

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES, CONSTRUCTIVOS  
Y GEOMÉTRICOS DE LA I.E. CIRO ALEGRÍA N° 16051 DEL CENTRO  
POBLADO LA PALMA CENTRAL JAÉN-CAJAMARCA”**

**Para Optar El Título Profesional De  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. RONALD AVELLANEDA DELGADO**

**ASESOR:**

**Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2025**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### FACULTAD DE INGENIERÍA

1. Investigador: RONALD AVELLANEDA DELGADO  
DNI: 43621645  
Escuela Profesional:
2. Asesor:  
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de Investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
"DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES, CONSTRUCTIVOS Y GEOMÉTRICOS DE LA LE. CIRO ALEGRÍA N° 16051 DEL CENTRO POBLADO LA PALMA CENTRAL JAÉN-CAJAMARCA"
6. Fecha de evaluación: 04/02/2025
7. Software antiplagio:       TURNITIN       URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 23 %
9. Código Documento: oid:3117:426682749
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 04/02/2025

 <hr/> <b>FIRMA DEL ASESOR</b> <b>Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Verges</b> DNI: 26604421	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  <hr/> <b>Dra. Ing. Laura Sojta Bazán Díaz</b> DIRECTORA <hr/> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</b>
---	---



# Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



## ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES, CONSTRUCTIVOS Y GEOMÉTRICOS DE LA I.E. CIRO ALEGRÍA N° 16051 DEL CENTRO POBLADO LA PALMA CENTRAL JAÉN - CAJAMARCA."

ASESOR : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0144-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 22 de abril de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **treinta días del mes de abril de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.  
Vocal : Ing. Marcos Mendoza Linares.  
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES, CONSTRUCTIVOS Y GEOMÉTRICOS DE LA I.E. CIRO ALEGRÍA N° 10651 DEL CENTRO POBLADO LA PALMA CENTRAL JAÉN - CAJAMARCA", presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil RONALD AVELLANEDA DELGADO, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Filial Jaén y asesorado por el Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : .....<sup>06</sup>..... PTS.  
EVALUACIÓN PÚBLICA : .....<sup>11</sup>..... PTS.  
EVALUACIÓN FINAL : .....<sup>17</sup>..... PTS     ...<sup>diecisiete</sup>..... (En letras)

En consecuencia, se lo declara ...<sup>aprobado</sup>... con el calificativo de ...<sup>17 (diecisiete)</sup>... acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ...<sup>10:00 am</sup>... horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.  
Presidente

Ing. Marcos Mendoza Linares.  
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.  
Secretario

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.  
Asesor

COPYRIGHT © 2025 BY  
RONALD AVELLANEDA DELGADO  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis docentes que me formaron en la Universidad Nacional de Cajamarca, reconociéndoles la sabiduría y conocimientos que me han brindado para ser el profesional que soy hoy en día y por ende presentar este trabajo de investigación.

A mis compañeros de clase los cuales a lo largo de mi formación compartimos muchas experiencias tanto académicas profesionales como de familiaridad.

A mi Asesor el Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas por darme la oportunidad de asesorarme y cumplir mi meta de obtener mi título profesional de Ingihero Civil

Ronald.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el ser supremo que adoramos y damos las gracias en todo momento por las cosas buenas y malas que nos pasa.

A mis padres Diego Avellaneda Días y Alcira Delgado Herrera quienes fueron los que me formaron y educaron para poder hoy en día ser profesional y tener más oportunidades en la vida lo cual sin su apoyo incondicional no hubiera llegado a donde estoy.

A mi esposa María Mercy Requejo Fernández con inmenso amor y gratitud por su apoyo incondicional que me ha brindado en este tiempo de convivencia y enseñarme a seguir adelante pese a las adversidades.

A mi querida hija Yhuleysi Saidid Avellaneda Requejo quien es el motivo de seguir adelante para poder brindarle todo lo que necesite en esta vida.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: .....	3
1.5 ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	4
1.6 LIMITACIONES: .....	4
1.7 OBJETIVOS: .....	5
1.7.1 Objetivo principal: .....	5
1.7.2 Objetivos específicos .....	5
<b>2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS:.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales: .....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	8
2.1.3 Antecedentes locales: .....	10
2.2 BASES TEÓRICAS: .....	11
2.2.1 Edificaciones esenciales .....	11
2.2.2 Modelamiento estructural: .....	12
2.2.3 Análisis estructural: .....	12
2.2.4 Sistemas estructurales.....	13
2.2.4.1 Estructuras de concreto armado .....	13
2.2.5 Aspectos estructurales .....	14
2.2.5.1 Diseño de columnas .....	14
2.2.5.2 Análisis de diseño sismorresistente.....	19
2.2.6 Aspectos constructivos .....	24
2.2.6.1 Concreto .....	25

2.2.6.2	Unidades de albañilería .....	25
2.2.6.3	Estudio de Mecánica de suelos.....	26
2.2.6.4	Estado de conservación .....	27
2.2.7	Aspectos geométricos .....	27
2.2.7.1	Configuración en planta .....	27
2.2.7.2	Configuración en elevación.....	29
2.2.8	Glosario de términos.....	30
<b>3</b>	<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	33
3.2	ÉPOCA DE INVESTIGACIÓN .....	34
3.3	PROCEDIMIENTO .....	35
3.3.1	Población de estudio .....	35
3.3.2	Muestra de estudio.....	35
3.3.3	Unidad de análisis.....	35
3.3.4	Tipo de investigación.....	36
3.3.5	Nivel de investigación .....	36
3.3.6	Diseño de investigación.....	36
3.3.7	Método de investigación.....	36
3.3.8	Recolección de datos .....	36
3.3.9	Procesamiento de datos .....	37
3.3.10	Diseño de investigación.....	39
3.3.11	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	39
3.3.12	Análisis de datos y presentación de resultados.....	41
3.3.12.1	Aspectos estructurales .....	42
3.3.12.1.1	Muro de albañilería confinada.....	42
3.3.12.1.2	Las columnas:.....	45
3.3.12.1.3	Análisis de diseño sismorresistente.....	49
3.3.12.2	Aspectos constructivos .....	51
3.3.12.2.1	Ensayo de esclerómetro.....	51
3.3.12.2.2	Unidades de albañilería .....	52
3.3.12.2.3	Estudio de mecánica de suelos .....	52
3.3.12.2.4	Estado de conservación .....	53
3.3.12.3	Aspectos geométricos.....	53
3.3.12.3.1	Configuración en planta .....	53

<b>4</b>	<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
4.1	ASPECTOS ESTRUCTURALES .....	56
4.1.1	Muro de albañilería confinada.....	56
4.1.2	Las columnas:.....	57
4.1.3	Análisis de diseño sismorresistente:.....	58
4.2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS .....	59
4.2.1	Concreto y unidades de albañilería.....	59
4.2.2	Unidades de albañilería .....	60
4.2.3	Estudio de mecánica de suelos .....	61
4.2.4	Estado de conservación .....	61
4.3	ASPECTOS GEOMÉTRICOS .....	62
4.3.1	Configuración en planta.....	62
<b>5</b>	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
5.1	CONCLUSIONES:.....	64
5.2	RECOMENDACIONES:.....	66
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Dimensiones de varillas de acero corrugado en nuestro medio.....	16
<b>Tabla 2</b> Factores de zona “Z”.....	20
<b>Tabla 3</b> Categoría de las edificaciones y factor “U”.....	21
<b>Tabla 4</b> Factor de suelo “S”.....	23
<b>Tabla 5</b> De periodos <i>TL</i> y <i>TP</i> .....	23
<b>Tabla 6</b> Sistemas estructurales.....	24
<b>Tabla 7</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	25
<b>Tabla 8</b> Clasificación de fisuras de acuerdo al espesor.....	27
<b>Tabla 9</b> Identificación para prueba de esclerómetro.....	38
<b>Tabla 10</b> Datos de las medidas del muro de albañilería.....	42
<b>Tabla 11</b> Resultados de cortante permitidas $V_m$ con cortante del análisis sísmico VE en el eje Y-Y.....	44
<b>Tabla 12</b> Resultados de cortante permitidas $V_m$ con cortante del análisis sísmico VE en el eje X-X.....	45
<b>Tabla 13</b> Resultados de amplificación de cargas para un análisis sísmico de columna (40x30) cm <sup>2</sup> .....	46
<b>Tabla 14</b> Resultados de amplificación de cargas para un análisis sísmico de columna (40x25) cm <sup>2</sup> .....	47
<b>Tabla 15</b> Momentos de inercia y módulo de elasticidad de la columna C-2(25X40) cm <sup>2</sup> ...49	49
<b>Tabla 16</b> Resultados de análisis de falla de columna corta para columna de C-2(25X40)...49	49
<b>Tabla 17</b> Resumen de los factores/categoría sísmicos.....	50
<b>Tabla 18</b> Resultados de verificación de distorsiones máximas relativas en el eje X-X y Y-Y.....	50
<b>Tabla 19</b> Resultados de desplazamientos máximos.....	51
<b>Tabla 20</b> Resultados de resistencia del concreto con esclerómetro.....	51
<b>Tabla 21</b> Resultados de calidad de unidades de albañilería.....	52
<b>Tabla 22</b> Resultados de verificación de análisis de suelos y topografía.....	53
<b>Tabla 23</b> Resultados de tipo de fisuras y grietas.....	53
<b>Tabla 24</b> Resultados de verificación de la irregularidad de esquinas entrantes.....	54
<b>Tabla 25</b> Resultados de Máximos desplazamientos relativo >al 50% de límite de desplazamiento permisible.....	54
<b>Tabla 26</b> Resultados de verificación de presencia de irregularidad a la torsión.....	55
<b>Tabla 27</b> Resultados análisis granulométrico fracción gruesa.....	70

<b>Tabla 28</b>	Resultados análisis granulométrico fracción fina .....	70
<b>Tabla 29</b>	Resultados de índice de plasticidad, límites líquidos y plásticos.....	71
<b>Tabla 30</b>	Resultados de contenido de humedad .....	71
<b>Tabla 31</b>	Resultados de densidad húmeda .....	71
<b>Tabla 32</b>	Resultados de densidad seca .....	72
<b>Tabla 33</b>	Resultados de velocidad de cortante .....	72
<b>Tabla 34</b>	Resultados ensayo químico.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de interacciones .....	15
<b>Figura 2</b> Variando la deformación de acero más alejado.....	16
<b>Figura 3</b> Esquema de columna típica.....	17
<b>Figura 4</b> Esquema de alturas de la columna corta, columna total y la cortante basal.....	19
<b>Figura 5</b> Esquema de esquinas entrantes .....	28
<b>Figura 6</b> Torsión por excentricidad de masa.....	29
<b>Figura 7</b> Mapa de la ubicación.....	33
<b>Figura 8</b> Mapa de la ubicación del Distrito de Jaén.....	34
<b>Figura 9</b> Imagen de ubicación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051.....	34
<b>Figura 10</b> Reconocimiento vista interior de la IE Ciro Alegría N° 16051 .....	35
<b>Figura 11</b> Plano de identificación para prueba de esclerómetro .....	39
<b>Figura 12</b> Plano de densidad de muros de albañilería confinada.....	43
<b>Figura 13</b> Diagrama de fuerzas axiales y fuerza cortante debido a la envolvente en muros de albañilería confinada. ....	44
<b>Figura 14</b> Diagrama de fuerzas axiales y fuerza cortante debido a la envolvente en columnas de pórticos de concreto armado. ....	45
<b>Figura 15</b> Diagrama de interacciones de carga axial P y momento Mz en la columna C-1(40X30)cm <sup>2</sup> . ....	46
<b>Figura 16</b> Sección de columna C-1 (40X30) cm <sup>2</sup> .....	47
<b>Figura 17</b> Diagrama de interacciones de carga axial P y momento M en la columna C-2(40X25) Cm <sup>2</sup> . ....	48
<b>Figura 18</b> Sección de columna C-2 (40X25) cm <sup>2</sup> .....	48
<b>Figura 19</b> Plano en planta de la configuración de esquinas entrantes .....	54
<b>Figura 20</b> Muro de albañilería confinada y su modelamiento en Etabs v21.....	56
<b>Figura 21</b> Sección de columna C-1 (30x40)cm <sup>2</sup> y C-2 (25x40)cm <sup>2</sup> .....	57
<b>Figura 22</b> Falla de columna corta en C-2(25x40) cm <sup>2</sup> .....	58
<b>Figura 23</b> Posibles agrietamiento o fisuras en las conexiones de los bloques A, B, C.....	59
<b>Figura 24</b> Realización de ensayo de esclerómetro en vigas y columnas .....	60
<b>Figura 25</b> Unidad de albañilería utilizado ladrillo hueco (Pandereta) .....	60
<b>Figura 26</b> Realización de calicata, ensayo de suelos y topografía.....	61
<b>Figura 27</b> Estado actual de la estructura .....	62
<b>Figura 28</b> Curva granulométrica.....	70
<b>Figura 29</b> Grafico de fluidez.....	71

<b>Figura 30</b> Ensayo de corte directo bajo condiciones consolidadas drenadas .....	73
<b>Figura 31</b> Perfil estratigráfico del suelo.....	74
<b>Figura 32</b> Asentamientos de los suelos.....	98
<b>Figura 33</b> Ventana alta, medida para el cálculo de columna corta .....	98
<b>Figura 34</b> Medida del pasadizo para el libre tránsito de los escolares en el segundo nivel....	99
<b>Figura 35</b> Se puede apreciar falla de columna corta debido a los últimos sismos ocurridos..	99
<b>Figura 36</b> Medida del Nivel de Piso Terminado a la viga peraltada y al cielo raso .....	100
<b>Figura 37</b> Medida de los ambientes educativos .....	100
<b>Figura 38</b> Medida de los ambientes educativos .....	101
<b>Figura 39</b> Escalera que no cuenta con descanso y estructuralmente no cumple su función.	101
<b>Figura 40</b> Mal encofrado de las columnas y junta fría que se ha formado .....	102
<b>Figura 41</b> Realización del ensayo de esclerómetro en Columna central (40X25) para medir la resistencia del concreto endurecido .....	102
<b>Figura 42</b> Realización del ensayo de esclerómetro en Columna central (40X25) para medir la resistencia del concreto endurecido .....	103
<b>Figura 43</b> Realización de calicata C-1, se puede observar que al hacer la calicata se encontró Napa freática a una altura de $h=1.30$ m .....	103
<b>Figura 44</b> Realización del ensayo de granulometría para luego hacer la calificación SUCS según la normativa de esta .....	104

## RESUMEN

La presente investigación se realizó debido a las deficiencias estructurales y constructivas de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051, ubicada en el Centro Poblado La Palma Central, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Entre los problemas identificados se encuentran el mal diseño estructural, la presencia de fisuras y grietas, fallas de columna corta e irregularidades en planta. El objetivo del estudio fue determinar los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación. Para ello, se llevó a cabo una inspección del lugar, medición de la resistencia del concreto endurecido mediante esclerómetro, estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico y análisis sísmico estático y dinámico. La investigación fue de tipo aplicada, descriptiva, no experimental y de corte transversal, los resultados indicaron que las cortantes sísmicas en los muros de albañilería superan los valores permisibles ( $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ ), mientras que las columnas presentaron fallas por compresión debido a una cuantía insuficiente de acero. El modelamiento sísmico evidenció que los desplazamientos en el segundo nivel exceden los límites establecidos para estructuras de albañilería confinada (eje X: 0.0067, eje Y: 0.0107). Constructivamente, el concreto mostró una resistencia superior a la permisible según el esclerómetro; sin embargo, se constató el uso inadecuado de unidades tubulares en muros portantes en una zona sísmica 2. El estudio de mecánica de suelos determinó que el terreno es de baja plasticidad (CL) con una capacidad portante de 0.54 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a los aspectos geométricos, se observaron irregularidades en esquinas que superan el 20% de la longitud permitida y una irregularidad de torsión, donde el desplazamiento relativo máximo entre pisos ( $\Delta_{m\acute{a}x}$ ) es mayor a 1.3 veces el desplazamiento de masas ( $\Delta_{CM}$ ). Se concluye que la edificación no cumple con los requisitos mínimos establecidos en las Normas Técnicas de Edificaciones E.030 (2018), E.050 (2018), E.060 (2009) y E.070 (2006), lo que compromete su seguridad y funcionalidad.

**Palabras clave:** edificación, estructura, análisis sísmico, mecánica de suelos, irregularidades geométricas.

## ABSTRACT

This research was conducted due to the structural and construction deficiencies of the building of the I.E. *Ciro Alegría* N° 16051, located in the La Palma Central Population Center, district and province of Jaén, department of Cajamarca. Among the problems identified are poor structural design, the presence of fissures and cracks, short column failures and irregularities in plan. The objective of the study was to determine the structural, construction and geometric aspects of the building. To do so, an inspection of the site, measurement of the strength of the hardened concrete using a sclerometer, soil mechanics study, topographic survey and static and dynamic seismic analysis were carried out. The research was applied, descriptive, non-experimental and cross-sectional. The results indicated that the seismic shears in the masonry walls exceed the permissible values ( $\sum V_{mi} \geq VE_i$ ), while the columns presented compression failures due to an insufficient amount of steel. The seismic modeling showed that the displacements in the second level exceed the limits established for confined masonry structures (X axis: 0.0067, Y axis: 0.0107). Constructively, the concrete showed a resistance greater than the permissible according to the sclerometer; however, the inadequate use of tubular units in load-bearing walls in a seismic zone 2 was noted. The soil mechanics study determined that the soil is of low plasticity (CL) with a load-bearing capacity of 0.54 kg/cm<sup>2</sup>. Regarding geometric aspects, irregularities in corners exceeding 20% of the permitted length and a torsion irregularity were observed, where the maximum relative displacement between floors ( $\Delta_{max}$ ) is greater than 1.3 times the mass displacement ( $\Delta_{CM}$ ). It is concluded that the building does not comply with the minimum requirements established in the Technical Building Standards E.030 (2018), E.050 (2018), E.060 (2009) and E.070 (2006), which compromises its safety and functionality.

Keywords: building, structure, seismic analysis, **soil mechanics**, **geometric irregularities**.

# 1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La infraestructura educativa es un factor determinante en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que proporciona condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades académicas, sociales y recreativas. En este contexto, la evaluación de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de las instituciones educativas resulta fundamental para garantizar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de los espacios destinados a la educación.

La Institución Educativa Ciro Alegría N° 16051, ubicada en el centro poblado La Palma Central, distrito de Jaén, departamento de Cajamarca, presenta deficiencias en su infraestructura debido al desgaste natural de los materiales, la antigüedad de la edificación y la falta de mantenimiento adecuado. Estas condiciones pueden comprometer la seguridad de la comunidad educativa y afectar el desempeño académico de los estudiantes. Ante esta problemática, surge la necesidad de realizar un análisis detallado de los componentes estructurales, constructivos y geométricos del plantel, con el propósito de identificar posibles riesgos, deficiencias y oportunidades de mejora.

El presente estudio tiene como objetivo general determinar el estado actual de la infraestructura de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 mediante la evaluación de sus características estructurales, constructivas y geométricas. Para ello, se empleará una metodología basada en la inspección técnica de campo, levantamiento de información mediante herramientas topográficas y análisis de los materiales de construcción utilizados.

