edificación

R: coeficiente de solicitaciones sísmicas

El factor zona se obtiene de la siguiente tabla, siendo este igual a 0.45:

Cuadro N°06: Factor de zona

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

A continuación, se muestra los parámetros sísmicos para un perfil de suelo tipo S – 2, correspondiente al tipo de material identificado con los sondeos realizados.

Cuadro N°07: Parámetros Sísmicos

PERFIL DE SUELO S – 2	Z	S	Tp	TL
Suelo Intermedio	0.45	1.05	0.60	2

## 8. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO

Los resultados del análisis químico presentados a continuación pertenecen a la Calicata 1. Esta calicata fue elegida de manera alterna para los ensayos químicos.

Cuadro N°08: Resultados de ensayos químicos

CALICATA	PROF.	AGREGADOS	POTENCIAL DE	CLORUROS	SULFATOS COMO
			HIDRÓGENO	COMO IÓN Cl <sup>-</sup>	IÓN SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
			(pH)	ppm	ppm
C-1 (M – 1)	0.00 m – 1.50 m	Fino	7.01	566.30	960.23
		Grueso	6.80	565.22	771.02

De acuerdo a estos resultados de laboratorio se establece que la exposición de cloruros es aceptable. Sin embargo, según lo señalado en la norma E 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cantidad de PH del suelo se considera como un estado neutro, así mismo la cantidad de sulfatos se considera como moderado. Por lo que la cimentación no se encuentra en peligro de ataques químicos.

## 9. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Se escogió una calicata representativa (Calicata 1), para determinar la capacidad portante del suelo. Así mismo, a esta calicata se ejecutaron los siguientes ensayos: densidad de campo, densidad máxima de suelos y densidad mínima de suelos.

A la profundidad de 1.00 metros del suelo se encuentra el fondo de cimentación (distribución de presiones). La característica del estrato existente tiene una clasificación SUCS y AASHTO de GP – GM (Grava mal graduado con limo y arena) y A – 1 – a (0), respectivamente.

Sus características de resistencias están dadas principalmente por su ángulo de Fricción Interno, el cual puede estimarse en función a la densidad relativa del suelo:

$$D_r = \frac{\gamma_{max}}{\gamma_{nat}} \times \frac{(\gamma_{nat} - \gamma_{min})}{(\gamma_{max} - \gamma_{min})} \times 100\%$$

Dónde:

Cuadro N°09: Densidades y grados de compactación del suelo

PERFORACIÓN	CALICATA 1
Densidad Máxima $\gamma_{max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.658
Densidad Mínima $\gamma_{min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.593
Densidad Natural $\gamma_{nat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.625

Mediante la relación de Meyerhoff, se puede obtener el ángulo de fricción interno del Suelo:

$$\phi = 25 + 0,15 \times D_r$$

$$D_r = 64,94 \%$$

$$\phi = 34,7^\circ$$

Las características de cohesión de este material se están considerando nulas por ser un material granular sin cohesión, con escaso material pasante el Tamiz N°200. Por tal motivo para efecto de cálculo se está considerando una cohesión de:

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi y la fórmula general de Meyerhoff, la capacidad portante admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} [cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0,5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}]$$

Dónde:

Peso volumétrico del suelo sobre y debajo del N.F.Z.  $\gamma_{nat} = 1.625 \text{ g/cm}^3$

Ancho de zapata  $B = 1.50 \text{ m}$

Longitud de zapata  $L = 1.50 \text{ m}$

Desplante de cimentación  $D_f = 1.00 \text{ m}$

Factor de seguridad  $F.S = 3.00$

- Factores de capacidad de carga, en función de  $\phi$ :  $N_c, N_q, N_\gamma$

$$N_c = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) c e^{\phi \tan \phi} \quad N_q = (N_c - 1) \cot \phi \quad N_\gamma = 2(N_c + 1) \tan \phi$$

- Factores de Forma:  $F_{ca}, F_{qa}, F_{\gamma a}$

$$F_{ca} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_c}{N_q}\right) \quad F_{qa} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi \quad F_{\gamma a} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L}\right)$$

L = Longitud de la cimentación (L > B)

- Factores de Profundidad:  $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$

Para  $D_f / B \leq 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - 2 \sec \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad F_{\gamma d} = 1$$

Para  $D_f / B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - 2 \sec \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad F_{\gamma d} = 1$$

- Factores de inclinación de la carga:  $F_{ca}, F_{qa}, F_{\gamma a}$

$$F_{ca} = F_{qa} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ}\right)^2 \quad F_{\gamma a} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2$$

$\beta$  = inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical.

