

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



TESIS:

**“DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°
16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE
SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

ASESOR:

MAG. ING. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

CAJAMARCA – PERU

2023



Universidad
Nacional de
Cajamarca
"Núcleo de la Universidad Peruana"



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N° 16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor M. en I. Héctor Hugo Miranda Tejada con el software antiplagio Turnitin que identifica **19% (diecinueve por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:303336817**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 15 de enero del 2024

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAJ 20148268801 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 15/01/2024 10:57:12-0600

Cc.
Archivo
c01124da

COPYRIGHT © 2023 BY
DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A mis padres **FERMÍN ALVARADO BERMEO** y **EUFEMIA GUEVARA MONDRAGÓN** por todos los valores brindados en mi etapa de formación como persona y que estuvieron ahí para contribuir con todo lo necesario para mi formación académica y poder así cumplir con mis objetivos propuestos.

A mis hermanos, **LISBEN ALVARADO GUEVARA**, **JACOB ALVARADO GUEVARA** Y **DELICY ALVARADO GUEVARA** por ser las personas que siempre tuve a mi lado para poder confiar y pedir algo en la vida.

A mis amigos que son muy pocos pero que siempre estuvieron ahí para apoyarme cuanto más lo necesitaba y darme ese empujón para salir de cualquier adversidad de la vida.

A Dios por ser de él un creyente suyo y saber que siempre estará ahí para escucharme y nunca dejarme solo pese a las adversidades que la vida me presente.

A mi asesor de tesis **MAG. ING. HUGO MIRANDA TEJADA** por su orientación brindada, calidad humana, y profesionalismo que me ayudaron a realizar este trabajo de investigación.

Y a todos mis docentes que tuve a lo largo de mi formación académica desde inicial hasta superior que me ayudaron a formarme, tanto como profesional y como persona.

DEDICATORIA

A MIS PADRES, HERMANOS Y FAMILIARES

Quienes con un gran esfuerzo supieron solventar mis necesidades, mis valores y acompañarme en todo el proceso de mi formación como persona.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA SEDE JAÉN

Que fue la casa de estudios donde tuve mi formación académica, y donde pasé grandes momentos al lado de mis docentes y compañeros.

A MIS AMIGOS

Por ser personas que confié en todo momento y de los cuales siempre encontré ese apoyo y enseñanza que necesitaba.

A MIS DOCENTES

Quienes fueron los que me dieron mi formación académica a lo largo de toda mi vida enseñándome valores y principios para poder aportar a la sociedad.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I: INTRODUCCION	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	17
1.3. HIPÓTESIS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	17
1.5. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:	18
1.6. LIMITACIONES:	18
1.7. OBJETIVOS:	19
1.7.1. Objetivo Principal:	19
1.7.2. Objetivos Específicos:	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS:	20
2.1.1. Antecedentes internacionales:.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales:	21
2.1.3. Antecedentes locales:.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS:.....	23
2.2.1. Efectos de los sismos	23
2.2.2. Origen de los sismos	24
2.2.3. Vulnerabilidad sísmica:	25
2.2.4. Vulnerabilidad Estructural:.....	25
2.2.5. Sistemas estructurales	26
2.2.5.1. Estructuras de concreto armado.....	26