La relevancia de esta investigación radica en la posibilidad de proporcionar información técnica detallada que sirva como base para futuras intervenciones, ya sea en términos de rehabilitación, reforzamiento estructural o construcción de nuevas instalaciones. Además, los resultados obtenidos podrán ser utilizados por las autoridades educativas y estatales para la toma de decisiones informadas respecto a la mejora de la infraestructura escolar en la región.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El Instituto de Educación Secundaria (I.E.) *Ciro Alegría* N° 16051, ubicado en el centro poblado *La Palma Central*, en *Jaén-Cajamarca*, es una institución educativa de gran importancia para la comunidad local, es un espacio fundamental para el desarrollo educativo en la región. Sin embargo, a pesar de su relevancia social, la infraestructura de este centro educativo presenta una serie de condiciones estructurales, constructivas y geométricas que podrían influir directamente en su seguridad, funcionalidad y eficiencia operativa.

A lo largo de los años, la infraestructura ha sufrido el desgaste propio de las condiciones ambientales, el paso del tiempo y la utilización constante de los espacios, lo que genera la necesidad de una revisión técnica que permita evaluar de manera integral su estado actual. Específicamente, no se ha realizado un análisis técnico exhaustivo que contemple los elementos estructurales, los materiales empleados en la construcción, el diseño arquitectónico y la conformidad con las normativas vigentes en materia de seguridad y accesibilidad.

El problema central radica en la ausencia de un diagnóstico técnico preciso que permita identificar las condiciones actuales de la estructura, los posibles riesgos asociados a fallas constructivas o de diseño, y las deficiencias geométricas que podrían estar limitando la utilización adecuada de los espacios.

La evaluación de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación se vuelve urgente para determinar si existen deficiencias críticas que pongan en riesgo la estabilidad de la estructura y, por ende, la seguridad de sus ocupantes.

Este análisis no solo permitirá identificar las posibles deficiencias, sino que también proporcionará la base para establecer acciones correctivas y propuestas de mejora, que en última instancia contribuirán a optimizar la seguridad, funcionalidad y eficiencia de la infraestructura educativa.

En conclusión, el diagnóstico integral de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos del Instituto de Educación Secundaria Ciro Alegría N° 16051 es una necesidad urgente para garantizar que la infraestructura cumpla con los estándares de seguridad, comodidad y eficiencia, proporcionando un ambiente adecuado para el proceso educativo y protegiendo la integridad de quienes hacen uso del mismo.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿Culés son los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 del centro poblado la Palma Central de la provincia de Jaén departamento de Cajamarca?

## **1.3 HIPÓTESIS**

Los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 del centro poblado la Palma Central de la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca no cumplen con las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

La presente investigación se justifica, debido a la necesidad de garantizar la seguridad, funcionalidad y eficiencia de la infraestructura de la I.E. Ciro Alegría N° 16051, ubicada en el centro poblado La Palma Central, en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Dado que las instalaciones educativas deben cumplir con estándares normativos para asegurar un entorno adecuado para el aprendizaje, es imprescindible evaluar los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación, con el fin de identificar posibles deficiencias y plantear soluciones que mejoren las condiciones del recinto escolar.

Desde un enfoque técnico y normativo, esta investigación permitirá verificar el grado de cumplimiento de la infraestructura con las normativas peruanas vigentes, del MVCS como la E.030 (Diseño Sismorresistente), E.050 (Suelos y Cimentaciones), E.060 (Concreto Armado)

y E.070 (Albañilería). Esto es crucial en una región como Cajamarca, donde las condiciones sísmicas y geotécnicas pueden representar un riesgo significativo si las edificaciones no están correctamente diseñadas y construidas.

Desde una perspectiva social, la investigación contribuirá a mejorar la calidad de vida de los estudiantes, docentes y personal administrativo al proporcionar un entorno más seguro y funcional para el desarrollo de sus actividades. Además, permitirá a las autoridades educativas y entidades responsables contar con un diagnóstico técnico que facilite la gestión de mejoras, optimizando el uso de los recursos destinados a la infraestructura escolar.

Finalmente, desde un enfoque académico y científico, este estudio aportará conocimiento sobre la importancia del diseño estructural, constructivo y geométrico en edificaciones educativas, sirviendo como referencia para futuras investigaciones y proyectos de infraestructura en instituciones similares.

### **1.5 ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:**

- En esta investigación se determinó los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 del centro poblado la Palma Central del distrito de Jaén de la provincia de Jaén del departamento de Cajamarca, apoyándose del ensayo de esclerómetro, estudio de mecánica de suelos, plano topográfico y un análisis sísmico.

- Se realizó el estudio de suelos de la edificación en una calicata y esta estuvo a una distancia de 40 metros del bloque analizado.

### **1.6 LIMITACIONES:**

Las limitaciones que se dieron en el estudio de la investigación fueron las que se mencionan a continuación:

- No sé pudo contar con el expediente técnico de la edificación ni tampoco existen los planos As-bill para tener referencia de lo que se ejecutó en esta edificación.

- No se hizo ensayos destructivos para medir la resistencia del concreto.

## **1.7 OBJETIVOS:**

### **1.7.1 Objetivo principal:**

Determinar los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 del Centro Poblado La Palma Central, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los aspectos estructurales de la edificación, identificando fallas en los elementos portantes y verificando el cumplimiento de los parámetros establecidos en la normativa sísmica y estructural.
- Analizar las características constructivas de la infraestructura, determinando la calidad de los materiales empleados y su comportamiento ante cargas dinámicas y sísmicas.
- Examinar los aspectos geométricos de la edificación, identificando irregularidades en la distribución de la planta, desplazamientos entre pisos y condiciones que puedan comprometer su estabilidad.
- Realizar estudios de mecánica de suelos y resistencia del concreto, con el fin de establecer la capacidad portante del terreno y la calidad del concreto estructural.
- Desarrollar un análisis sísmico estático y dinámico de la edificación para evaluar su comportamiento.
- Proponer recomendaciones, en función de los resultados obtenidos, con el objetivo de optimizar la seguridad y estabilidad de la infraestructura escolar.

## 2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

### 2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS:

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales:

**UNESCO (2015):** El documento *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción* establece una hoja de ruta global para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos. Fue adoptado en la Conferencia Mundial de Educación en Incheon, Corea del Sur (2015), con el respaldo de la UNESCO, UNICEF, el Banco Mundial, el PNUD y otros organismos internacionales.

Uno de los aspectos clave en la implementación del ODS 4 es el desarrollo de una infraestructura educativa adecuada, segura y sostenible.

#### 2. Infraestructura Educativa en el Marco de Educación 2030

El documento resalta que una infraestructura deficiente puede afectar la calidad del aprendizaje y limitar el acceso a la educación. Se establecen las siguientes directrices principales:

- **Accesibilidad y equidad:** Las escuelas deben estar diseñadas para garantizar la inclusión de todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades, poblaciones rurales e indígenas.
- **Seguridad y resiliencia:** La infraestructura debe cumplir con estándares de seguridad ante desastres naturales (terremotos, inundaciones, etc.) y riesgos sanitarios.
- **Sostenibilidad ambiental:** Se fomenta el uso de materiales ecológicos, eficiencia energética y gestión adecuada de los recursos.
- **Condiciones adecuadas de aprendizaje:** Se enfatiza la necesidad de espacios adecuados (aulas bien iluminadas y ventiladas), acceso a agua potable, saneamiento e infraestructura digital.

En conclusión, la declaración de Incheon subraya que mejorar la infraestructura educativa es clave para garantizar el éxito del ODS 4. Las inversiones en infraestructura deben enfocarse en la equidad, seguridad y sostenibilidad, asegurando que cada estudiante tenga acceso a un entorno propicio para el aprendizaje.

**Estrada & Delgado (2023)** de acuerdo a su artículo de investigación cuyo título es “Evaluación y seguridad estructural nivel 1, de planteles educativos de la región Acapulco”. Da a conocer las causas y tipos de falla que existen en las instituciones educativas del municipio de Acapulco, este problema surge a partir de los daños ocurridos en las edificaciones de tipo I por el sismo del 19 de setiembre del 2017 en el estado de Guerrero, México en donde se presenta gran actividad sísmica; obteniendo los siguientes resultados; el 30 % de estos presentó una resistencia adecuada ante un sismo de magnitud de 7.1 con un epicentro de 12 Km al sureste de Axochiapan, Morelos; además de las patologías de corrosión de acero en columnas, humedad en losas por lo que requieren un pronto mantenimiento, a diferencia de un plantel educativo que presentó graves daños y que 24 necesita de la demolición y una nueva construcción que cumpla con los lineamientos estructurales y sísmicos del país mexicano. Concluyendo que las causas de los daños en las edificaciones son por el sismo ocurrido en el mes de setiembre y que los tipos de falla más comunes fueron la corrosión de acero en las columnas de todos los planteles estudiados.

**Álzate (2016)**, en su investigación cuyo título es “Evaluación estructural de las edificaciones indispensables del Sector Educación del Grupo III en el Municipio de Dosquebradas, Risaralda” el cual evaluó once instituciones educativas, a través de instrumentación técnica, levantamiento arquitectónico e información complementaria de la edificación dando como resultados que las entidades educativas cumplen con la norma, cumplen con los índices de sobreesfuerzos y derivas, y pueden resistir sismos, ya que fueron diseñados y con este estudio se logra comprobar, concluyendo que, las entidades educativas analizadas, tienen sistemas

estructurales como, pórticos (representando un 59.6% con 28 entidades) y barreras estructurales o muros (representando un 40.4% con 19 entidades); donde las 47 entidades (100%) carecen de planos estructurales; para dicha investigación realizó encuestas en todas las manzanas, determinando que existen 9 entidades educativas que presentan un 81.8% de vulnerabilidad estructural funcional por lo que para ese porcentaje recomienda que hacer estudios estructurales futuros para obtener mayor precisión de resultados

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

**MINEDU (2017)**, de acuerdo al primer Censo de Infraestructura Educativa (CIE, 2014), da a conocer que existen instituciones educativas especialmente en zonas rurales que no cumplen con los parámetros sismorresistentes, que además hace falta mantenimientos, mobiliario y equipamiento, servicios de agua, energía eléctrica, saneamientos, telecomunicaciones y dar mejores comodidades a los discapacitados. Adicionado a ello se conoce que no existe áreas mínimas por grado educativo con un 414,179 m<sup>2</sup> de ampliación de áreas techadas de PRONOEI, 2'900,000.00 m<sup>2</sup> de ampliación para primarias multigrado y 2'200,000.00 m<sup>2</sup> de ampliación en el modelo JEC (Jornada Escolar Completa), 1'982,934.00 m<sup>2</sup> de áreas techadas nuevas para inicial, y 401,657'763,106.00 m<sup>2</sup> en áreas techadas nuevas para secundaria en zona rural por lo que no existe falencias de infraestructura.

**Reyes, (2023)** en su tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil con el tema “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento de la infraestructura de la Institución Educativa Santiago Antúnez De Mayolo, Pariahuanca” de la Universidad Peruana Los Andes evaluó dicha estructura a través de la simple inspección y el modelamiento en Etabs donde se tiene que las derivas en el eje X de pórticos no cumplen con los límites de distorsión del entrepiso, además de presentar baja rigidez y resistencia a flexo compresión en las columnas y baja flexión en las vigas. Razón por la cual propuso el reforzamiento estructural con encamisado para ampliar la sección de las columnas en las cuatro caras, junto a la ampliación

de vigas en la cara inferior que incrementa el peralte; por lo que se concluye que la estructura del pabellón del colegio Santiago Antúnez de Mayolo requiere de reforzamiento estructural como encamisado en los elementos estructurales de vigas y columnas para mejorar el comportamiento de la estructura que reducirá los desplazamientos y se incrementan las secciones de vigas y columnas

**Salluca (2018)**, en su tesis para optar el grado académico de Magister en Ingeniería Civil titulado “Evaluación de los procesos constructivos de edificaciones y determinación de las causas de las fallas y fisuramientos de sus elementos estructurales en la provincia de San Román 2016-2017” de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, evalúa los aspectos estructurales y constructivos que presenta dichas edificaciones, esto debido a la probabilidad de que se produzca un evento sísmico de gran intensidad en la zona, para ello utilizo el programa computacional Etabs V20 cuyos datos se procesaron de acuerdo a la norma peruana de diseño sísmorresistente para evaluar una estructura, en los cuales se llegan a las siguientes conclusiones: que las edificaciones presentan un pésimo procedimiento constructivo, bajo empleo de materiales de calidad debido a la falta de asesoramiento por profesionales, por lo que se concluye que el 70 % de las viviendas presentan riesgo al momento de ocurrirse un sismo.

**Pérez , (2022)** en su tesis presentada para optar el título profesional de ingeniero civil cuyo título es “Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la Institución Educativa San José y Alegría N°40, Tacna 2022, de la Universidad Privada de Tacna, evaluó esta estructura debido que existe preocupación sobre la seguridad estructural, debido que la zona es de alta sismicidad (Z4); además se recolecto sus datos a través de fichas de inspección, levantamiento topográfico del cual se realizaron planos en planta, corte y elevación; una vez obtenido estos datos procedio a realizar el ensayo no destructivo de esclerometro para luego determinar los resultados con un modelamiento estructural programa

ETBS V18.1.1 del cual se obtuvo los siguientes resultados la deriva máxima en el eje X fue de 0.015614, en Y fue de 0.021945, por lo que de acuerdo a esto la edificación no cumpliría con los desplazamientos máximos permisibles de 0.007 para edificaciones de concreto armado que establece la norma E-0.30 diseño sismorresistente.

### **2.1.3 Antecedentes locales:**

**Guerrero ( 2021)**, en su tesis titulada “ Evaluación estructural del bloque B1 de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019” de la Universidad Nacional de Cajamarca se realizó con el fin de conocer el comportamiento estructural del bloque “B1” de la I.E. Jaén de Bracamoros, el cual presentó fisuras ante el sismo de magnitud 8.0 ocurrido en Lagunas, departamento de Loreto, sismo que presentó una aceleración máxima de 32.6 cm/seg<sup>2</sup> en Jaén, en la estación UNJ, aceleración aproximadamente 8 veces menor de la aceleración esperada para esta zona según la norma técnica E.030-2018, hizo la evaluación sísmica con la NTE.030 - 2018 apoyándose del expediente técnico para la comparación de resultados utilizando el programa computacional Etabs V20, del cual encontró los siguientes resultados Modos de vibración, participación de masa modal, periodos fundamentales de vibración, fuerza cortante estática y dinámica en la base, derivas de entrepiso, fuerzas internas en los elementos estructurales; de estos resultados se determinó que el sistema estructural en la dirección Y es de muros estructurales y no dual como indica el expediente técnico; las derivas de entrepiso son menores incluso al 50% del límite permisible de la norma E.030- 2018; el muro de concreto armado M-2 presenta baja resistencia al cortante actuante ( $\emptyset V_n < V_u$ ). Las fisuras causadas por el movimiento sísmico no afectan la resistencia ni rigidez de elementos estructurales. Por lo que se obtuvo que el bloque “B1” cumple con los lineamientos de la norma técnica E.030-2018, no obstante, no cumple con los requisitos de resistencia de la norma técnica E.060-2009, y concluye con que el bloque B1 presenta un pésimo comportamiento estructural y para contrarrestar esto presenta dos alternativas, de reforzamiento, una incrementando la sección del

muro de 15 cm a 25cm y otra reforzando con fibras de carbono (CFRP), ambas logran una capacidad resistente del M-2 mayor que el cortante actuante ( $\emptyset V_n > V_u$ ).

**Gil (2022)**, en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil cuyo título es “Evaluación estructural del módulo 01 de la I.E. secundaria Andrés Avelino Cáceres del C.P Morán Lirio, Hualgayoc-Cajamarca” de la Universidad Nacional de Cajamarca, da a conocer la evaluación realizada a la edificación, en donde cuenta con el expediente técnico, EMS, planos estructurales; por lo que al momento de hacer un modelamiento en el software Etabs V20.1.0, y obtener como resultados como son los modos y frecuencia, el periodo fundamental de vibración, el sistema estructural, derivas de entrepiso, cortante basal en la base de ambas direcciones con un sismo severo se obtuvieron los siguientes resultados, las derivas de entrepiso en el eje X es 0.004435 y en el eje Y es de 0.0008567 cumplen con lo especificado en la normativa; las cuantías de acero tanto en columnas como en vigas cumplen con lo estipulado en el expediente técnico; la resistencia hecha al concreto endurecido supera a la resistencia del expediente técnico, por lo que concluye que el análisis realizado a la estructura cumple con lo que existe en el expediente técnico sin embargo el sistema estructural empleado no es el adecuado para una categoría A perteneciente a la zona 2.

## **2.2 BASES TEÓRICAS:**

### **2.2.1 Edificaciones esenciales**

Las edificaciones esenciales son aquella que se considera importante y merece un estudio especial o particular orientado a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo por lo que este tipo de estructura está clasificada en la categoría de A ( Edificaciones esenciales de los cuales se tiene A1: para el sector salud( público y privado) y A2: para el manejo de emergencias que incluyen, establecimientos de salud de categoría A1, puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte,

locales municipales, centrales de comunicaciones, estaciones de bomberos, cuarteles de fuerzas armadas, instituciones educativas , etc. (MVCS, 2018).

### **2.2.2 Modelamiento estructural:**

La modelación de la estructura trata una de las etapas más importantes y decisivas de una evaluación, debido a que, a partir de la información recabada, es posible desarrollar un modelo matemático que represente las características geométricas y propiedades mecánicas de los materiales que forman el sistema estructural. Actualmente, la modelación estructural se puede realizar en una variedad muy amplia de programas comerciales y equipos de cómputo de alto rendimiento, por lo que el tiempo requerido para realizar esta tarea es relativamente corto; sin embargo, el personal técnico que la realice debe contar con experiencia en el área y conocimiento pleno de los alcances y limitaciones de estas herramientas (Razo & García, 2019).

### **2.2.3 Análisis estructural:**

El análisis estructural tiene como objetivo obtener la respuesta de la estructura a través del cálculo de desplazamientos y fuerzas en los elementos, producto de las diferentes condiciones y combinaciones de carga establecidas por los reglamentos de diseño. Como se explicó anteriormente, en el caso de estructuras existentes es altamente recomendable que se cuente con un modelo representativo del comportamiento dinámico de la estructura, para evaluar el cumplimiento de los estados límite reglamentario en sus condiciones reales. En la actualidad existen numerosas herramientas que realizan este proceso numérico; sin embargo, la calidad de los resultados dependerá del cuidado que se haya tenido en el desarrollo del modelo estructural y de la correcta estimación de las acciones. Otro aspecto importante, es el conocimiento de las hipótesis y limitantes que poseen los programas utilizados para el análisis y diseño, ya que, no deben ser utilizados como “cajas negras”. Es importante que pueda

revisarse la consistencia de los resultados mediante algunas pruebas básicas como la comparación de las cargas gravitacionales aplicadas, respecto a las reacciones en la base calculadas por el programa. Para fines de análisis dinámico, empíricamente se ha estimado que el periodo fundamental de vibración (T) de un edificio es aproximadamente igual  $0.1N$ , donde N es el número de niveles. De encontrarse resultados inconsistentes del periodo de vibración, es importante revisar los parámetros de los cuales depende, a saber, la masa y la rigidez (**Razo & García, 2019**).