Los factores calculados, para los parámetros señalados son los siguientes:

Cuadro N°10: Factores de diseño

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA		FACTORES DE PROFUNDIDAD		FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA	
$N_c$	37.13	$F_{ca}$	1.66	$F_{cd}$	1.36	$F_{ca}$	1.00
$N_q$	24.69	$F_{qa}$	1.64	$F_{qd}$	1.25	$F_{qa}$	1.00
$N_\gamma$	32.77	$F_{\gamma a}$	0.60	$F_{\gamma d}$	1.00	$F_{\gamma a}$	1.00

Con estos parámetros podemos determinar la capacidad portante admisible, el cual se ha definido en:

$$q_{adm} = 3.30 \text{ Kg/cm}^2$$

## 10. CÁLCULO DE ASENTAMIENTO

Los asentamientos elásticos en suelos granulares se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr 1966). Cabe señalar sin embargo que esta fórmula está concebida para el caso cuando la cimentación está colocada sobre la superficie del terreno.

$$S_e = \frac{Bq_u}{E_s} \times [1 - \mu_s^2] \times \alpha$$

A continuación, se muestran valores característicos para el proyecto:

Cuadro N° 11: Relación entre tipo de material y relación de poisson.

TIPO DE SUELO	RELACIÓN DE POISSON ( $\mu$ )
Arena Suelta	0.20 – 0.35
Arena Densa	0.30 – 0.40
Arena Fina	0.25
Arena Gruesa	0.15
Rocas	0.15 – 0.25

Cuadro N° 12: Relación entre tipo de material y módulo de elasticidad.

TIPO DE SUELO	Es (kg/cm <sup>2</sup> )
Arena Suelta	100 – 250
Arena Densa	500 – 1000
Grava Arenosa Suelta	500 – 1400
Grava Arenosa Densa	800 – 2000

El factor de forma es expresado mediante la siguiente relación:

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m \ln \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right], \quad m = L/B$$

Dónde:

- L: longitud de cimentación.
- B: base de cimentación

Finalmente, los valores obtenidos de los cuadros son reemplazados en la expresión del asentamiento.

Así, el resultado de asentamiento probable para la capacidad portante del suelo es:

Cuadro N° 13: Asentamiento para el suelo.

ASENTAMIENTO PARA LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO					
B x L	:	1.50 m x 1.50 m	$q_p$	:	3.30 kg/cm <sup>2</sup>
$\mu_s$	:	0.35	$E_s$	:	1000 kg/cm <sup>2</sup>
$\alpha$	:	0.91	$S_e$	:	0.39 cm

A pesar de haberse calculado conservadoramente, se ha obtenido un asentamiento menor a lo permitido por la Norma E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual menciona que los asentamientos deben ser menores de 2,5 cm; por lo que el suelo y la roca son aceptables para la cimentación de las estructuras de concreto del proyecto.

#### 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente informe técnico corresponde al estudio de mecánica de suelos y cimentación para la verificación de capacidad portante del proyecto: "INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARTICULAR ALFRED NOBEL, UBICADO EN LA AV. MARCOS PUENTE LLANOS, Mz. G, Lt. 2A, DISTRITO DE ATE VITARTE, LIMA".
- La relación de calicatas del suelo que se ejecutaron en campo fue:

RELACIÓN DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS				
N°	MUESTRA	PROF.	DESCRIPCIÓN	NIVEL FREÁTICO
CALICATA 1	M - 1	1.50 m	GP - GM	-

- Los parámetros sísmicos del lugar en estudios, determinados son:

PERFIL DE SUELO S - 2	Z	S	Tp	TL
Suelo Intermedio	0.45	1.05	0.60	2

- Los resultados del análisis químico, de la Calicata N°1 son:

CALICATA	PROF.	AGREGADOS	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	CLORUROS COMO IÓN Cl <sup>-</sup> ppm	SULFATOS COMO IÓN SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ppm
C-1 (M - 1)	0.00 m - 1.50 m	Fino	7.01	588.30	980.23
		Grueso	6.80	585.22	771.02

Por lo que según lo señalado en la norma E 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cantidad de PH del suelo se considera como un estado neutro, así mismo la cantidad de sulfatos se considera como moderado. Por lo que la cimentación no se encuentra en peligro de ataques químicos.