## **2.2.4 Sistemas estructurales**

### ***2.2.4.1 Estructuras de concreto armado***

Según la Norma Técnica E.030 diseño sismorresistente del MVCS (2018) menciona que los elementos de concreto armado son clasificados según la fuerza cortante que estos soportan en sus elementos resistentes verticales de su estructura por lo que tenemos los siguientes sistemas:

- Pórticos: Se considera de acuerdo a la Norma Técnica E.030 diseño sismorresistente del MVCS (2018), se da cuando la fuerza de cortante basal se da en las columnas por lo menos el 80% a más.
- Muros Estructurales: Se considera de acuerdo a la Norma Técnica E.030 diseño sismorresistente MVCS (2018), en este sistema el 70% de la fuerza cortante se llevan los muros estructurales
- Dual: Se considera de acuerdo a la Norma Técnica E.030 diseño sismorresistente MVCS (2018), se tiene un sistema dual cuando el sistema de muros estructurales tiene una fuerza cortante ente el 20% a 70% y los pórticos reciben una fuerza basal de por lo menos el 30% de la fuerza cortante.

## 2.2.5 Aspectos estructurales

Estos aspectos tienen que ver con el diseño estructural de la edificación ya existente y ver a través de un programa computacional si cumple con dicha estructuración utilizando la normativa estructural y sísmica que definen un buen diseño

Este aspecto evalúa el correcto diseño estructural de la edificación de sus elementos resistentes como son las columnas y los muros de albañilería, las cuales tienen que ser diseñadas tal cual las normativas actuales existentes en el país o internacionales que ayudaran al correcto diseño estructural de la edificación; estas pueden ser analizadas en un programa computacional como es el ETABS v21 que incorpora un análisis estructural y sísmico de una edificación con diferentes normativas que existen.

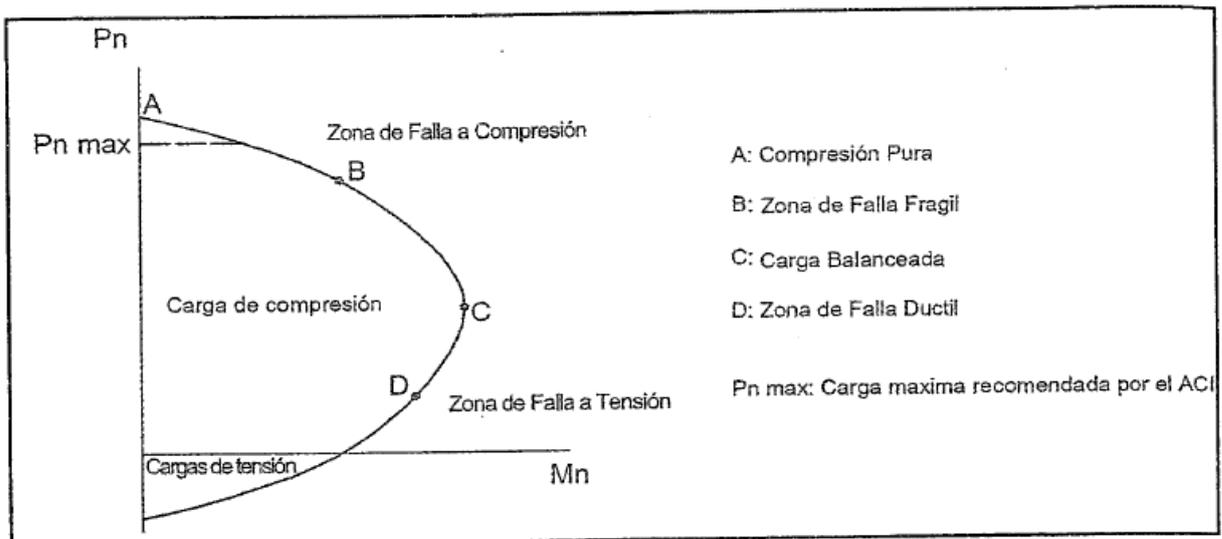
### 2.2.5.1 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales diseñados para soportar cargas Axiales, Cargas a flexión y torsión por lo que se tendrá que respetar estos tres factores fundamentales al momento de diseñar una columna; estas se flexionaran de acuerdo a los momentos que se tengan lo que generara esfuerzos a compresión a un lado y tracción al otro, la torsión se considera como secundaria cuando la estructura puede resistir con aceptable seguridad, sin embargo cuando no tiene seguridad estructural esto se debe considerar para este tipo de diseño; la falla que pueda tener dependerá de estos momentos y esfuerzo axial (**Helene & Pereira, 2005**).

#### - **Diagrama de interacciones**

Este diagrama sirve para conocer cuando fallara una columna a través de una deformación causada por una carga axial  $P_n$  y un momento  $M_n$  concentrado en un elemento.

**Figura 1** Diagrama de interacciones



**Fuente:** *Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado* Oviedo (2016)

De acuerdo a la gráfica anterior se tiene que la capacidad de carga axial de las columnas no debe ser mayor a los siguientes valores:

$$P_u = \phi P_n \rightarrow \text{Estribos} \rightarrow 0.8\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}.f_y] \dots \dots (4)$$

$$P_u = \phi P_n \rightarrow \text{Zunchos} \rightarrow 0.85\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}.f_y] \dots \dots (5)$$

Donde:

$\phi P_n$ = Resistencia de diseño

$f'_c$ = Esfuerzo del concreto a compresión

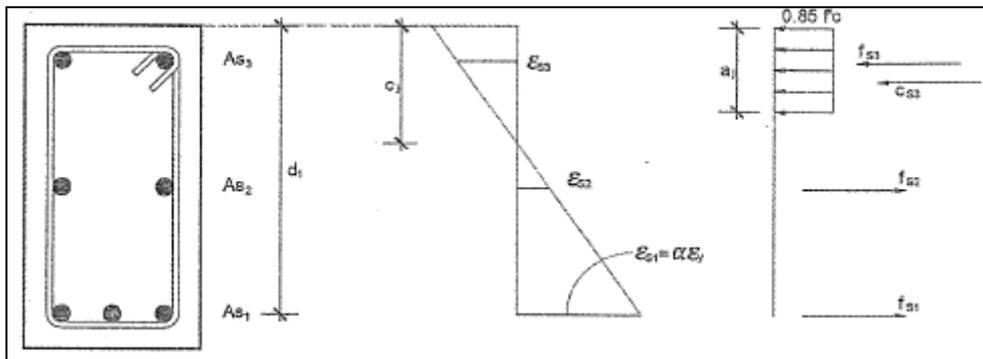
$f_y$ = Esfuerzo de fluencia del acero

$A_g$ = Área total de la sección transversal

$A_{st}$ =Área total del refuerzo en una sección (Acero necesario)

La sección de la columna se representa con cargas axiales y cargas a flexión, en la siguiente imagen se tiene el diagrama donde se encuentra  $P_{nj}$  y  $M_{nj}$ .

**Figura 2** Variando la deformación de acero más alejado



**Fuente:** Diseño sismorresistente de concreto armado de (Oviedo, 2016)

$$P_{nj} = C_{cj} + \sum_{i=1}^n F_{si} \dots \dots \dots (6)$$

$$M_{nj} = C_{cj}(\text{Brazo}) + \sum_{i=1}^n F_{si}(\text{Brazo}) \dots \dots \dots (7)$$

- **Cuantía máxima y mínimas de columnas**

Las cuantías mínimas se deben debido al flujo plástico que experimenta el concreto a compresión bajo cargas que están todo el tiempo y la cuantía máxima se debe al congestionamiento de acero (Oviedo, 2016).

$$0.01A_b < A_s < 0.06A_b \dots \dots \dots (8) \text{según el (ACI-318,2019)}$$

$$0.01A_b < A_s < 0.08A_b \dots \dots \dots (9)$$

$A_s$ : Área de acero

$A_b$ : Área bruta de la sección

Para conocer las características que presenta el acero de refuerzo se tiene diferentes marcas que proporcionan todas las propiedades que presenta el acero en este caso se elaboró una tabla con las características promedio que existen en el mercado de acero de refuerzo (Morales,2012).

**Tabla 1** Dimensiones de varillas de acero corrugado en nuestro medio

Barra	Diámetro		Peso Kg/m	Área Cm2	Perímetro Cms
	Núm.	Pulg			
3	3/8	0.98	0.559	0.71	2.99
4	1/2	1.27	0.993	1.27	3.99

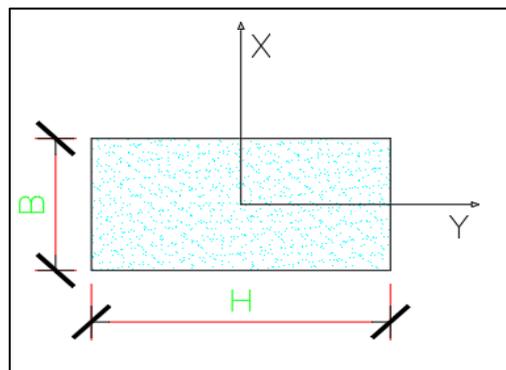
5	5/8	1.59	1.552	1.98	4.99
6	3/4	1.91	2.235	2.85	5.98
7	7/8	2.22	3.042	3.88	6.98
8	1	2.54	3.973	5.07	7.98
9	1 1/8	2.86	5.028	6.41	8.98
10	1 1/4	3.18	6.207	7.92	9.97
11	1 3/8	3.49	7.511	9.58	10.97
12	1 1/2	3.81	8.938	11.40	11.97

Fuente: (Morales Morales, 2012)

- **Momento de inercia y módulo de sección en columnas**

Encontrar este sub parámetro ayuda a ver la rigidez que presenta la columna a través de su momento de inercia y módulo de sección de las columnas, verificando así donde es la dirección que más daño se produce en una columna al momento de un sismo.

*Figura 3 Esquema de columna típica*



$$\sigma_M = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{M}{Z} \dots \dots \dots (17)$$

$$\Delta = \int \frac{M \cdot m}{E \cdot I} \delta x \dots \dots \dots (18) \text{ (Según método de carga unitaria)}$$

$$I_{XX} = \frac{B \cdot H^3}{12} \quad Z_X = \frac{B \cdot H^2}{6} \dots \dots \dots (19)$$

$$I_{YY} = \frac{H \cdot B^3}{12} \quad Z_Y = \frac{H \cdot B^2}{6} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

$\sigma_M$ = Esfuerzo por flexión actuante

M= Momento flexionante actuante

m= Momento debido a una carga unitaria

E=Módulo de elasticidad del concreto

$\Delta$ =Deflexión por momento flexionante

$I_{XX}$ = Momento de inercia en la dirección x

$I_{YY}$ =Momento de inercia en la dirección y.

$Z_X$ =Módulo de sección en la dirección x.

$Z_Y$ = Módulo de sección en la dirección y.

B=Base de la columna.

H= Altura de la columna.

- **Columna corta:**

Se tiene columna corta cuando existe un tramo pequeño que resiste fuerzas horizontales que debido a su rigidez que presenta esta suele tomar más fuerzas horizontales y por ende en un eventual evento sísmico tiene altas probabilidades de fallar; generalmente se da debido a que no se ha dejado juntas de dilatación entre columnas y tabiquería y esto hace que la columna presente una cortante diferente en la columna en la zona de la tabiquería y la columna en el vano de la ventana teniendo una rigidez mayor en la zona hasta donde se confina la tabiquería con la columna.

$$K_{x_{CT}} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} \quad K_{y_{CT}} = \frac{12E \cdot I_{yy}}{L_{CT}^3}$$

(Según San Bartolomé A.) ..... (26)

$$K_{x_{CC}} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} \quad K_{y_{CC}} = \frac{12E \cdot I_{yy}}{L_{CC}^3}$$

Donde:

$K_{x_{CT}}$  = Rigidez de la columna total en la dirección x.

$K_{y_{CT}}$  = Rigidez de la columna total en la dirección y.

$K_{x_{CC}}$  = Rigidez de la columna corta en la dirección x.

$K_{ycc}$  = Rigidez de la columna corta en la dirección y.

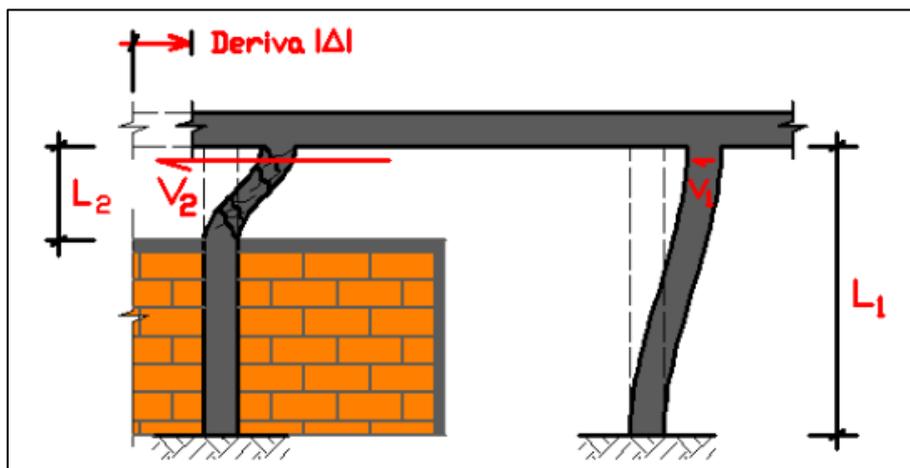
$I_{xx}$  = Momento de inercia en la dirección x.

$I_{yy}$  = Momento de inercia en la dirección y.

$L_{CT}$  = Longitud de la columna total.

$L_{cc}$  = Longitud de la columna corta.

**Figura 4** Esquema de alturas de la columna corta, columna total y la cortante basal.



**Fuente:** Beauperthuy U., J. L., & Urich B., A. J. (2011). *El efecto de columna corta: Estudio de casos*. B.R.S. Ingenieros, C.A. Barquisimeto, Venezuela.  
Recuperado de: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Concentracion-de-tensiones-y-falla-prematura-en-la-columna-corta\\_fig1\\_339697161](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Concentracion-de-tensiones-y-falla-prematura-en-la-columna-corta_fig1_339697161)

### 2.2.5.2 Análisis de diseño sismorresistente

Con la normativa sísmica actualizada de nuestro país en este caso la NTE.030 diseño sismorresistente del **MVCS (2018)**, que da los parámetros sísmicos para un correcto funcionamiento estructural de una edificación en caso de un sismo severo además analiza sub parámetros como el uso de normativa antisísmica, Momento de inercia con módulo de sección de columnas y número de pisos de la edificación.

Se utilizará los parámetros sismorresistentes para encontrar la fuerza del sismo o cortante basal de la NTE.030 diseño sismorresistente del **MVCS (2018)**;

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \dots \dots \dots (10)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \dots \dots \dots (11)$$

**a. Factor de zona “Z”**

El factor de zona en el Perú está dividido en cuatro partes de acuerdo a la sismicidad del país que se ha venido evaluando a lo largo del tiempo, esta zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentro, así como en la información geotectónica de acuerdo NTE.030 diseño sismorresistente del (MVCS, 2018).

**Tabla 2 Factores de zona “Z”**

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma técnica E.030-2018

**b. Factor de uso “U”**

El factor de uso a utilizarse es de acuerdo a las categorías que tiene la edificación y esto se puede encontrar en el capítulo II de peligro sísmico de la NTE.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018).

**Tabla 3** Categoría de las edificaciones y factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTORES “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	-
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.	1.5
	Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.	
	Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.	
	Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	
	Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	-

**Fuente:** Norma técnica E.030 (2018)

### c. Factor de amplificación sísmica “C”

El coeficiente C es un factor de amplificación de la aceleración estructural respecto a la aceleración del suelo (MVCS, 2018).

$$T < T_p \rightarrow C = 2.5 \dots \dots \dots (12)$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \dots \dots \dots (13)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.5 * \left( \frac{T_p * T_L}{T} \right) \dots \dots \dots (14);$$

Donde:

C: Facto de amplificación sísmica

Tp: Periodo que define la plataforma del factor (C)

Tl: Periodo que el inicio de la zona del factor (C) con desplazamiento contante

De acuerdo a la NTE. E.030 diseño sismorresistente del MVCS (2018), te da la siguiente fórmula para el periodo de vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

#### d. Factor de amplificación del suelo “S”

De acuerdo a las tablas de factor de suelo S y periodos  $T_p$  y  $T_L$  es que se llega a encontrar el factor de amplificación de suelo S (MVCS, 2018).

**Tabla 4** Factor de suelo “S”

FACTORES DE SUELO “S”				
SUELO ZONA	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0.80	1.00	1.05	1.10
$Z_3$	0.80	1.00	1.15	1.20
$Z_2$	0.80	1.00	1.20	1.40
$Z_1$	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018).

**Tabla 5** De periodos  $T_L$  y  $T_P$

PERIODOS $T_P$ Y $T_L$				
	Perfil de Suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_P(s)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(s)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018).

#### e. Peso total de la edificación “P”

De acuerdo a la NTE.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018), establece que para calcular el peso (P) debe considerarse estos cinco apartados.

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

**f. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R<sub>0</sub>”**

Los sistemas estructurales se clasifican de acuerdo a los materiales utilizados y sus sistemas de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis; si la edificación presenta más de un sistema estructural en una dirección se tomará el menor coeficiente de reducción R<sub>0</sub> (MVCS, 2018).

**Tabla 6** *Sistemas estructurales*

<b>SISTEMA ESTRUCTURALES</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción R(*)</b>
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos	8
Pórticos intermedios Resistentes a Momentos	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos	6
Pórticos Especiales Concéntricamente	8
(SCBF)	6
Pórticos Ordinarios Concéntricamente	8
(OCBF)	
Pórticos Excéntricamente Arriostrados(EBF)	
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

**Fuente:** Norma Técnica E.030 (2018).

Las estructuras que no presentan irregularidades los factores I<sub>a</sub> y I<sub>p</sub> será igual a 1,0.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \dots \dots \dots (16).$$

**2.2.6 Aspectos constructivos**

Son aquellos aspectos que luego de tener el diseño de una estructura cumplen un rol de calidad tanto de materiales como aspectos técnicos, para que dicho diseño pueda funcionar tal a lo requerido por el proyectista.

### 2.2.6.1 Concreto

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.060 de concreto armado del MVCS, (2009), el concreto es un material mezclado con cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, que puede estar presente con o sin aditivos; dosificado para que proporcione resistencia a la compresión cuya resistencia mínima para un concreto en elementos estructurales debe ser de 17MPa;

#### - Ensayo de esclerómetro

De acuerdo a la norma ASTM C805 es un procedimiento que a través de la determinación de rebotes que se da con el esclerómetro mide la resistencia del concreto endurecido sin embargo se debe tomar en cuenta que este método de prueba no es conveniente como base para la aceptación o rechazo del concreto

### 2.2.6.2 Unidades de albañilería

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.070 de albañilería del MVCS, (2004), puede ser ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. de los cuales puede ser solida hueca o alveolar, sin embargo, para fines estructurales de su uso correcto se llevará acabo de acuerdo a la tabla que menciona que tipo de ladrillo utilizar con fines de diseño.

**Tabla 7** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPOS	ZONAS SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificio de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 piso	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas grout
Hueco	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

**Fuente:** Norma Técnica E.070 (2004).

- **Mortero:**

De acuerdo a la Norma de técnica de Edificaciones E.070 de albañilería del **MVCS, (2004)**, es aquel que sirve para adherir tanto vertical como horizontal las unidades de albañilería y se encuentra constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino; el espesor de las juntas constituidas de mortero será como mínimo de 10 mm y el espesor máximo será de 15 mm

**2.2.6.3 Estudio de Mecánica de suelos**

- **Estudio de mecánica de suelos**

La norma técnica edificaciones E.050 de suelos y cimentaciones del **MVCS (2018)**, menciona que el objetivo del estudio de mecánica de suelos (EMS) es asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y fomentar la utilización de los recursos, los ensayos aplicados están en concordancia con las normas técnicas peruanas (NTP) y normas internacionales como las normas ASTM ahí tenemos los siguientes ensayos de laboratorio.

- NTP 339.134 (ASTM D 2487): Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).
- NTP 339.150 (ASTM D 2488): Descripción e interpretación de suelos (Procedimiento visual-manual).
- NTP 339.151 (ASTM D4220): Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de muestras de suelos.
- NTP 339.127 (ASTM D2216): Contenido de Humedad.
- NTP 339.128 (ASTM D422): Análisis Granulométrico.
- NTP 339.129 (ASTM D4318): Límite Líquido y Límite Plástico.
- NTP 339.131 (ASTM D854): Peso Específico Relativo de Sólidos.

#### 2.2.6.4 Estado de conservación

El estado de conservación de una estructura es fundamental para saber cómo esta se puede apreciar al pasar el tiempo si presenta características favorables o desfavorables, se mide su estado de acuerdo al tipo de fallas que presente en toda la edificación como grietas fisuras y de acuerdo a esto ver si se puede dar mantenimiento rutinario a la estructura.

**Tabla 8** Clasificación de fisuras de acuerdo al espesor.

Tipo de fisura	Ancho (mm)	Descripción
Muy fina	< 0.1 mm	Apenas visible, generalmente no representa riesgo estructural.
Fina	0.1 - 0.3 mm	Puede ser visible, pero no afecta la durabilidad en condiciones normales.
Mediana	0.3 - 0.6 mm	Puede permitir la penetración de agua y agentes agresivos.
Ancha	0.6 - 1.0 mm	Puede comprometer la durabilidad y ser indicativa de problemas estructurales.
Muy ancha	> 1.0 mm	Indica un problema serio, requiere intervención inmediata.

Fuente: American Concrete Institute (ACI 224R-01, 2001)"

#### 2.2.7 Aspectos geométricos

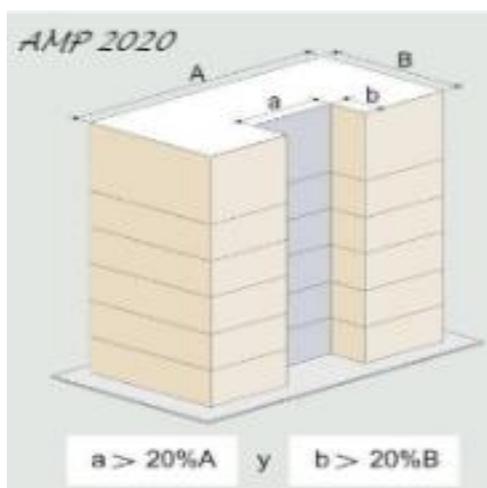
##### 2.2.7.1 Configuración en planta

La forma y disposición en planta de los edificios son determinantes en su comportamiento ante excitaciones sísmicas. Los edificios de planta regular presentan un comportamiento sísmico mejor que los que tienen una planta de geometría irregular. Se penalizan, por tanto, aquellos edificios que son más alargados, asimétricos o que tienen esquinas entrantes, lo cual puede provocar problemas de torsión, así como concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

##### a. Esquinas entrantes:

De acuerdo a la Norma técnica E.0.30 de diseño sismorresistente del **MVCS (2018)** se tiene esquinas entrantes cuando la edificación en un lado o en ambas direcciones presenta esquinas entrantes de más de 20% de lo correspondientes a la dimensión total del lado medido.

**Figura 5** Esquema de esquinas entrantes



**Fuente:** Muños (2020)

$$E_{Y-Y} = 0 \rightarrow \frac{a}{A} > 20\% \dots \dots \dots (24)$$

$$E_{X-X} = 0 \rightarrow \frac{b}{B} > 20\% \dots \dots \dots (25)$$

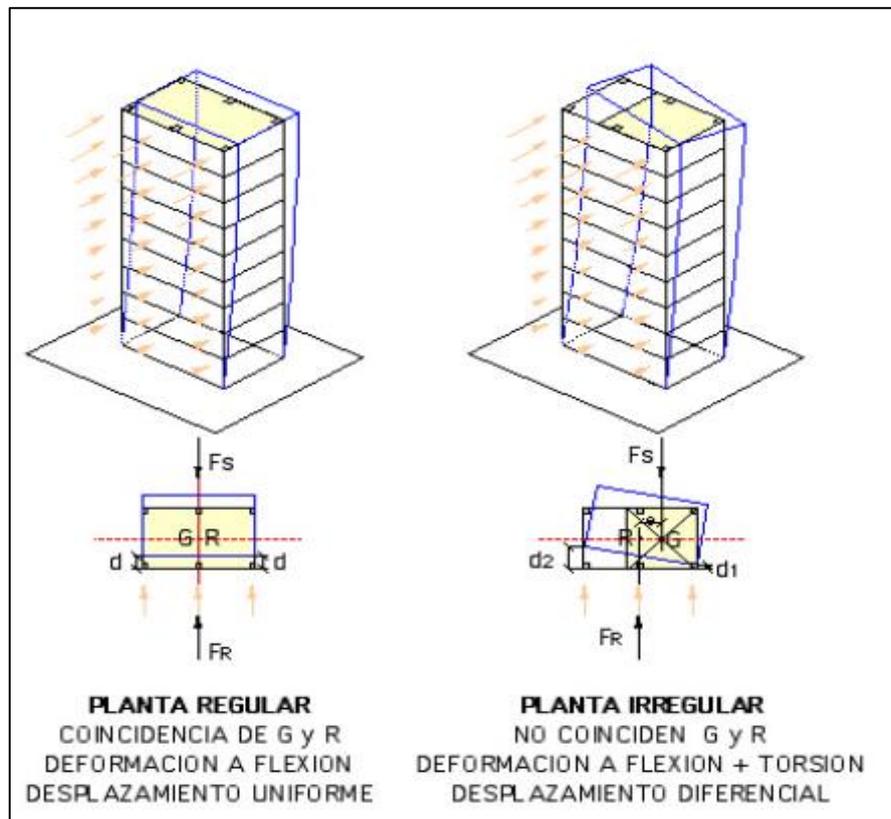
**b. Torsión:**

Se produce dicha irregularidad de torsión cuando el centro de rigidez R no coincide con el centro de gravedad G, y la separación de esta llamada excentricidad (e) que los separa genera momentos torsionales que producen rotación en planta; que genera que los desplazamientos de la planta van acompañados de un giro con la cual las derivas que se producen en los extremos de la planta sean desiguales esto sucede por dos razones **(Dominguez, 2013)**.

1. El centro de rigidez se desplaza por la locación de elementos rígidos hacia un lado de la edificación, cuando existe una distribución asimétrica de la rigidez.
2. El centro de aplicación de la fuerza sísmica del piso se desplaza del centro geométrico por concentración de masa hacia un lado de la edificación, cuando existe una distribución asimétrica de la masa.

De acuerdo a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente del **MVCS (2018)**, se tiene dicha irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones del análisis el máximo desplazamiento relativo de entre piso en un extremo del edificio, calculando incluyendo la excentricidad accidental ( $\Delta_{max}$ ) es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entre piso para la misma condición de carga ( $\Delta_{CM}$ ); solo se aplicara a edificios que sobrepasen el 50% del desplazamiento permisible de los desplazamientos relativos.

**Figura 6** Torsión por excentricidad de masa.



**Fuente:** Domínguez (2013).

### 2.2.7.2 Configuración en elevación

La forma y disposición en elevación de los elementos estructurales tienen una gran relevancia en el comportamiento dinámico de la estructura. Las estructuras que posean cierta simetría en elevación en conjunto con una reducción de masa en altura se comportarán de una mejor forma ante un evento sísmico, por ello se penalizarán aquellas estructuras que sean asimétricas

verticalmente, que tengan concentraciones de masa en pisos superiores y también aquellas estructuras que posean discontinuidades de los elementos estructurales verticales ya que estas irregularidades conducen a una distribución irregular de fuerzas y deformaciones.

**a. Irregularidad vertical de masa**

Se tendrá dicha irregularidad cuando el peso adyacente sea mayor al anterior debido a su arquitectura o geometría de la edificación, según la NTE.0.30 de diseño sismorresistente del **MVCS (2018)**, se tiene irregularidad de masa cuando el peso de un piso es mayor al 1.5 veces el piso adyacente de acuerdo a la normativa solo se aplica a azoteas y sótanos.

**b. Discontinuidad de los sistemas resistentes**

Este sub parámetro según la normativa NTE.0.30 de diseño sismo resistente del **MVCS (2018)**, define que, si un elemento que resiste más del 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.

### **2.2.8 Glosario de términos**

- **Riesgo:** Se refiere a las pérdidas que causa los fenómenos naturales como son pérdidas económicas, pérdidas materiales, pérdidas humanas entre otras, es por eso que el riesgo evalúa que tan grave es el fenómeno natural por sus consecuencias que tiene luego de suscitadas **(Kuroiwa, 2016)**.

- **Sismo:** Se considera sismo cuando se origina unas ondas debido a la colisión de las placas tectónicas lo que genera una vibración y por ende el sismo propiamente dicho **(Santos, 2019)**.

- **Magnitud de un sismo:** La magnitud es aquella que se puede medir a través de números debido a la energía que liberan al chocar las placas tectónicas y esto se ilustra en el sismograma

que corresponde a la amplitud que alcanza las ondas sísmicas; las magnitudes más utilizadas son Richter y se da en grados que comprende del 0 al 9 y cada grado es 10 veces superior al que le precede (**Santos, 2019**).

- **Intensidad:** En un concepto subjetivo ya que este depende mucho de lo que un sismo pueda causar y sus efectos que produce en la superficie, como en las edificaciones, también se tiene una mayor intensidad cuando la profundidad del foco es poco profunda y el hipocentro es más superficial (**Santos, 2019**).

- **Peligro o amenaza:** Es aquello que amenaza a un lugar con un desastre originado por un fenómeno natural ya sea sismos, huaycos, huracanes, tsunamis, etc, dentro de un periodo determinado, donde el hombre no puede contrarrestar ese peligro que presenta la naturaleza (**Kuroiwa, 2016**).

- **Diafragma rígido:** No cambia su forma en planta cuando se somete a cargas laterales ya que sigue siendo el mismo tamaño, los diafragmas son capaces de transmitir torsión a elementos resistentes sea columnas y muros, por lo general son los entrepisos y techos superiores (**Rodas, 2014**).

- **Tracción:** Se da a través de la resistencia a esfuerzos de resistencia de materiales, cantidad de materiales donde se produce cuando las fuerzas tratan de estirar el cuerpo el cual actúan (**Rodas, 2014**).

- **Compresión:** Se produce cuando actúan cargas en el eje del elemento como columnas y trae como consecuencia el fenómeno de pandeo, es decir deformación por flexión lateral. (**Rodas, 2014**).

- **Torsión:** La torsión se presenta generalmente por solicitaciones de flexión y corte, generando tensiones tangenciales en la pieza, en forma similar a las originadas por los esfuerzos de corte (**Helene & Pereira, 2005**).

- **Grietas:** Son aquellas aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento (**Broto, 2005**).
- **Fisuras:** Son aquellas aberturas longitudinales que no afectan todo el espesor del elemento constructivo y solo suelen ser superficiales (**Broto, 2005**).

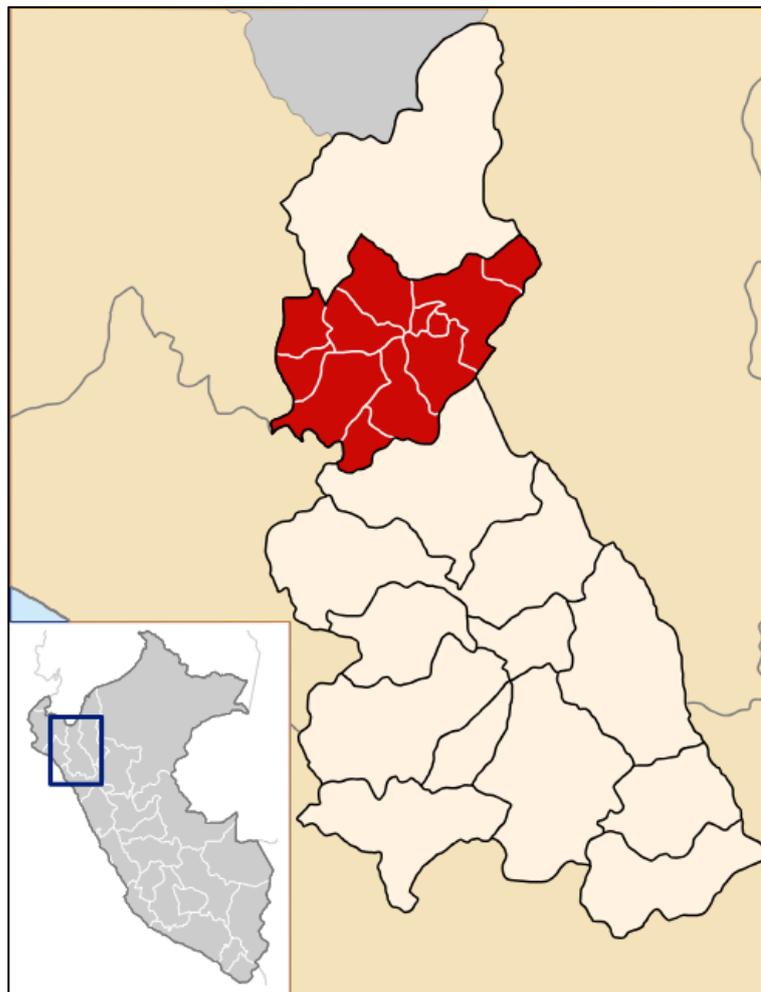
### 3 CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

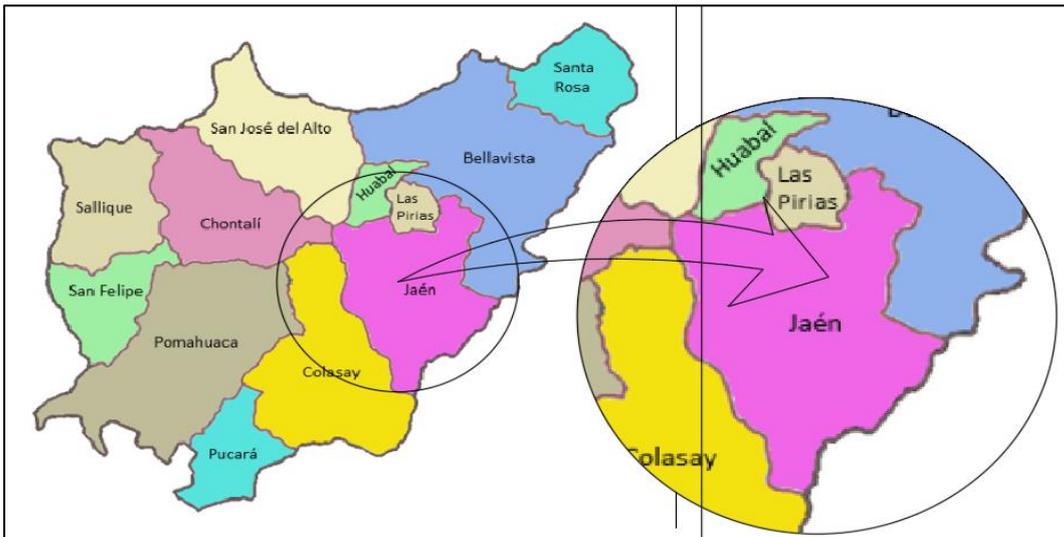
La edificación de la I.E. *Ciro Alegría* N° 16051 del Centro Poblado *Palma Central* del distrito de *Jaén-Cajamarca*, ubicado en las coordenadas UTM -84W en el Norte 9358939 y el Este 0730511 con una altitud de 2178 m.s.n.m.

Región	:	Cajamarca
Provincia	:	Jaén
Distrito	:	Jaén
Localidad	:	La Palma Central

**Figura 7** *Mapa de la ubicación*



**Figura 8** Mapa de la ubicación del Distrito de Jaén



**Figura 9** Imagen de ubicación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051



*Fuente: Google Earth Pro*

### 3.2 ÉPOCA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación se inició con la aprobación del plan de tesis el 10 de enero del 2023 y duro todo el 2024.

### **3.3 PROCEDIMIENTO**

#### **3.3.1 Población de estudio**

De acuerdo a la investigación la población objetivo de estudio son las instituciones educativas del distrito de Jaén.

#### **3.3.2 Muestra de estudio**

Está conformada por la infraestructura de la Institución Educativa *Ciro Alegría* N° 16051, ubicada en el Centro Poblado La Palma Central, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

*Figura 10 Reconocimiento vista interior de la IE *Ciro Alegría* N° 16051*



#### **3.3.3 Unidad de análisis**

La unidad de análisis para esta investigación son los elementos estructurales y no estructurales de la edificación de la I.E. *Ciro Alegría* N°16051 del Centro poblado la Palma Central Jaén-Cajamarca.

### **3.3.4 Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que se orienta a la evaluación y análisis de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la I.E. Ciro Alegría N° 16051, ubicada en el Centro Poblado La Palma Central, Jaén, Cajamarca,

### **3.3.5 Nivel de investigación**

La investigación es de nivel descriptivo, ya que detalla de manera secuencial el procedimiento utilizado para la obtención de resultados. Asimismo, es de tipo aplicado, dado que los hallazgos permitirán fundamentar la toma de decisiones en relación con la seguridad y adecuación de la edificación.

### **3.3.6 Diseño de investigación**

Esta investigación es de diseño no experimental y de corte transversal, dado que se extrae datos en un tiempo único.

### **3.3.7 Método de investigación**

La investigación adopta un método hipotético-deductivo porque parte de la observación general del fenómeno a estudiar y la creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno.

### **3.3.8 Recolección de datos**

En esta investigación para la estructuración y composición de la tesis se hizo la recolección de datos a través de técnicas, instrumentos y análisis de datos generales

- **En técnicas**
  - El análisis documental y bibliográfico citado de libros y tesis
- **Instrumentos**

- Utilización de instrumentos de campo como la wincha, estación total, esclerómetro, barreta, palana, martillo, cincel, etc.
- Utilización de instrumentos de oficina como computadora, programas como Excel, Word, Auto CAD V20, ETAPS V21.
- **Análisis general de datos**
  - La investigación va a tener su aplicación tanto en campo como en gabinete, para luego calificar los 3 aspectos como son estructurales, constructivos y geométricos.