- Los datos de capacidad portante del es como se muestra en el cuadro siguiente:

CAPACIDAD PORTANTE EN SUELOS				
DENSIDAD NATURAL (g/cm <sup>3</sup> )	1.625	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	Nc	37.13
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0		Nq	24.69
ANGULO DE FRICCION	32.5°		Ny	32.77
B (cm)	150	FACTORES DE FORMA	Fcs	1.66
L (cm)	150		Fqs	1.64
DESPLANTE (cm)	100		Fys	0.60
FACTOR DE SEGURIDAD (F.S)	3	FACTORES DE PROFUNDIDAD	Fcd	1.36
Q último (Kg/cm <sup>2</sup> )	9.96		Fqd	1.25
Q adm (Kg/cm <sup>2</sup> )	3.30		Fyd	1.00

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Fundamentos de Ingeniería geotécnica, Doc. Braja M. Das (2000).
- Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Ing. Crespo Villalaz (2015).
- Ingeniería de Cimentaciones, Doc. Braja M. Das (2000).
- American Section of the International Association for Testing Materials (NORMA ASTM).
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE 2017).
- Mecánica de Suelos, Lambe (1972).
- Grupo de Investigación en Geología Aplicada (GIGA).
- Mecánica de Rocas Aplicada a Cimentaciones (Universidad Politécnica de Catalunya).

## Fibra de Carbono - Fortec de 600 GSM

Textil de fibra de carbono unidireccional o en la hoja de remolque para refuerzo estructural y contención.

# FORTEC

## STABILIZATION

**Descripción del Producto.** Hoja de Remolque de Carbono Fortec 600GSM es un textil de fibra de carbono unidireccional, tejido y flexible con un ligero entelado (fibra tejida) en ambos lados diseñado para su uso como un refuerzo externamente aplicada para el fortalecimiento de las estructuras de concreto, madera y mampostería. Generalmente, las Hojas de remolque de carbono Fortec se instalan con Fortec #4550 LPL o resinas epoxídicas de matriz de fibra de módulo alto Fortec #1276 LPL para formar un sistema de polímero de fibra de carbono baratas reforzado (carbon fiber reinforced polymer, CFRP).



### Características

- ∴ Refuerzo y fortalecimiento de estructuras irregulares
- ∴ Envuelta de columnas
- ∴ Reforzamiento de muro de contención en voladizo
- ∴ Reforzamiento suplementario de vigas y losas
- ∴ Refuerzo Inerte en entornos altamente corrosivos

### Opciones

- ∴ Cruz personalizada teje disponible
- ∴ Entretejidos bidireccionales disponibles

### USO DEL PRODUCTO

#### Aplicaciones Objetivos

- ∴ Estructurales, Modificaciones, y Actualizaciones
- ∴ Cambios en edificio de uso que requieren grandes cargas
- ∴ Aumentado de fuerza de muros de concreto y mampostería
- ∴ Aumentado de fuerza de estacionamientos cubiertas y losas
- ∴ Control de grieta y humedad
- ∴ Modificación sísmica
- ∴ Mejoras de fuerza de cizallar
- ∴ Mejoras de fuerza a la flexión
- ∴ Adición de maquinaria pesada o vibración
- ∴ Aumentos de vida servicio

#### Aplicaciones de Reparados

- ∴ Colisión
- ∴ Corrosión
- ∴ Fuego
- ∴ Edad
- ∴ Uso excesivo

#### Beneficios Estructurales

- ∴ Confinamiento sísmico
- ∴ Aumentar la fuerza
- ∴ Reducción de deformación y hundimiento
- ∴ Reducción de la tensión de acero de refuerzo
- ∴ Control de grieta y humedad
- ∴ Sustrato de pegar

### ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

#### Información general

<b>Material base</b>	Fibras de carbono, entretejida en un tejido unidireccional flexible
<b>Almacenamiento</b>	Evitar el contacto directo de sol
<b>Vida útil</b>	Ilimitada
<b>Color</b>	Negro
<b>Fuerza de tensión de los filamentos, ksi (MPa)</b>	600 (4.133)
<b>Módulo de elasticidad de los filamentos, msi (GPa)</b>	34.000 (234.000)
<b>Peso superficial, lb/ft<sup>2</sup> (g/m<sup>2</sup>)</b>	0,123 (600)
<b>Espesor nominal de la tela, en mm.</b>	0,014 (0.35)
<b>Dureza al Corte D (ASTM D2240)</b>	84D

#### Propiedades físicas y mecánicas del sistema CFRP laminado

	Fuerza de la tensión última <sup>1</sup> f <sub>tu</sub> ksi (MPa)	Módulo de Elasticidad <sup>2</sup> E <sub>r</sub> ksi (GPa)	Fuerza de la tensión por espesor de unidad <sup>3</sup> p <sub>tu</sub> kips/in (kN/mm)	Módulo elasticidad de la tensión por espesor unidad <sup>4</sup> E <sub>r</sub> kips/in (kN/mm)	Tensión última a Ruptura ε <sub>tu</sub> in/in (mm/mm)	Fuerza de compresión <sup>5</sup> ksi (MPa)
Valores Medios	123 (849)	10.500 (72)	4,9 (8,6)	420 (72)	0,0155	113 (779)
Valores de Diseño <sup>5</sup>	99 (685)	9.100 (62)	3,8 (6,6)	364 (62)	0,015	99 (683)

Resultados en el uso de la temperatura de laminado SKRB Sala 77°F curado resina epoxídica

<sup>1</sup>ASTM D3039 <sup>2</sup>ASTM D895 <sup>3</sup>ASTM D2344 <sup>4</sup>Dureza de laminado curado = 0.040 in (1.01 mm)

<sup>5</sup> Los valores de diseño estadísticamente se basan según lo recomendado por American Concrete Institute, ACI 440.2R

Embalaje anchuras estándar de 12 pulgadas (300 mm) o 24 pulgadas (600 mm). Anchuras disponibles de hasta 50 pulgadas (1.3 m). El embalaje estándar incluye tubo de cartón, envoltura plástica, bolsa, sellado y caja. Rotulado en el tubo interior, fuera del rollo y en la caja.

## CÓMO USAR

**Preparación.** Proteja el área de trabajo de agua estancada y las inclemencias del tiempo. Las superficies pueden ser húmedas. Las superficies deben ser limpias y sanas. Desprendimiento o de otro de hormigón dañado debe eliminarse para material sólido. Lantones(residuo) debe eliminarse. Rectificado, astillado, escarificado, disparo voladura, arena voladura, o chorro de agua son todos los métodos aceptables. Para aplicaciones de concreto y mampostería, parche todas las superficies desiguales con Fortec # 4550 LPL o resinas epoxídicas de matriz de fibra de alta-módulo de # 1276. Emisión de arena de sílice en parches para evitar el rubor de Amina. Utilice aire libre de aceite para quitar cualquier suciedad de polvo inmediatamente anterior a la solicitud de resinas epoxídicas. Mantenga Fortec carbono para hojas de la contaminación. Almacene en un área limpia y seca, lejos de la luz solar directa. Mantenga en embalaje original hasta la instalación y proteger de daño físico. Quitar el polvo, suciedad y cualquier otro material extraño. Quitar el agua, grasa, cera, aceite o cualquier otro líquido con un disolvente adecuado.

**Corte.** Las Fibras de Carbono Fortec pueden cortarse a la longitud o ancho deseado con unas tijeras o navajas filosas. Las herramientas sin filo deshilachan los extremos del tejido y no deben emplearse.

**Resina Epoxídica.** Se recomienda usar las resinas epoxídicas de matriz de fibra de módulo alto E-Bond #1276 para todas las aplicaciones.

**Aplicaciones.** Aplicaciones horizontales y verticales pueden utilizar o bien las técnicas de laminas secas o húmedas. La técnica de laminas húmeda usando un Impregnación automatizada proporcionará mejores resultados para aplicaciones generales. Una Impregnación automatizada normalmente proporcionará más de una aplicación uniforme de resina utilizando menos resina y mejora de los resultados con menos huecos y menos residuos.