### **3.3.9 Procesamiento de datos**

Luego de haber realizado el levantamiento topográfico de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 tanto arquitectónicamente y estructural se procedió con la elaboración de planos para posteriormente hacer un modelamiento sísmico lineal utilizando en el programa ETABS V21 para verificar el diseño de los elementos estructurales y teniendo en cuenta la normativa vigente de diseño sismorresistente NTE.030- 2018 nos ayudamos también de programas como es Excel 2013 para la elaboración de tablas y del programa de Auto Cad 2020 para la distribución de ambientes y el dibujo de la estructura en General.

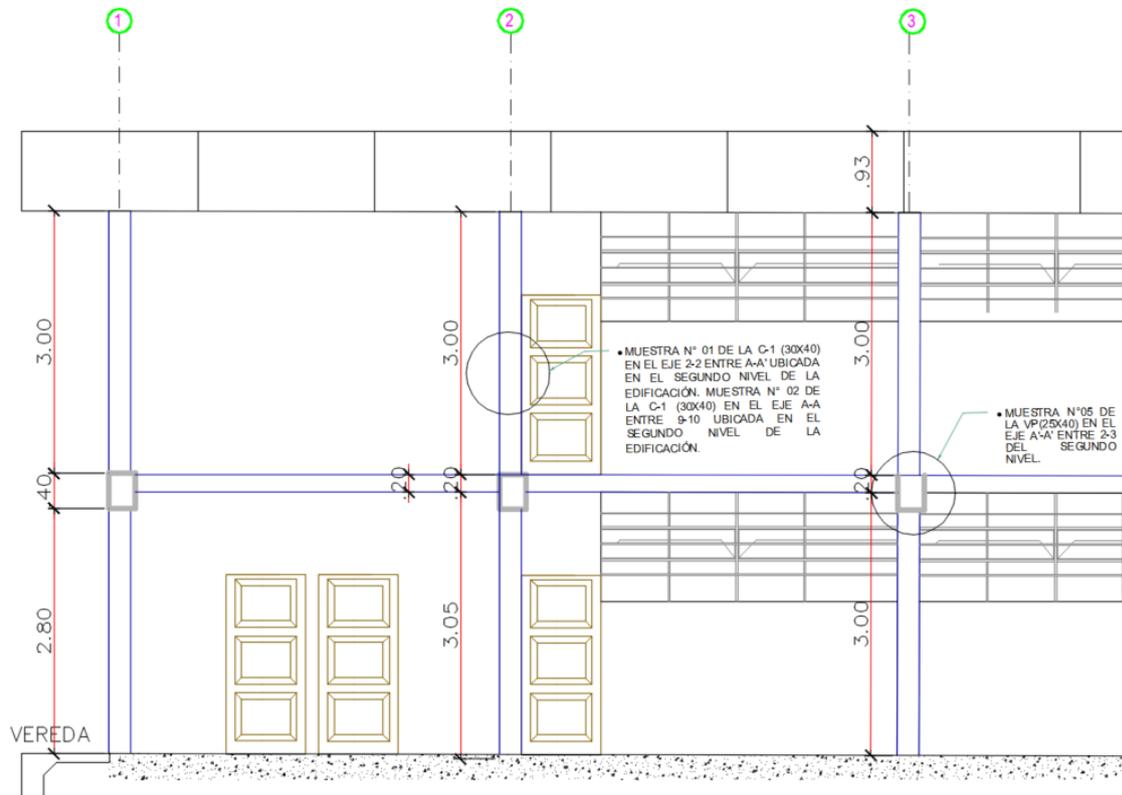
El estudio de Mecánica de suelos fue realizado en el laboratorio de suelos LABSUC (Laboratorio de Suelos y Pavimentos) en la ciudad de Jaén; se realizó los ensayos básicos de suelos como es granulometría, límites líquido y plástico, utilizando la Norma Técnica E.050 de suelos y cimentaciones de MVCS del 2009 para la calificación adecuada según el suelo encontrado. Luego de haber realizado el levantamiento topográfico con una estación total, se procedió a la realización del plano topográfico de la I.E. Ciro Alegría N° 16051, esto nos dará la calificación del parámetro de posición y topografía del lugar lo cual con la muestra de suelos quedará calificada esta estructura.

Para determinar la resistencia a compresión de los elementos de concreto, específicamente vigas y columnas, se utilizó el método de ensayo mediante esclerómetro, el cual permite medir el número de rebote del concreto endurecido. En el análisis se evaluaron tres vigas y tres columnas seleccionadas dentro de la estructura.

*Tabla 9 Identificación para prueba de esclerómetro*

COLUMNAS	VIGAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MUESTRA N° 01 DE LA C-1 (30X40) EN EL EJE 2-2 ENTRE A-A' UBICADA EN EL SEGUNDO NIVEL DE LA EDIFICACIÓN.</li> <li>• MUESTRA N° 02 DE LA C-1 (30X40) EN EL EJE A-A ENTRE 9-10 UBICADA EN EL SEGUNDO NIVEL DE LA EDIFICACIÓN.</li> <li>• MUESTRA N° 03 DE LA C-2 (25X40) EN EL EJE 7-7 ENTRE A-A' UBICADA EN EL SEGUNDO NIVEL DE LA EDIFICACIÓN.</li> <li>• MUESTRA N° 04 DE LA C-2 (25X40) EN EL EJE 5-5 ENTRE A-A' UBICADA EN EL SEGUNDO NIVEL DE LA EDIFICACIÓN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MUESTRA N°05 DE LA VP(25X40) EN EL EJE A'-A' ENTRE 2-3 DEL SEGUNDO NIVEL.</li> <li>• MUESTRA N°06 DE LA VP(25X40) EN EL EJE G-G ENTRE 9-10 DEL SEGUNDO NIVEL.</li> </ul>

**Figura 11** Plano de identificación para prueba de esclerómetro



### 3.3.10 Diseño de investigación

Este diseño de investigación se calificó usando los parámetros de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos dando la calificación de acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo de esclerómetro, estudio de mecánica de suelos, topografía y modelamiento de análisis sísmico lineal que se realizó para comparar y llenar los cuestionarios del estudio aplicando la norma técnica de edificaciones, las normas fundamentales en el diseño de una estructura como es: NTE-020 de Cargas, la NTE-030 de diseño sismorresistente, NTE-060 de diseño de concreto, y NTE-070 Albañilería a las cuales estará sometida la edificación.

### 3.3.11 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

a. Etapa 01: Estudio e identificación de la estructura.

En esta etapa, se llevó a cabo la identificación de las condiciones más adecuado para abordar la problemática de la edificación, posteriormente se realizó una visita a la I.E. *Ciro Alegría* N°

16051, ubicada en el Centro Poblado La Palma Central, con el fin de recopilar información preliminar y dar inicio a la Etapa 02.

b. Etapa 02: Elaboración de fichas técnica de inspección y evaluación de la estructura. Estas fichas técnicas califican a las edificaciones de la I.E. Ciro Alegría N°16051 del Centro Poblado la Palma Central Jaén-Cajamarca en sus aspectos estructurales, constructivos y geométricos de acuerdo a la metodología.

c. Etapa 03: Recopilación de datos.

Los datos se recopilaron de acuerdo a una evaluación cualitativa y cuantitativa de aspectos estructurales, constructivos y geométricos, de acuerdo a cada uno de su calificativo:

- Se calificó que los elementos resistentes de la estructura tanto columnas como los muros portantes de albañilería confinada estén correctamente diseñados y cumplan con la funcionalidad y utilidad luego de suscitarse un sismo.

- En los materiales se revisó las unidades de albañilería que conforman el muro portante que tengan homogeneidad de sus lados, que las juntas tengan entre 1 a 1.5 cm; y muros estén perfectas condiciones; se hizo el ensayo de esclerómetro para medir la resistencia del concreto endurecido.

- Con la información recopilada se procede a realizar las verificaciones necesarias en el modelo estructural planteado, para corroborar las cuantías de acero, la rigidez, inercia, estabilidad de tabiques, irregularidades.

d. Etapa 04: Realización de estudio de mecánica de suelos y estudio topográfico.

Luego de haber realizado la calificación de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la I.E.E Ciro Alegría N°16051 del Centro Poblado la Palma Central Jaén-Cajamarca se procedió a hacer una calicata con la finalidad de conocer el tipo de suelo que presenta para lo cual se siguió las indicaciones de la NTE E.0.50 de suelos y cimentaciones del

(MVCS, 2009) los ensayos realizados se hicieron en un laboratorio certificado y con control de calidad.

- Ensayo de análisis granulométrico ASTM-D6913
- Ensayo de Limite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos ASTM-D4318
- Ensayo de contenido de humedad ASTM-D2216
- Densidad natural humedad ASTM-D2937

Se llevaron a cabo trabajos de topografía con el objetivo de determinar el perfil y las pendientes del terreno. Además, estos estudios permitieron definir la profundidad de desplante de las cimentaciones, facilitando la elaboración de los planos arquitectónicos y estructurales.

e. Etapa 05: Realización de análisis sísmico en el programa Etabs.

Se realizó un análisis sísmico tanto estático y dinámico para conocer el comportamiento de la estructura de la edificación y obtener la calificación de los parámetros necesarios de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos en el programa computacional ETABS V21 utilizando todos los parámetros sísmicos actuales según la norma técnica de edificaciones E.030 de diseño sismorresistente del (MVCS, 2018).

### **3.3.12 Análisis de datos y presentación de resultados**

Los análisis de datos de los aspectos estructurales, constructivos y geométricos se realizan mediante calificación de sus características, cualidades del estado de la estructura además de la realización del ensayo de esclerómetro, estudio de mecánica de suelos, topografía y un análisis estructural de manera computacional, en este caso se utilizó el programa de ETABS V 21.

El procesamiento de los resultados se hizo utilizando programas como Microsoft Excel, Microsoft Word, Autodesk AutoCAD 2020 los cuales ayudaron a organizar y llevar un orden

de los resultados adquiridos en el análisis de datos, los cuales son presentados mediante tablas, gráficos, y esquemas organizados para su fácil interpretación.

### 3.3.12.1 Aspectos estructurales

Se presenta a continuación las fuerzas axiales y fuerzas cortantes que tiene los muros de albañilería confinada y columnas de concreto armado según su análisis estructural y sísmico del programa ETAPS V21.

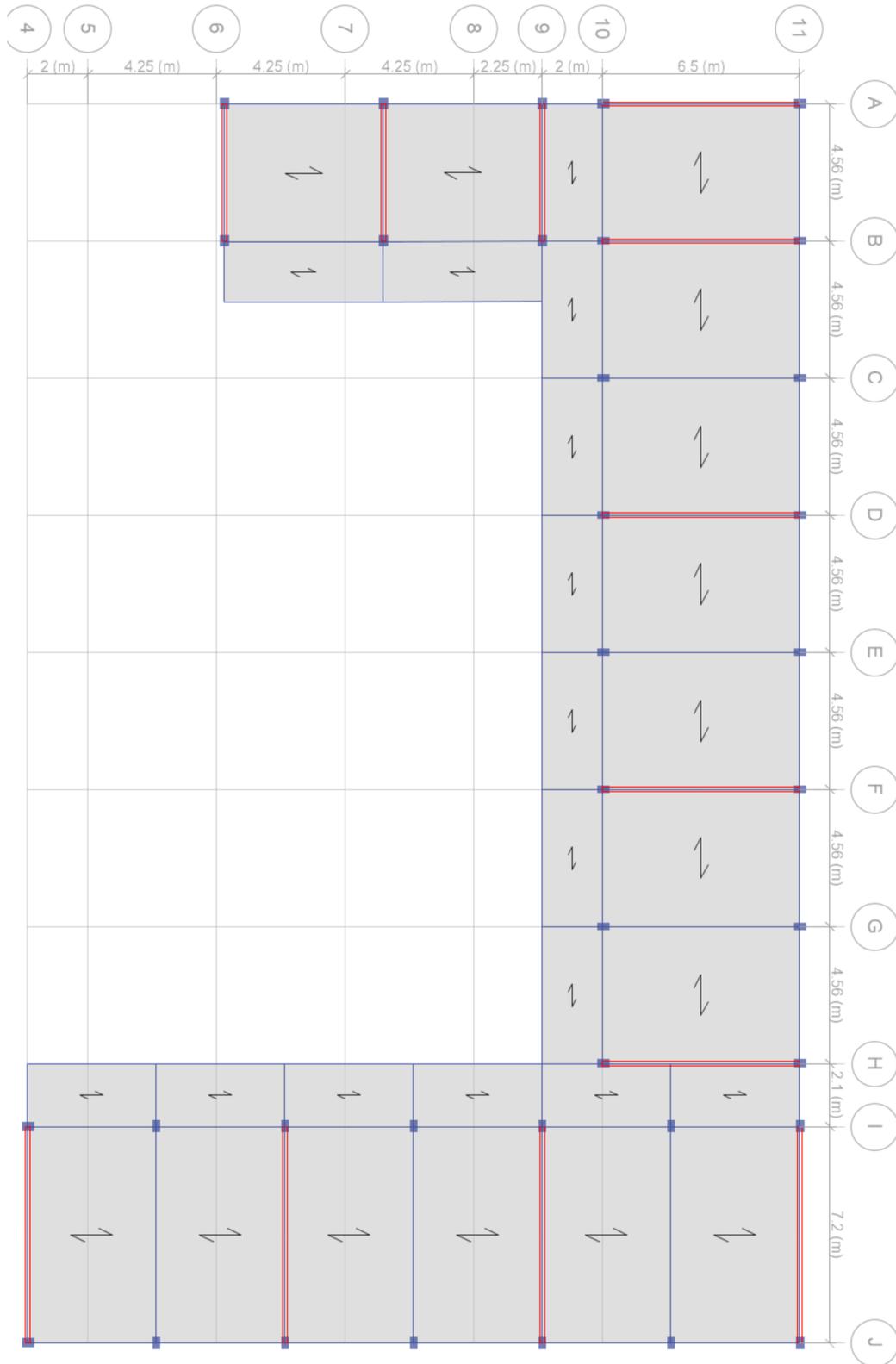
#### 3.3.12.1.1 Muro de albañilería confinada

Datos que cuenta la edificación existente en el sistema de albañilería confinada tanto en dirección X-X como en Y-Y tenemos:

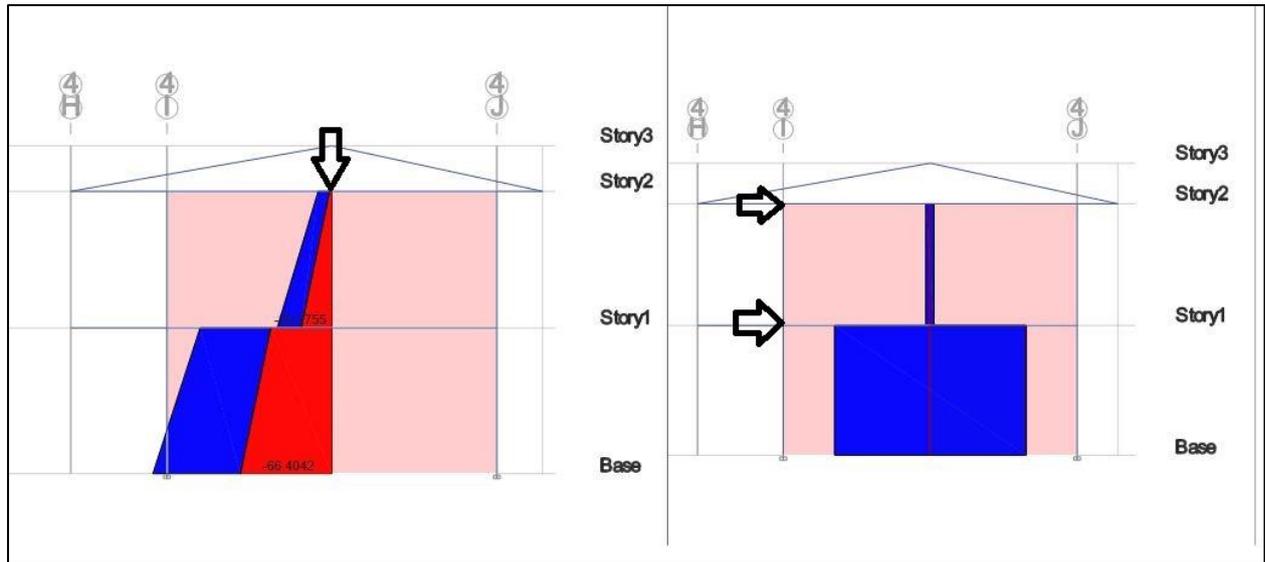
**Tabla 10** Datos de las medidas del muro de albañilería

<b>MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA</b>					
<b>Nº MUROS</b>	<b>Altura Libre (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Espesor efectivo (m)</b>	<b>Área de sección (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Momento de inercia (m<sup>4</sup>)</b>
M-1 EN (X-X)	6.20	6.50	0.15	40.30	3.43
M-2 EN (X-X)	6.20	6.50	0.15	40.30	3.43
M-3 EN (X-X)	6.20	6.50	0.15	40.30	3.43
M-4 EN (X-X)	6.20	6.50	0.15	40.30	3.43
M-5 EN (X-X)	6.20	6.50	0.15	40.30	3.43
M-1 EN (Y-Y)	6.20	7.20	0.15	44.64	4.67
M-2 EN (Y-Y)	6.20	7.20	0.15	44.64	4.67
M-3 EN (Y-Y)	6.20	7.20	0.15	44.64	4.67
M-4 EN (Y-Y)	6.20	7.20	0.15	44.64	4.67
M-5 EN (Y-Y)	6.20	4.56	0.15	28.27	1.19
M-6 EN (Y-Y)	6.20	4.56	0.15	28.27	1.19
M-7 EN (Y-Y)	6.20	4.56	0.15	28.27	1.19

**Figura 12** Plano de densidad de muros de albañilería confinada



**Figura 13** Diagrama de fuerzas axiales y fuerza cortante debido a la envolvente en muros de albañilería confinada.



**Tabla 11** Resultados de cortante permitidas  $V_m$  con cortante del análisis sísmico VE en el eje Y-Y

PISO 1	MUROS	SISMO	P tonf	VE tonf	$V_m$ tonf	$\sum V_m \geq VE$
PISO 2	MX1	SDIN Y	1.07	17.07	25.11	Cumple
PISO 1	MX1	SDIN Y	4.34	79.55	50.97	No Cumple
PISO 2	MX2	SDIN Y	1.76	17.87	25.27	Cumple
PISO 1	MX2	SDIN Y	5.59	67.61	51.42	No Cumple
PISO 2	MX3	SDIN Y	0.02	5.72	24.87	Cumple
PISO 1	MX3	SDIN Y	0.06	67.13	49.74	No Cumple
PISO 2	MX4	SDIN Y	0.04	5.43	24.87	Cumple
PISO 1	MX4	SDIN Y	0.06	88.95	49.75	No Cumple
PISO 2	MX5	SDIN Y	0.81	20.83	25.05	Cumple
PISO 1	MX5	SDIN Y	4.39	126.92	50.92	No Cumple