**Aplicación por Via Seca.** Resina se aplican al sustrato a una tasa uniforme de aproximadamente 1,1 cuadrado m/L (0,9 mm). Rendimiento de cobertura varía con la rugosidad de sustrato. Utilizando la mano enguantada y un plástico de laminadora de rodillos, pulse Fortec para hoja de textiles en la resina presionando a cualquier arrugas y aire vacíos. Permitir la resina exprimir a través de la industria textil para asegurar un enlace adecuado. Para una sola capa de hoja de remolque, aplicar una capa superior de resina epoxi a una velocidad de aproximadamente 3,9 cuadrado m/L (0,25 mm) mientras la resina base es aún dentro de su límite de trabajo (dependiendo de la temperatura) y Lisa para una apariencia acabada. Si se utiliza más de una capa de hoja para textiles, se aplican las capas de resina epoxi intermedio a un ritmo de aproximadamente 2,4 cuadrado m/L (0,4 mm). Una buena medida para aplicaciones de laminas seco utilizará aproximadamente dos veces el peso de la resina a la industria textil. Después de la cura, realizar un sonido para localizar cualquier vacíos. Inyectar resina epoxi según sea necesario para llenar todos los vacíos.

**Aplicación por Via Mojada.** Antes de aplicar al tejido de hoja para mojada, aplicar Fortec # 4550 LPL o de la resina de epoxi de la matriz de la fibra de HI-módulo # 1276 utiliza una velocidad de aproximadamente 3,9 cuadrado m/L (0,25 mm) a un sustrato preparado para sellar la superficie y proporcionar una superficie hortera para aplicar la hoja para textiles. Resina se virar a 30 minutos a 70 ° f. Empape y Infundir la hoja para textiles con Fortec # 4550 LPL o resina de epoxi de matriz de fibra de alta-módulo de # 1276. Para aplicación uniforme, se debe completar la resina Infundiendo el proceso usando una Impregnación automatizada. La industria textil de hoja para saturados se aplican al sustrato sellada y pulse cualquier arrugas y vacíos de aire con un rodillo de laminado de plástico. Mientras que la capa anterior es aún dentro de su límite de trabajo si desean varias capas de resina se aplican adicional textil de hoja para saturados. Por último, aplique una capa superior de resina epoxi una tasa de aproximadamente 3,9 cuadrado m/L (0,25 mm) y suave para una apariencia acabada. Después de la cura, realizar un sonido para localizar cualquier vacíos. Inyectar resina epoxi según sea necesario para llenar todos los vacíos.

**Cualificaciones.** Las aplicaciones estructurales y de seguridad requieren el diseño y certificación de un Ingeniero profesional certificado.

**Advertencia.** Un sistema CFRP externamente aplicado es una barrera de vapor. Consultar con un Ingeniero profesional, con licencia para evaluar resultados de encapsulación de sustratos porosos. Instalación debería realizarse sólo por un Fortec, formación y aprobado el instalador. Debe tener precaución al manejar productos textiles para hoja de carbono. Deben usarse guantes para proteger contra la irritación de piel de polvo de carbono y fibra expuesta a extremos. Se recomienda el uso de un respirador NIOSH aprobado proceda, debidamente equipada. Como con cualquier operación de corte y adhesivo, debe utilizarse la protección ocular adecuada. Siga siempre los requisitos de seguridad de OSHA y sitio.

**Manténgase fuera del alcance de los niños – Cierre bien el contenedor – Este producto no es para uso Interno  
Para aplicaciones Industriales exclusivamente**

La información incluida en el presente documento es para fines ilustrativos exclusivamente y, a nuestro saber y entender, es correcta y fiable. Sin embargo, Fortec bajo ninguna circunstancia garantiza los resultados ni asume obligación ni responsabilidad alguna con respecto al uso de dicha información. Dado que Fortec no controla el uso de este producto por parte de terceros, los productos deben probarse para determinar si son adecuados para alguna aplicación en particular y a fin de verificar si nuestra información es válida para una aplicación en particular. La responsabilidad la asume el encargado de las especificaciones, contratista, instalador, usuario y propietario del diseño, aplicación e instalación propia de cada producto. Fortec se reserva el derecho de modificar las propiedades de sus productos sin previo aviso. Antes de usar los productos Fortec, el usuario debe leer, comprender y obedecer las advertencias e instrucciones incluidas en la Hoja de especificaciones técnicas del producto de cada producto, en la etiqueta del producto y en la Hoja de datos de seguridad del material disponible en [www.FortecStabilization.com](http://www.FortecStabilization.com).