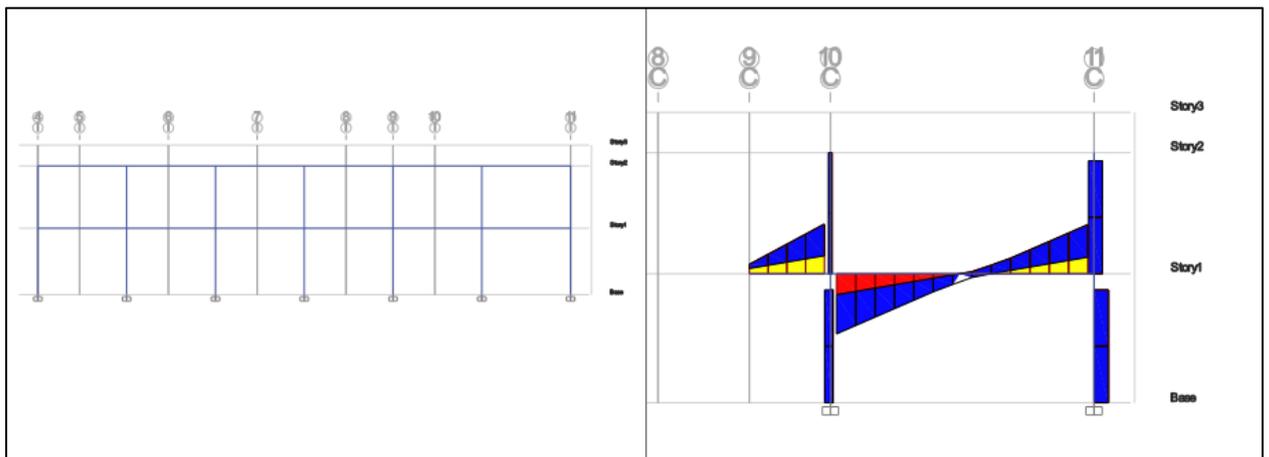
**Tabla 12** Resultados de cortante permitidas  $V_m$  con cortante del análisis sísmico VE en el eje X-X

PISO 1	MUROS	SISMO	P tonf	VE tonf	$V_m$ tonf	$\sum V_m \geq VE$
Story2	MY1	SDIN X	1.05	8.16	25.10	Cumple
Story1	MY1	SDIN X	1.61	62.98	25.23	No Cumple
Story2	MY2	SDIN X	0.04	11.39	24.87	Cumple
Story1	MY2	SDIN X	0.13	58.52	24.89	No Cumple
Story2	MY3	SDIN X	0.67	17.12	25.02	Cumple
Story1	MY3	SDIN X	1.80	68.78	25.28	No Cumple
Story2	MY4	SDIN X	1.34	33.29	25.17	No Cumple
Story1	MY4	SDIN X	2.22	91.58	25.37	No Cumple
Story2	MY5	SDIN X	1.88	17.98	25.29	Cumple
Story1	MY5	SDIN X	7.59	46.75	26.61	No Cumple
Story2	MY6	SDIN X	0.13	5.11	24.89	Cumple
Story1	MY6	SDIN X	0.16	41.84	24.90	No Cumple
Story2	MY7	SDIN X	0.22	5.01	24.91	Cumple
Story1	MY7	SDIN X	0.28	38.89	24.93	No Cumple

3.3.12.1.2 Las columnas:

Datos que cuenta la edificación existente para el sistema de pórticos de concreto armado tanto en dirección X-X como en Y-Y tenemos:

**Figura 14** Diagrama de fuerzas axiales y fuerza cortante debido a la envolvente en columnas de pórticos de concreto armado.



Haciendo el cálculo de interacciones se tiene lo siguiente:

**Columna C-1 ( 40 X30) Cm2:**

**Tabla 13** Resultados de amplificación de cargas para un análisis sísmico de columna (40x30) cm2

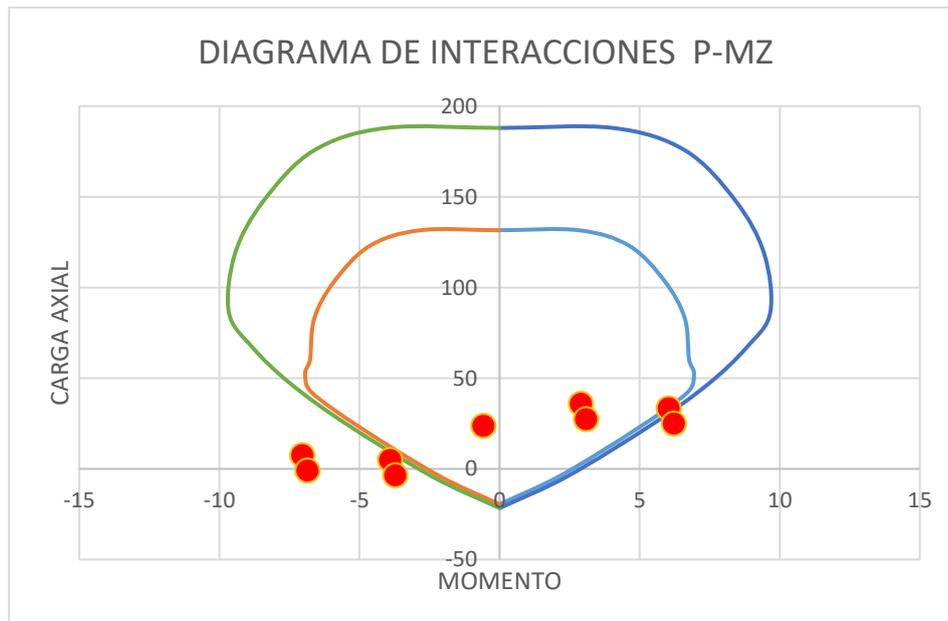
COMBOS	P tonf	M2 tonf-m	CALIFICACIÓN
COMBO1	22.52312	0.60608	Cumple
COMBO2	34.790925	4.657575	Cumple
COMBO3	3.789325	-3.578825	No Cumple
COMBO4	32.258325	6.258575	No Cumple
COMBO5	6.321925	-5.179825	No Cumple
COMBO6	26.63515	4.50061	Cumple
COMBO7	-4.36645	-3.73579	No Cumple
COMBO8	24.10255	6.10161	No Cumple
COMBO9	-1.83385	-5.33679	No Cumple

NOTA:

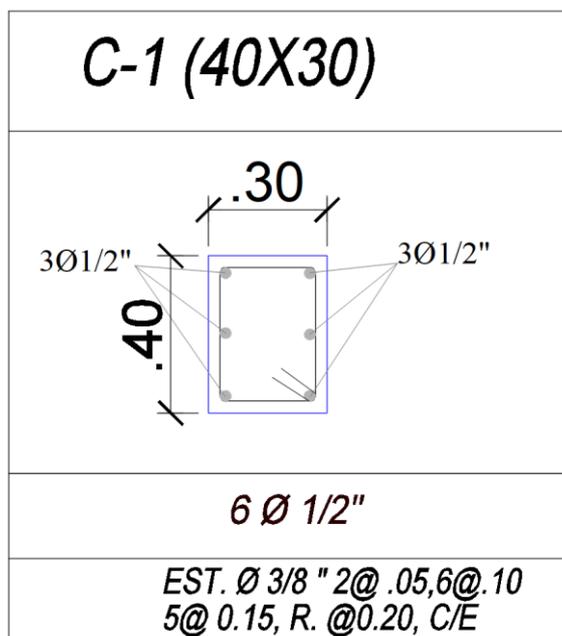
Momento flector negativo (-M): Indica que la fibra superior de la columna está en compresión y la inferior en tracción, lo que genera un comportamiento típico de flexión negativa.

Fuerza axial negativa (-P): Significa que la columna está sometida a esfuerzos de tracción, lo cual es poco común en columnas, pero puede ocurrir en ciertos casos.

**Figura 15** Diagrama de interacciones de carga axial P y momento Mz en la columna C-1(40X30)cm2.



**Figura 16** Sección de columna C-1 (40X30) cm<sup>2</sup>



No Cumple la cuantía mínima de acero de 6 ø 1/2" de la estructura existente.

$$AT = 1200 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 12 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow Ae = 6 \phi \frac{1}{2} = 6 \times 1.27 = 7.96 \text{ cm}^2$$

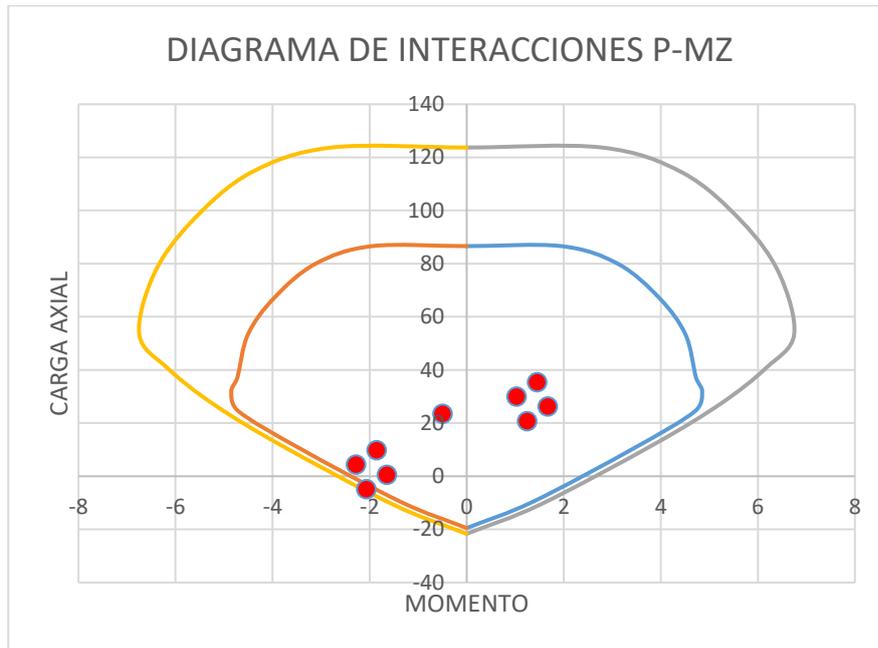
$A\phi > Ae$  ..... No cumple

**Columna C-2 (40 X25) Cm2:**

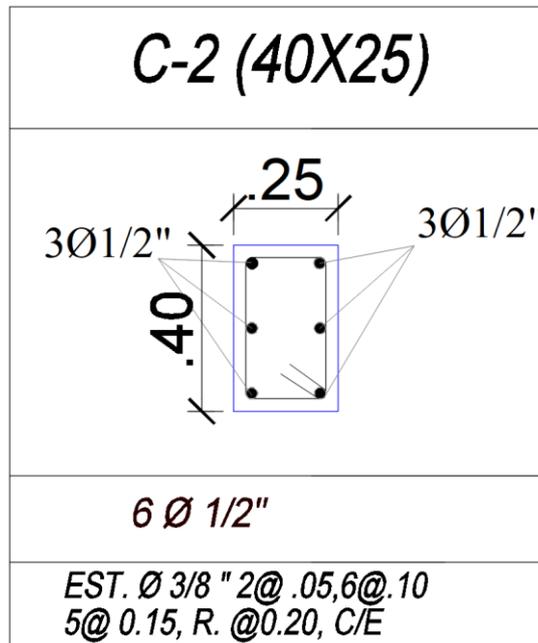
**Tabla 14** Resultados de amplificación de cargas para un análisis sísmico de columna (40x25) cm<sup>2</sup>

COMBOS	P tonf	M3 tonf-m	CALIFICACIÓN
COMBO1	23.53913	-0.50036	Cumple
COMBO2	30.01155	1.027375	Cumple
COMBO3	9.85195	-1.861625	Cumple
COMBO4	35.46895	1.451475	Cumple
COMBO5	4.39455	-2.285725	Cumple
COMBO6	20.78395	1.24371	Cumple
COMBO7	0.62435	-1.64529	Cumple
COMBO8	26.24135	1.66781	Cumple
COMBO9	-4.83305	-2.06939	No Cumple

**Figura 17** Diagrama de interacciones de carga axial  $P$  y momento  $M$  en la columna C-2(40X25) Cm<sup>2</sup>.



**Figura 18** Sección de columna C-2 (40X25) cm<sup>2</sup>



No Cumple la cuantía mínima de acero de 6  $\phi$  1/2" de la estructura existente.

$$AT = 1000 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 10 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow Ae = 6 \phi \frac{1}{2} = 6 \times 1.27 = 7.96 \text{ cm}^2$$

$A\phi > Ae$  ..... No cumple

- **Columna Corta:** La edificación debido a que en la unión de la tabiquería y los elementos estructurales no cuenta con una junta de separación estas al momento de suscitarse un sismo suele ser más rígido en la parte unida con la tabiquería sin embargo en parte de la columna corta este no tiene un muro que lo proteja por lo que se generaría la falla de la columna corta tal como lo muestra los resultados; que dan a conocer el factor K de fuerza sísmica aumentada.

**Tabla 15** Momentos de inercia y módulo de elasticidad de la columna C-2(25X40) cm<sup>2</sup>

COLUMNA	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	E
C-2(25*40)	160000.00	90000.00	21737.0651

**Tabla 16** Resultados de análisis de falla de columna corta para columna de C-2(25X40)

LCT(Cm)	LC1(Cm)	Longitud de la columna total		Longitud de la columna Corta 1		Relación de K	
		$12EI_x/L^3$	$12EI_y/L^3$	$12EI_x/L^3$	$12EI_y/L^3$	$\left  \frac{Kx_{CC}}{Kx_{CT}} \right $	$\left  \frac{Ky_{CC}}{Ky_{CT}} \right $
		(K <sub>xCT</sub> )	(K <sub>yCT</sub> )	(K <sub>xC1</sub> )	(K <sub>yC1</sub> )		
		Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm		
300	175	1545.75	869.48	7787.32	7787.32	5.04	8.96
300	230	1545.75	869.48	3430.19	3430.19	2.22	3.95
280	175	1901.20	1069.43	7787.32	7787.32	4.10	7.28
280	210	1901.20	1069.43	4506.55	4506.55	2.37	4.21

### 3.3.12.1.3 Análisis de diseño sismorresistente

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del programa computacional ETBS V21 que presenta la edificación utilizando los factores correspondientes.

**Tabla 17** Resumen de los factores/categoría sísmicos

Ítem	Factor/categoría	Descripción
Factor de zona.	Z	Para la Provincia de Jaén Zona 2
Factor de uso.	U	Para la categoría A2 (edificaciones esenciales).
Factor de suelo.	S	Para tipos de suelo S3
Factor de amplificación sísmica	C	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro.	Tp	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas.	R	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado, Albañilería confinada
Aceleración espectral	Sa	Define el espectro de Pseudo-aceleración.

- **Verificación de distorsiones (T)**

**Tabla 18** Resultados de verificación de distorsiones máximas relativas en el eje X-X y Y-Y

PISO	SISMO	DIRECCIÓN	DESPLAZAMIENTO	LIMITE	CALIFICACIÓN
		N	S		N
PISO 2	SDIN X	X	0.006792	0.005	<b>NO CUMPLE</b>
PISO 2	SDIN X	Y	0.005313	0.005	<b>NO CUMPLE</b>
PISO 2	SDIN Y	X	0.002131	0.005	<b>CUMPLE</b>
PISO 2	SDIN Y	Y	0.010796	0.005	<b>NO CUMPLE</b>
PISO 1	SDIN X	X	0.00112	0.005	<b>CUMPLE</b>
PISO 1	SDIN X	Y	0.00114	0.005	<b>CUMPLE</b>
PISO 1	SDIN Y	X	0.00097	0.005	<b>CUMPLE</b>
PISO 1	SDIN Y	Y	0.002169	0.005	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 19** Resultados de desplazamientos máximos

TABLE: Story Drifts					
PISO	SISMO	Direction	Drift	LIMITE	CALIFICACIÓN
PISO 2	SDIN X	X	0.006792	0.005	NO CUMPLE
PISO 2	SDIN Y	Y	0.010796	0.005	NO CUMPLE
PISO 1	SDIN X	X	0.00112	0.005	CUMPLE
PISO 1	SDIN Y	Y	0.002169	0.005	CUMPLE

### 3.3.12.2 Aspectos constructivos

En la calidad de los aspectos constructivos se presentan los resultados del ensayo de esclerómetro, verificación de las unidades de albañilería, estudio de mecánica de suelos y estado de conservación de la estructura.

#### 3.3.12.2.1 Ensayo de esclerómetro

**Tabla 20** Resultados de resistencia del concreto con esclerómetro

MUESTRA:M1-C1(30X40) cm2										
<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Columna C1(30x40) cm2									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	25	27	24	26	26	27	27	24	23	27
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>										<b>198 kg/cm2</b>
MUESTRA:M2-C1(30X40) cm2										
<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Columna C1(30x40) cm2									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	27	28	26	28	28	29	27	27	29	31
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>										<b>220 kg/cm2</b>
MUESTRA:M3-C2(25X40) cm2										
<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Columna C2(25x40) cm2									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	24	28	29	27	25	27	29	31	30	27

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN** **220 kg/cm<sup>2</sup>**MUESTRA:M4-C2(25X40) cm<sup>2</sup>

<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Columna C2(25x40) cm <sup>2</sup>									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	29	27	24	28	27	27	26	25	26	28
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>									

MUESTRA:M5-VP (25X40)

<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Viga principal VP (25X40)									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	30	33	32	31	32	32	33	30	30	31
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	<b>250 kg/cm<sup>2</sup></b>									

MUESTRA:M6-VP (25X40)

<b>Estructura ensayada:</b>	Edificación									
<b>Área de ensayo:</b>	16cm x 16 cm									
<b>Ángulo de impacto:</b>	$\alpha=0^\circ$									
<b>Elemento estructural:</b>	Viga principal VP (25X40)									
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Valor de rebote</b>	27	28	29	30	28	28	27	29	29	27
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>									

3.3.12.2.2 *Unidades de albañilería***Tabla 21** *Resultados de calidad de unidades de albañilería*

<b>PISO</b>	<b>TIPO</b>	<b>LIMITACIONES</b>
PISO N° 01	Sólido Artesanal	Se podrá emplear en muros portantes hasta dos niveles en zona sísmica 2 y 3.
PISO N° 02	Tubular (Pandereta)	No deberá emplearse para muros portantes en zona sísmica 2 y 3.

3.3.12.2.3 *Estudio de mecánica de suelos*

Los resultados que se presentan fueron sacados a través de ensayos de mecánica de suelos, realización de estudio topográfico, los cuales plantea el dicho método aplicado.

**Tabla 22** Resultados de verificación de análisis de suelos y topografía

ANÁLISIS DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA		
	TIPO DE SUELO	CL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	C.H.(%)	24.62
	IP(%)	15
	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	0.54

#### 3.3.12.2.4 Estado de conservación

Al hacer la evaluación del estado de conservación de la estructura se aplicó las fichas de inspección en donde se observó la presencia de fisuras y grietas en la tabiquería, también se encontró que la estructura no ha sido culminada en los ambientes del segundo nivel por lo que los elementos estructurales y no estructurales presentan daños pequeños debido que no cuenta con acabados que lo protejan y con esto se obtuvo el estado actual de la estructura.

**Tabla 23** Resultados de tipo de fisuras y grietas

PARÁMETROS	CLASIFICACIÓN (ACI 224.R1)	DESCRIPCIÓN
Estado de columnas y vigas	Micro fisuras: $e=0,005$	En general carecen de importancia.
Estado de muros de albañilería	Grietas: $0.4 < \text{ancho} < 1.0$ mm	Existe reducción en la capacidad sismorresistente. Debe desocuparse el edificio, proceder a una rehabilitación temporal.
Estado en losa aligerada	Micro fisuras: $e=0,005$	En general carecen de importancia

#### 3.3.12.3 Aspectos geométricos

##### 3.3.12.3.1 Configuración en planta

Este parámetro se evaluó teniendo en cuenta los factores de irregularidad en planta de acuerdo a la NTE E.030 de sismorresistente del 2018 el cual se presenta según el siguiente análisis hecho a la estructura de la edificación.

#### - Resultados irregularidad en planta:

Figura 19 Plano en planta de la configuración de esquinas entrantes

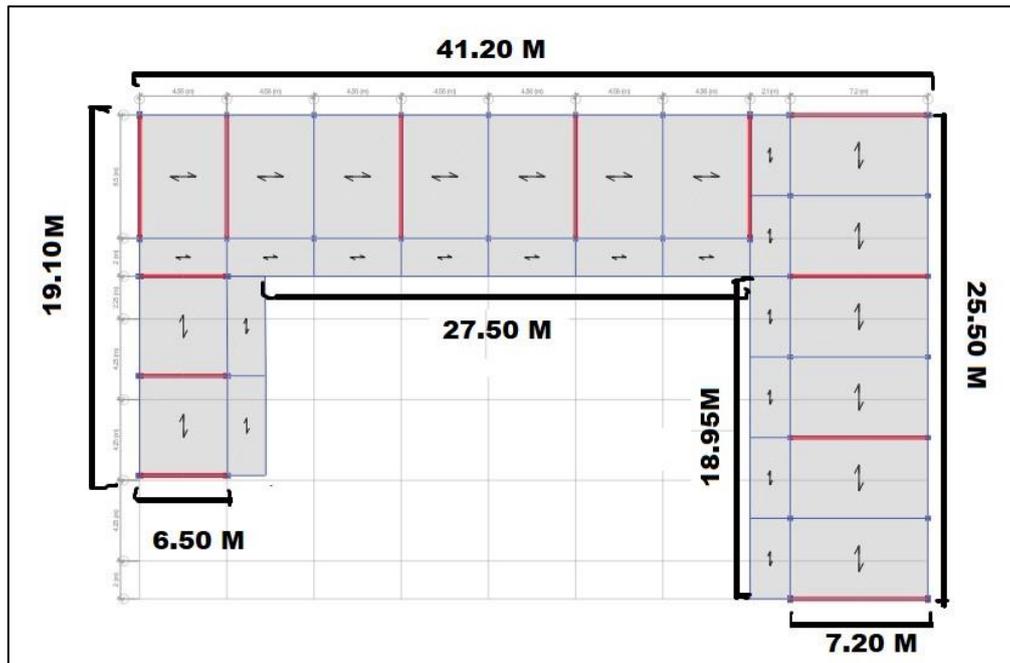


Tabla 24 Resultados de verificación de la irregularidad de esquinas entrantes

D	L	E	E/L	P	$I_p > 20\% E/L$
DX	41.2	27.5	66.75%	20%	<b>NO CUMPLE</b>
DY	25.5	6.4	25.60%	20%	<b>NO CUMPLE</b>

- Resultados torsionales:

Tabla 25 Resultados de Máximos desplazamientos relativo > al 50% de límite de desplazamiento permisible

PISO	SISMO	DIRECCIÓN	MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO	LIMITE DE DESPLAZAMIENTO PERMISIBLE	50% DEL LIMITE DE DESPLAZAMIENTO PERMISIBLE	PROCEDE SI
						MÁXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTRE PISO > 50% DEL LIMITE DE DESPLAZAMIENTO PERMISIBLE
PISO 2	SDIN X	X	0.00679	0.005	0.00250	Procede
PISO 2	SDIN X	Y	0.00531	0.005	0.00250	Procede
PISO 2	SDIN Y	X	0.00213	0.005	0.00250	No procede
PISO 2	SDIN Y	Y	0.01080	0.005	0.00250	Procede
PISO 1	SDIN X	X	0.00112	0.005	0.00250	No procede
PISO 1	SDIN X	Y	0.00114	0.005	0.00250	No procede
PISO 1	SDIN Y	X	0.00097	0.005	0.00250	No procede
PISO 1	SDIN Y	Y	0.00217	0.005	0.00250	No procede

**Tabla 26** Resultados de verificación de presencia de irregularidad a la torsión

<b>PISO</b>	<b>SISMO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>RATIO</b>		<b>es irregular si R&gt;1.3</b>
PISO 1	SDIN X	0.0011	0.000932	1.201	1.3	NO TORSION
PISO 1	SDIN X	0.0011	0.000835	1.365	1.3	<b>TORSIÓN</b>
PISO 1	SDIN Y	0.0010	0.000653	1.486	1.3	<b>TORSIÓN</b>
PISO 1	SDIN Y	0.0022	0.001542	1.406	1.3	<b>TORSIÓN</b>

## 4 CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

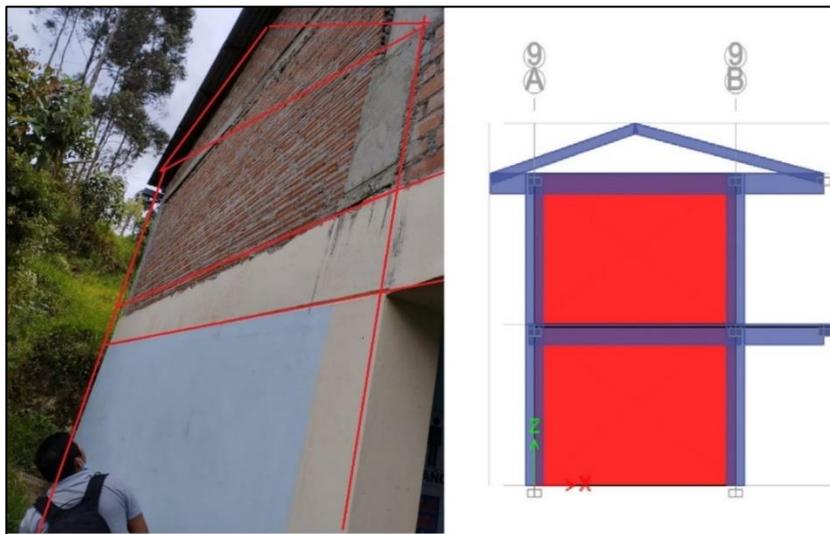
### 4.1 ASPECTOS ESTRUCTURALES

La edificación tiene dos sistemas uno de ellos es el de albañilería confinada y el otro de pórticos de concreto armado, por lo cual sus elementos resistentes son los muros de albañilería y columnas; de acuerdo a esto se realizó una inspección y se verifico en el programa tal como se muestra a continuación:

#### 4.1.1 Muro de albañilería confinada

De acuerdo a los resultados del análisis sísmico y estructural realizado en el programa computacional ETBS V21 se tiene que los muros de albañilería confinada no cumplen con la normativa de la NTE E.070 de albañilería (MVCS, 2004) que de acuerdo a su artículo 26.4. verificación de la resistencia al corte del edificio donde te menciona que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo es decir  $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ . y según la tabla 11 y 12 no cumple con dichas exigencias de diseño estructural.

*Figura 20 Muro de albañilería confinada y su modelamiento en Etabs v21*



#### 4.1.2 Las columnas:

De acuerdo a los resultados de las tabla 13 y tabla 14 obtenidos del programa ETABS V21 de los cuales tenemos dos tipos de columnas; C-1(30X40) cm<sup>2</sup> y C-2(25X40) cm<sup>2</sup> que conforman el sistema de pórticos de concreto, estos al ser afectados por los requisitos de resistencia y de servicio según la NTE E.060 de concreto armado del (MVCS, 2009) estos fallan al momento de suscitarse un sismo severo con un coeficiente básico de  $R=8$  donde se puede observar que la columnas C-1 falla para los COMBOS 3, 4, 5, 7, 8, 9 y en la columnas C-2 falla para el COMBO 9; además se tiene que ambas columnas no cumplen con la cuantía mínima necesaria para su correcto funcionamiento por lo que su diseño estructural de su elemento estructural podría fallar en un evento sísmico.

*Figura 21 Sección de columna C-1 (30x40)cm<sup>2</sup> y C-2 (25x40)cm<sup>2</sup>*



- **Columna Corta:**

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 16 se tiene columna corta debido a que la edificación no cuenta con juntas de dilatación que separen los elementos estructurales de la tabiquería y así permitir que los pórticos de concreto armado se desplacen de manera horizontal sin causarse daños, sin embargo al tener un confinamiento de los alfeizar con los pórticos de

concreto estos tienen una fuerza sísmica amplificada en esta columna corta tal como la tabla 37 muestra en la relación de K en donde en el alfeizar de 1.75 m se tiene una fuerza sísmica amplificada de 8.86, en el alfeizar de 2.30 m se tiene una fuerza sísmica amplificada de 3.95, en el alfeizar de 1.75 m se tiene una fuerza sísmica amplificada de 7.28 y en el alfeizar de 2.10 m se tiene una fuerza sísmica amplificada de 4.21.

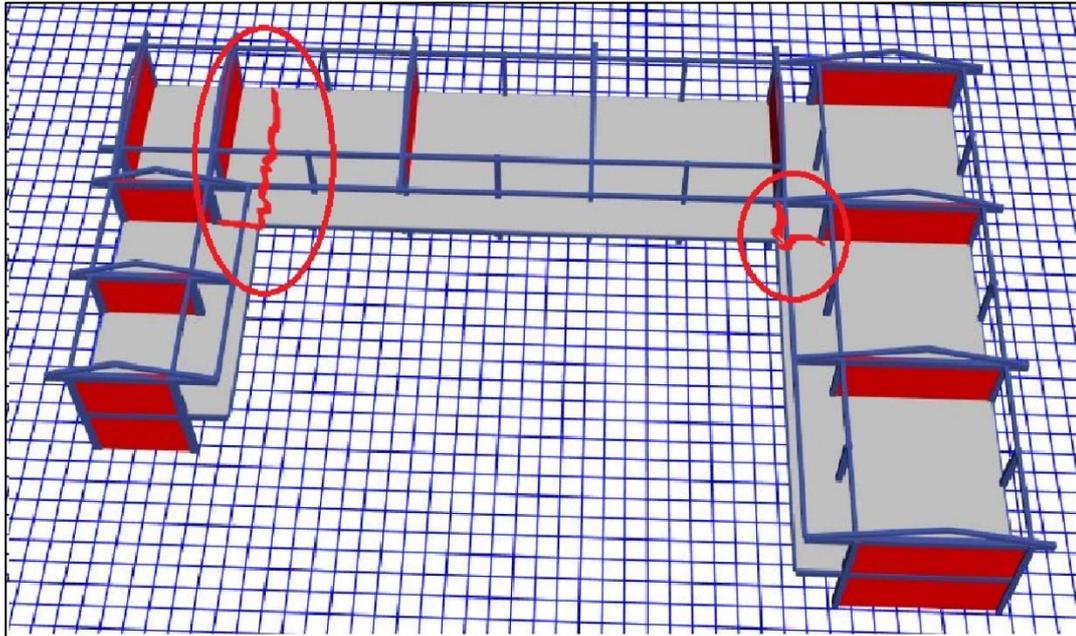
*Figura 22 Falla de columna corta en C-2(25x40) cm<sup>2</sup>*



#### **4.1.3 Análisis de diseño sismorresistente:**

De acuerdo a los resultados de la tabla 18 procesados en el programa ETABS V21, tenemos que su resistencia convencional de la edificación da distorsiones en el segundo nivel que sobrepasan los límites permitidos para una estructura de albañilería confinada con 0.005 de desplazamiento permitido por lo que en un sismo severo la edificación al ser irregular presentaría grietas en la unión de sus bloques por lo que causaría graves daños a la estructura.

*Figura 23 Posibles agrietamiento o fisuras en las conexiones de los bloques A, B, C*



## **4.2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

### **4.2.1 Concreto y unidades de albañilería**

De acuerdo a los resultados de la tabla 20 de resistencia del concreto realizado con el esclerómetro se puede observar que se tiene una resistencia del concreto endurecido que sobrepasa  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en sus elementos estructurales por lo que se asume que la calidad de concreto es buena y cumple con la normativa E.060 (2009) de concreto armado cuya resistencia mínima para un concreto en elementos estructurales debe ser de 17MPa (175 kg/m<sup>2</sup>);

*Figura 24 Realización de ensayo de esclerómetro en vigas y columnas*



#### **4.2.2 Unidades de albañilería**

sin embargo, para el otro sistema resistente los resultados de unidades de albañilería de la tabla 21 demuestra que en el segundo nivel se ha utilizado un ladrillo Hueco que según la normativa E.070 (2004) de albañilería no cumple para muro portante ya que este tipo de ladrillo Hueco (como es la pandereta) no es el adecuado para la zona sísmica A2 y no se admite.

*Figura 25 Unidad de albañilería utilizado ladrillo hueco (Pandereta)*



### 4.2.3 Estudio de mecánica de suelos

De acuerdo a la tabla 22 de los resultados obtenidos de un estudio de mecánica de suelos es que la edificación esta cimentada sobre un suelo CL (Arcilla de baja plasticidad), con una resistencia de 0.54 kg/cm<sup>2</sup> lo que quiere decir que este tipo de suelo hace que el diseño de la cimentación sea más costoso como una platea de cimentación o zapatas corridas, y viendo que la super estructura presenta un mal diseño estructural se tiene que las zapatas de estos mismos son defectuosos y por lo tanto no cumpliría dicho diseño, presentándose a la larga asentamientos y por ende fisuras en los muros de albañilería confinada.

*Figura 26 Realización de calicata, ensayo de suelos y topografía*



### 4.2.4 Estado de conservación

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 23 el estado de conservación de esta estructura presenta una clasificación de tipo de fisuras y grietas en columnas y vigas de Micro

fisuras:  $e=0,005$  que en general carecen de importancia, en muros de albañilería presenta grietas de  $0.4 < \text{ancho} < 1.0$  mm por lo que existe reducción en la capacidad sismorresistente producto al asentamiento en el suelo que ha tenido su cimentación y el mal proceso constructivo lo que se procede a una rehabilitación temporal y en la losa aligerada presenta microfisuras de  $e=0,005$  que por lo general carecen de importancia.

*Figura 27 Estado actual de la estructura*



### 4.3 ASPECTOS GEOMÉTRICOS

#### 4.3.1 Configuración en planta

De acuerdo con los resultados obtenidos en las tablas 24, 25 y 26, la configuración en planta de la estructura, presenta irregularidad por esquinas entrantes y torsión, conforme a los criterios establecidos en la NTE E.030 (2018) Diseño Sismorresistente.

En cuanto a la irregularidad por esquinas entrantes, se verifica que, tanto en el eje X como en el eje Y, la longitud de la discontinuidad excede el 20% de la dimensión total, cumpliendo así con el criterio de clasificación de esta irregularidad.

Respecto a la irregularidad por torsión, su evaluación considera dos parámetros:

1. Relación entre el desplazamiento relativo máximo y el límite permisible: Según la Tabla 25, los valores obtenidos superan el 50% del límite de desplazamiento relativo máximo permitido, cumpliendo así con la primera condición.

2. Relación entre el desplazamiento máximo y el desplazamiento relativo entre pisos ( $\Delta_{\text{máx}}$ ), de acuerdo con la Tabla 26, los resultados obtenidos en los ejes X y Y exceden el factor 1.3, lo que confirma la presencia de irregularidad por torsión.

Por lo tanto, la estructura presenta una configuración geométrica con irregularidades en planta debido a la presencia de esquinas entrantes y torsión, conforme a los criterios de la NTE E.030 (2018).

## 5 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES:

En función del análisis realizado sobre los aspectos estructurales, constructivos y geométricos de la edificación de la I.E. Ciro Alegría N° 16051 del Centro Poblado La Palma Central, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, se presentan las siguientes conclusiones:

#### 1. **Cumplimiento Normativo:**

La edificación evaluada no cumple con los requisitos mínimos establecidos en la Norma Técnica de Edificaciones E.030 (2018) de diseño sismorresistente, E.050 (2018) de suelos y cimentaciones, E.060 (2009) de concreto armado y E.070 (2004) de albañilería, lo que compromete su seguridad estructural y su funcionalidad en condiciones de carga sísmica y estática.

#### 2. **Aspectos Estructurales:**

- El análisis de los elementos estructurales y el modelamiento sísmico estático y dinámico indican que las columnas y los muros de albañilería confinada no presentan la resistencia adecuada para soportar una cortante sísmica severa, debido al uso inadecuado de ladrillo tubular (pandereta) en muros estructurales del segundo nivel.
- Las columnas presentan deficiencias en su diseño estructural, ya que no cumplen con el diagrama de interacciones ni con las cuantías mínimas de acero, además de presentar la falla de columna corta debido a la ausencia de juntas sísmicas que separen el sistema resistente (columnas y muros) de la tabiquería (alféizares y parapetos).
- El modelamiento sísmico revela que la edificación del segundo nivel excede los desplazamientos permitidos para una estructura de albañilería confinada, con valores de 0.0067 en el eje X y 0.0107 en el eje Y, superando el límite de 0.005 establecido por la normativa.

### 3. Aspectos Constructivos:

- La evaluación de la calidad del concreto mediante ensayos de esclerometría determinó que su resistencia promedio es de 220 kg/cm<sup>2</sup>, superando el valor mínimo de 175 kg/cm<sup>2</sup> establecido en la NTE E.060 (2009). Sin embargo, este cumplimiento no garantiza la estabilidad estructural de la edificación debido a otras deficiencias identificadas.
- En relación con las unidades de albañilería, se determinó que el uso de ladrillo tubular (pandereta) en el segundo nivel no cumple con los requisitos de la NTE E.070 (2004), ya que este material no es adecuado para muros portantes en una zona sísmica A2.
- Según el estudio de mecánica de suelos, la edificación se encuentra cimentada sobre un suelo de tipo CL (arcilla de baja plasticidad) con una capacidad portante de 0.54 kg/cm<sup>2</sup>, lo que ha generado asentamientos diferenciales en la cimentación y una reducción en la capacidad sismorresistente de la estructura.
- Se identificaron grietas en los muros de albañilería con anchos entre 0.4 mm y 1.0 mm, lo que evidencia deterioro estructural y una menor capacidad de respuesta ante eventos sísmicos.

### 4. Aspectos Geométricos:

- Se identificó la presencia de irregularidad por esquinas entrantes que superan el 20% de la longitud mayor permitida, lo que compromete la estabilidad estructural de la edificación.
- Se determinó la existencia de irregularidad por torsión, dado que el desplazamiento relativo máximo de entrepiso ( $\Delta_{\text{máx}}$ ) es superior en 1.3 veces al desplazamiento de masa del mismo entrepiso ( $\Delta_{\text{CM}}$ ), lo que genera efectos de torsión significativos en la estructura.
- En cuanto a la irregularidad de masa y la continuidad de los sistemas resistentes, se constató que la edificación cuenta con una configuración estructural aceptable en estos aspectos.