**GARANTÍA LIMITADA, RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD DE GARANTÍAS Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD:** Fortec Stabilization Systems. ("el Vendedor") garantiza que sus productos están libres de defectos tanto de material como de mano de obra durante un periodo de UN (1) AÑO a partir de la fecha de compra. De acuerdo con esta garantía y limitación de responsabilidad, Fortec brindará el producto y contenedores sin costo alguno para reemplazar cualquier producto. La obligación de Fortec señalada a continuación se limita exclusivamente a dicho reemplazo y queda sujeta al recibo por parte de Fortec de una notificación por escrito de cualquier presunto defecto inmediatamente tras su identificación, dentro del plazo que cubre la garantía. La falta de dicha notificación por escrito durante el periodo de garantía constituye una renuncia de los reclamos con respecto a dicho producto. Esta garantía excluye la decoloración o cambio en la apariencia visual del producto debido a acumulación de suciedad u otros materiales transportados por el aire y depositados sobre la superficie que provengan de la atmósfera. Fortec no garantiza la retención de color de ninguno de sus productos, a menos que se declare lo contrario explícitamente. Antes de realizar la aplicación, el Comprador debe determinar la idoneidad del producto para el uso pretendido. Asimismo, el Comprador asume todos los riesgos y responsabilidades relacionados. LA PRESENTE GARANTÍA SUSTITUYE A TODAS Y CADA UNA DE LAS DEMÁS GARANTÍAS, EXPLÍCITAS O IMPLÍCITAS, INCLUIDAS LAS GARANTÍAS DE COMERCIALIZACIÓN O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO EN PARTICULAR, A LAS CUALES SE RENUNCIA POR MEDIO DEL PRESENTE. SE DA POR ENTENDIDO Y SE ACUERDA QUE EL ÚNICO REMEDIO LEGAL DEL COMPRADOR Y, POR TANTO, LA RESPONSABILIDAD DEL VENDEDOR, YA SEA POR CONTRATO, AGRAVIO, GARANTÍA, BAJO NEGLIGENCIA, O CUALQUIER OTRO, SE LIMITA A LA DEVOLUCIÓN DEL PRECIO DE VENTA PAGADO POR PARTE DEL COMPRADOR O AL REEMPLAZO DE LOS BIENES DEFECTUOSOS QUE VENDA EL VENDEDOR Y BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA EL VENDEDOR SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS ESPECIALES, INCIDENTALES, INDIRECTOS O DERIVADOS. EL PRECIO ESTABLECIDO DE LOS BIENES ES UNA CONSIDERACIÓN QUE LIMITA LA RESPONSABILIDAD DEL VENDEDOR. Los términos de este párrafo no pueden modificarse oralmente. NO EXISTEN GARANTÍAS AJENAS AL PRESENTE.

Distribuido en Latinoamérica y el Caribe por:



**FORTEC**  
**STABILIZATION**

800-207-6204  
[www.FortecStabilization.com](http://www.FortecStabilization.com)  
7190 Huron Drive, Dexter, Michigan 48310

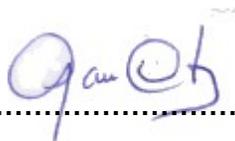
Yo, Dra. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor del informe de suficiencia profesional titulada: "**Comportamiento Estructural de Elementos del Concreto Armado con Refuerzos Estructurales en Zonas Afectados por Corrosión, Colegio Alfred Nobel, Ate 2019.**", de los estudiantes:

- COLONIA CHACPI JUAN NELSON.
- SALVATIERRA PABLO MAXIMO.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita 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.

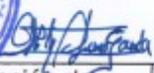
Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 12-07-2019



Firma

Dra. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

DNI: 21453567

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICERECTORADO de Investigación	
--	---	--------	--	---	---