## **5.2 RECOMENDACIONES:**

1. Reforzamiento estructural:
  - Mejorar la resistencia de los elementos estructurales mediante técnicas de reforzamiento adecuadas.
  - Optimizar la conexión entre los distintos elementos estructurales para mejorar la estabilidad sísmica.
2. Mejoras en cimentación y suelos:
  - Implementar soluciones que mitiguen los efectos de los asentamientos diferenciales y mejoren la capacidad portante del suelo.
3. Corrección de irregularidades geométricas:
  - Evaluar y optimizar la configuración geométrica de la edificación para reducir vulnerabilidades estructurales.
4. Reforzamiento y conservación:
  - Establecer un programa de reforzamiento preventivo para preservar la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura.
  - Monitorear periódicamente las condiciones estructurales para detectar posibles deterioros y tomar medidas correctivas oportunas.
5. Gestión y planificación:
  - Coordinar con las autoridades pertinentes para la implementación de mejoras estructurales y garantizar el cumplimiento de normativas de seguridad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MVCS. (2004). Norma Técnica E.070 albañilería. *albañilería*. Ministerio Vivienda, Construcciones y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2009). Norma Técnica E.060 de Concreto Armado. *SENCICO*. Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente. *SENCICO*. Ministerio de Vivienda, Construcción y, Lima, Perú.
- Almirón Torres, E., & Yndigoyen Sucasaire, D. (2019). *Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el centro de salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Álzate Buitrago, A. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del Grupo III en el Municipio de Dosquebradas, Risaralda*. Colombia. Obtenido de [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1294/PATOLOGIAS\\_DEL\\_CONCRETO\\_HUARANCCA\\_BAUTISTA\\_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1294/PATOLOGIAS_DEL_CONCRETO_HUARANCCA_BAUTISTA_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona , Bcelona : Links International.
- Dominguez Caicedo, M. (2013). *Configuración y Arquitectura*. Universidad del Valle. Cali. Colombia, Cali, Colombia.
- Dueñas Solórzano, F. (2020). *Evaluación estructural de acuerdo con las Normas NEC y FEMA de la estación de bomberos del Cantón Jama provincia de Manabí, Ecuador*. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- Educación, G. R. (2019). Plan Operativo Institucional POI-2019. *Área de planificación*. Gobierno Regional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca, Perú .
- Estrada Salgado, E., & Delgado de la Torre, D. (2023). Evaluación y seguridad nivel 1, de planteles educativos de la region Acapulco. *Foro de estudios sobre Guerrero, Vol. 7*.
- Gil Acuña, J. (2022). *Evaluación estructural del módulo 01 de la I.E. secundaria " Andrés Avelino Cáceres del C.P Morán Lirio, Hualgayoc-Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Hualgayoc, Perú.
- Guerrero Zavaleta, N. A. (2021). Evaluación estructural del bloque "B1" de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén,2019. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Helene, P., & Pereira, F. (2005). *Manual de Rehabilitación de estructuras de Hormigón reparacion, refuerzo y Protección* (Vol. Vol. 1). Sao Paulo, Brasil: Rehabilitar cyted.
- Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). *Reducción del riesgo sismico de viviendas en Perú*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.

- Majia Orozco, W., Orozco Ospino, J., & Rojas Montero, A. (2020). Diagnóstico de estructuras de hormigón utilizando ultrasonido. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzadas, Volumen 1*(35-2020), 6.
- MINEDU. (2018). *Plan Nacional de Infraestructura Educativa*. Ministerio de Educación.
- Morales Morales, R. (2012). *Diseño de concreto armado*. Lima, Lima, Perú: HOZLO SAC.
- MVCS. (2004). Norma Técnica E.070 albañilería. *albañilería*. Ministerio Vivienda, Construcciones y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2009). Norma Técnica E.060 de Concreto Armado. *SENCICO*. Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente. *SENCICO*. Ministerio de Vivienda, Construcción y, Lima, Perú.
- Oviedo Sarmiento , R. (2016). *Diseño Sismoresistente de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima , Perú.
- Pérez Ayca , S. (2022). *Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "I" de la Institución Educativa San José y Alegría N°40, Tacna 2022*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Razo Carrasco, D. G., & García Domínguez, O. (2019). *Evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud*. Universidad Nacional Autonoma de México, México.
- Reyes Estrada, N. (2023). *EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO, PARIHUANCA*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.
- Rodas Andrade, H. (2014). *Estructuras I Apuntes de Clase* (Vol. VOL I). Cuenca: ISBN 978-9978-14-244-8.
- Salluca Vásquez , E. (2018). *Evaluación de los procesos constructivos de edificaciones y determinación de las causas de las fallas y fisuramiento de sus elementos estructurales en la provincia de San Román 2016-2017*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.
- Santos Quispe, D. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en los edificios escolares construidos bajo el plan serena, 1946-1952*. Universidad de Chile, Chile.
- Seiner Lizárraga, L. (2017). *Catálogo histórico- sísmico del Perú. Siglos XV-XVII*. Lima, Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Vásquez Rojas , L. (2023). *Evaluación estructural sismorresistente aplicando la norma técnica E.030 en el bloque 4B de la Institución Educativa Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga-2023*. Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén.

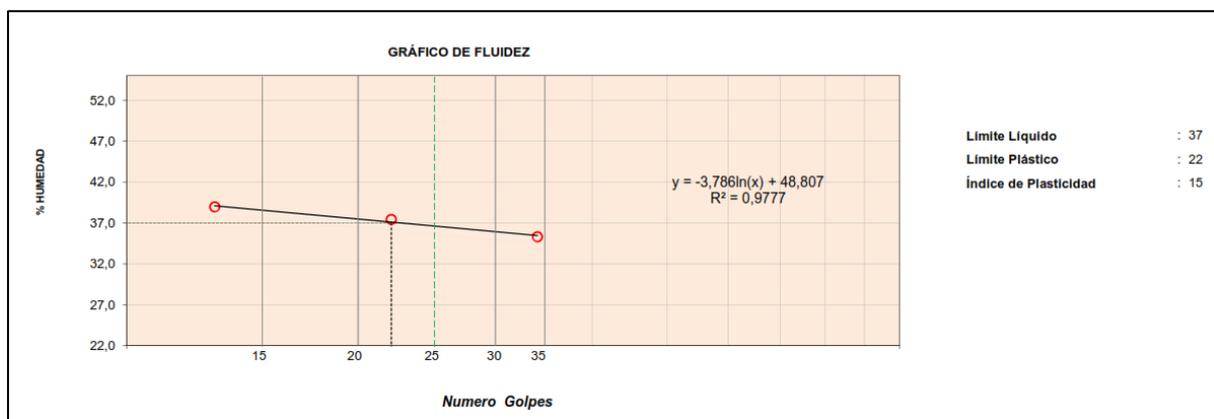
Vélez Soledispa, B. (2024). *Evaluación estructural de la edificación Clínica Chile ubicado en la Calle Bolívar entre Guayas y Febres del cantón Jipijapa*. Universidad estatal del sur de Manabí , Jipijapa, Ecuador.



**Tabla 29** Resultados de índice de plasticidad, límites líquidos y plásticos

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	18	555	100	J	Z
Masa de Recipiente	39,33	38,10	40,64	8,85	8,68
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	60,02	59,95	61,23	15,14	15,11
Masa Recipiente + Suelo Seco	54,22	54,00	55,86	14,00	13,94
Nº De Golpes	13	22	34	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple	¡Cumple	¡Cumple	¡Cumple	¡Cumple
Contenido de Humedad	39,0	37,4	35,3	22,1	22,2

**Figura 29** Grafico de fluidez



**Tabla 30** Resultados de contenido de humedad

Descripcion	Und.	Ensayos			Promedio
Tara	Nº	12	13	15	
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	825,36	824,16	825,48	
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	687,12	686,65	686,35	
Peso de Agua (A-B)	gr.	138,24	137,51	139,13	
Peso de Tara ©	gr.	125,36	124,16	125,48	
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	561,76	562,49	560,87	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	24,6	24,4	24,8	<b>24,62</b>

**Tabla 31** Resultados de densidad húmeda

DENSIDAD NATURAL HUMEDAD (A.S.T.M. D 2937)	
ENSAYO:	1
PESO MUESTREADOR + M. HUMEDA INICIAL (gr)	133,65
PESO MUESTREADOR (gr)	42,58
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	91,07
VOLUMEN MUESTREADOR (cm3)	60,09
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,52
<b>Y húmeda (gr/cm3)</b>	<b>1,52</b>

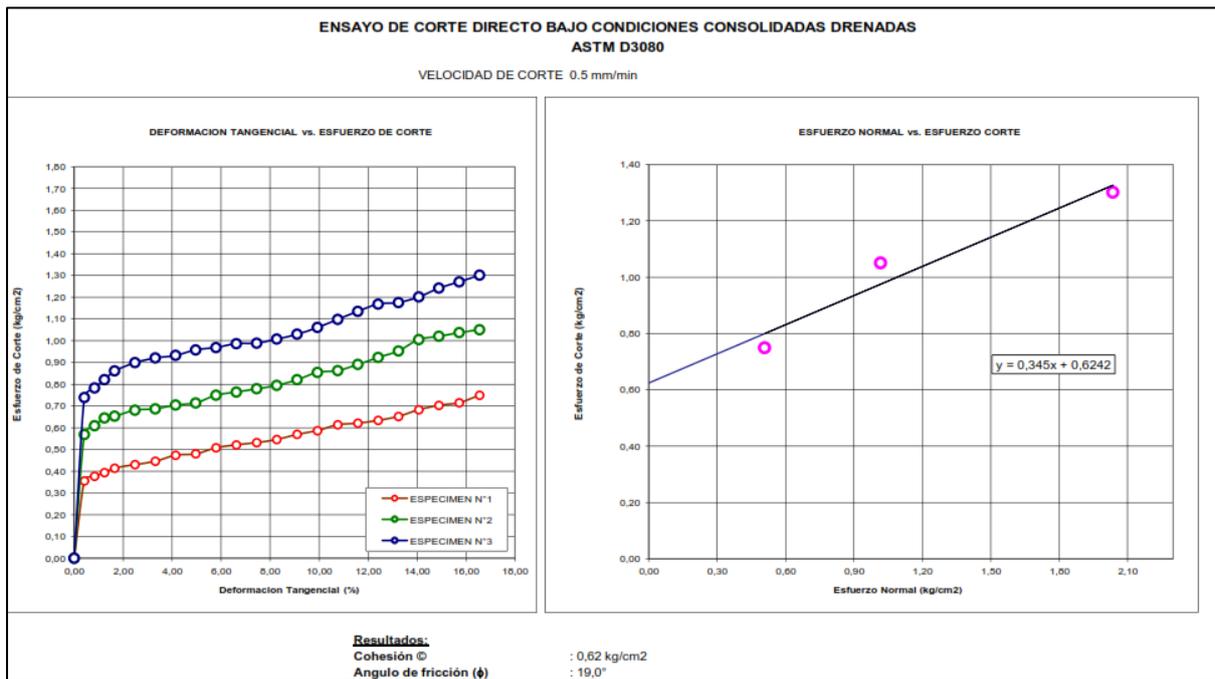
**Tabla 32 Resultados de densidad seca**

DENSIDAD SECA (A.S.T.M. D 2937)	
ENSAYO:	1
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,52
DENSIDAD AGUA (gr/cm3)	1,00
HUMEDAD NATURAL %	25,09
DENDIAD SECA (gr/cm3)	1,21
<b>Y Seca (gr/cm3)</b>	<b>1,21</b>

**Tabla 33 Resultados de velocidad de cortante**

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE ESPECIMEN 2			0.5 mm/min	ESPECIMEN 3	
<i>Altura Inicial:</i>	21,7	mm	<i>Altura Inicial:</i>	21,7	mm	<i>Altura Inicial:</i>	21,7	mm
Lado de caja :	60,4	mm	Lado de caja :	60,4	mm	Lado de caja :	60,4	mm
<i>Area Inicial:</i>	28,8	cm2	<i>Area Inicial:</i>	28,8	cm2	<i>Area Inicial:</i>	28,8	cm2
<i>Densidad Seca:</i>	1,824	gr/cm3	<i>Densidad Seca:</i>	1,824	gr/cm3	<i>Densidad Seca:</i>	1,858	gr/cm3
<i>Humedad Inic.:</i>	11,1	%	<i>Humedad Inic.:</i>	11,1	%	<i>Humedad Inic.:</i>	8,1	%
<i>Esf. Normal :</i>	0,51	kg/cm2	<i>Esf. Normal :</i>	1,02	kg/cm2	<i>Esf. Normal :</i>	2,04	kg/cm2
<i>Esf. Corte:</i>	0,75	kg/cm2	<i>Esf. Corte:</i>	1,05	kg/cm2	<i>Esf. Corte:</i>	1,30	kg/cm2
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s )	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s )	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,41	0,36	0,88	0,41	0,57	0,71	0,41	0,74	0,46
0,83	0,38	0,93	0,83	0,61	0,75	0,83	0,78	0,48
1,24	0,39	0,97	1,24	0,64	0,79	1,24	0,82	0,50
1,66	0,41	1,02	1,66	0,65	0,80	1,66	0,86	0,53
2,48	0,43	1,05	2,48	0,68	0,83	2,48	0,90	0,55
3,31	0,45	1,08	3,31	0,69	0,83	3,31	0,92	0,55
4,14	0,47	1,13	4,14	0,70	0,84	4,14	0,93	0,56
4,97	0,48	1,14	4,97	0,71	0,85	4,97	0,96	0,57
5,79	0,51	1,19	5,79	0,75	0,88	5,79	0,97	0,57
6,62	0,52	1,21	6,62	0,76	0,89	6,62	0,99	0,57
7,45	0,53	1,23	7,45	0,78	0,90	7,45	0,99	0,57
8,28	0,55	1,25	8,28	0,79	0,91	8,28	1,01	0,58
9,11	0,57	1,29	9,11	0,82	0,93	9,11	1,03	0,58
9,93	0,59	1,32	9,93	0,85	0,96	9,93	1,06	0,59
10,76	0,61	1,37	10,76	0,86	0,96	10,76	1,10	0,61
11,59	0,62	1,37	11,59	0,89	0,98	11,59	1,14	0,63
12,42	0,63	1,38	12,42	0,92	1,01	12,42	1,17	0,64
13,25	0,65	1,41	13,25	0,95	1,03	13,25	1,18	0,64
14,07	0,68	1,46	14,07	1,01	1,08	14,07	1,20	0,64
14,90	0,70	1,49	14,90	1,02	1,08	14,90	1,24	0,66
15,73	0,72	1,50	15,73	1,04	1,09	15,73	1,27	0,67
16,56	0,75	1,56	16,56	1,05	1,09	16,56	1,30	0,68

**Figura 30** Ensayo de corte directo bajo condiciones consolidadas drenadas



**Tabla 34** Resultados ensayo químico

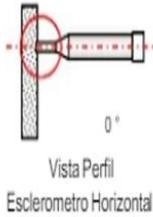
CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD	0.30-3.00
PH	7.25
Cl-1 p.p.m	52.54
SALES SOLUBLES	122.65
SALES SOLUBLES TOTALES	30.54

**Figura 31 Perfil estratigráfico del suelo**

CALICATA :		C - 1		PROFUNDIDAD (m) :	3.00	ESTRUCCTURA	EDIFICACIÓN		
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES			
	SIMBOLO A.S.T.M. D 422	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)		
0.50			CONFORMADO POR MATERIAL INADECUADO	S/M	-	-	-		
1.00			NIVEL FREATICO: 1.20 m.						
1.40									
1.50									
2.00	CL		ARCILLA INORGÁNICA (CL), DE MEDIANA PLASTICIDAD DE COLOR NARANJA CLARO CON TONALIDADES GRIS SE ENCUENTRA HUMEDA Y BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS	M - 1	24.62	37	15		
2.50									
3.00									
3.50									
4.00									

ANEXO II. Ensayos no destructivos, esclerometría

Ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido NTC-3692 - 2018-09-12

DATOS DEL CONCRETO		Esquema de localización		PERFIL							
<b>Edad del concreto:</b>	25 años			 <p>Vista Perfil Esclerometro Horizontal</p>							
<b>Tipo de concreto:</b>	Desconocido										
<b>Aditivos usados:</b>	Desconocido										
<b>Humedad interna:</b>	Seco										
<b>Curado del concreto:</b>	Desconocido										
<b>Encofrado usado:</b>	Madera										
<p>MUESTRA: M1-C1 (30x40) cm<sup>2</sup></p> <p><b>Estructura ensayada:</b> Edificación</p> <p><b>Área de ensayo:</b> 16cm x 16 cm</p> <p><b>Ángulo de impacto:</b> <math>\alpha=0^\circ</math></p> <p><b>Elemento estructural:</b> Columna C1(30x40) cm<sup>2</sup></p>											
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
<b>Valor de rebote</b>	25	27	24	26	26	27	27	24	23	27	
									<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>198 kg/cm<sup>2</sup></b>
<p>MUESTRA: M2-C1(30X40) cm<sup>2</sup></p> <p><b>Estructura ensayada:</b> Edificación</p> <p><b>Área de ensayo:</b> 16cm x 16 cm</p> <p><b>Ángulo de impacto:</b> <math>\alpha=0^\circ</math></p> <p><b>Elemento estructural:</b> Columna C1(30x40) cm<sup>2</sup></p>											
<b>Número de golpes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
<b>Valor de rebote</b>	27	28	26	28	28	29	27	27	29	31	
									<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>

---

MUESTRA:M3-C2(25X40) cm2

Estructura ensayada:

Edificación

Área de ensayo:

16cm x 16 cm

Ángulo de impacto:

$\alpha=0^\circ$

Elemento

estructural:

Columna C2(25x40) cm2

Número de golpes	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Valor de rebote	24	28	29	27	25	27	29	31	30	27

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

**220 kg/cm<sup>2</sup>**

MUESTRA:M4-C2(25X40) cm2

Estructura ensayada:

Edificación

Área de ensayo:

16cm x 16 cm

Ángulo de impacto:

$\alpha=0^\circ$

Elemento

estructural:

Columna C2(25x40) cm2

Número de golpes	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Valor de rebote	29	27	24	28	27	27	26	25	26	28

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

**210 kg/cm<sup>2</sup>**

MUESTRA:M5-VP (25X40)

Estructura ensayada:

Edificación

Área de ensayo:

16cm x 16 cm

Ángulo de impacto:

$\alpha=0^\circ$

Elemento

estructural:

Viga principal VP (25X40)

Número de golpes	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Valor de rebote	30	33	32	31	32	32	33	30	30	31

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

**250 kg/cm<sup>2</sup>**

MUESTRA:M6-VP (25X40)

Estructura ensayada:

Edificación

Área de ensayo:

16cm x 16 cm

Ángulo de impacto:

$\alpha=0^\circ$

Elemento

estructural:

Viga principal VP (25X40)

Número de golpes	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Valor de rebote	27	28	29	30	28	28	27	29	29	27

---

---

	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	Se presentan los resultados promedio de los ensayos	
	<b>f'c Vigas</b>	<b>f'c Columnas</b>
	<b>235 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>212 kg/cm<sup>2</sup></b>
		<b>Promedio</b>
		<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>

---

Los datos obtenidos en las pruebas no destructivas, se ha empleado en el modelo matemático desarrollado en el ETABS V.20