2.2.5.2.	Estructuras de Albañilería	26
2.2.6.	Reglamento Nacional de Edificaciones	27
2.2.7.	Metodología del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini).....	27
2.2.7.1.	Organización del sistema resistente.....	28
2.2.7.2.	Calidad del sistema resistente.....	30
2.2.7.3.	Resistencia convencional.....	31
2.2.7.4.	Posición del edificio y cimentación.....	38
2.2.7.5.	Diafragmas horizontales	38
2.2.7.6.	Configuración en planta.....	38
2.2.7.7.	Configuración en elevación.....	39
2.2.7.8.	Separación máxima entre líneas resistentes.....	41
2.2.7.9.	Tipo de cubierta	41
2.2.7.10.	Elementos no estructurales	42
2.2.7.11.	Estado de conservación	43
2.2.8.	Definición Conceptual	45
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		47
3.1.	MATERIALES.....	47
3.1.1.	Ubicación Geográfica	47
3.1.2.	Época de investigación	48
3.1.3.	Población	48
3.1.4.	Muestra de estudio.....	48
3.1.5.	Unidad de análisis.....	48
3.2.	MÉTODOS.....	48
3.2.1.	Tipo de Investigación	48
3.2.2.	Nivel de investigación	48
3.2.3.	Diseño de investigación.....	49
3.2.4.	Método de investigación.....	49
3.2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.2.6.	Análisis e interpretación de resultados	49
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		66
4.1	TIPO DE ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE.....	66
4.2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	66

4.3	RESISTENCIA CONVENCIONAL.....	67
4.4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN.....	68
4.5	DIAFRAGMA HORIZONTAL (ENTRE PISO).....	68
4.6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA.....	69
4.7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN.....	69
4.8	SEPARACIÓN ENTRE LÍNEAS RESISTENTES.....	70
4.9	TIPO DE CUBIERTA.....	70
4.10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.....	70
4.11	ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	71
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		72
5.1	CONCLUSIONES:	72
5.2	RECOMENDACIONES:	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		74
ANEXOS:		76
7.1.	RESULTADOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	77
7.2	PLANOS DE LA EDIFICACIÓN	87
7.3.	FOTOGRAFÍAS DE LA EDIFICACIÓN	93
7.4.	MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN ETABS v20	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores de Zona “Z”	32
Tabla 2 Categoría de las edificaciones y factor “U”	32
Tabla 3 Factor de Suelo	34
Tabla 4 De Periodos TL y TP	34
Tabla 5 Sistemas Estructurales	35
Tabla 6 Límite de Desplazamiento entre Piso	36
Tabla 7 Valores de $C1$	42
Tabla 8 Valores del Coeficiente de Momentos “m” y Dimensión Crítica “a”	43
Tabla 9 Resultados de la tabla del método de Benedetti y Petrini.....	44
Tabla 10 Índice de vulnerabilidad de un edificio de hormigón armado	45
Tabla 11 Análisis de interacción de columna en C-1(30X30) cm ²	51
Tabla 12 Fuerzas internas de la columna C-2 (30x40) cm ²	52
Tabla 13 Calificación del parámetro de tipo de organización del sistema resistente	53
Tabla 14 Calificación del parámetro de Calidad del Sistema Resistente.....	55
Tabla 15 Resultado de participación de modos de masa ratios	56
Tabla 16 Resultados de Distorsiones reales.....	56
Tabla 17 Resultados de Cortante Basal en la base de la edificación	57
Tabla 18 Resultado de sistema estructural con sismo dinámico en el eje X-X	57
Tabla 19 Resultado de sistema estructural con sismo dinámico en el eje Y-Y	58
Tabla 20 Momento de inercia y módulo de sección de las columnas.....	58
Tabla 21 Calificación del parámetro Resistencia convencional	58
Tabla 22 Calificación del parámetro Posición del edificio y cimentación	59
Tabla 23 Calificación del parámetro Diafragma Horizontal (entre piso)	59
Tabla 24 Calificación del parámetro Configuración en Planta	60

Tabla 25 Rigidez de la Columna Total y de la Columna Corta	61
Tabla 26 Calificación del parámetro Configuración en Elevación	61
Tabla 27 Calificación del parámetro separación de líneas resistentes	62
Tabla 28 Calificación del parámetro Tipo de Cubierta.....	62
Tabla 29 Evaluación de tabiques	63
Tabla 30 Calificación del parámetro Elementos no estructurales.....	63
Tabla 31 Calificación del parámetro Estado de Conservación	63
Tabla 32 Resumen de las calificaciones de los 11 parámetros de Benedetti y Petrini	64
Tabla 33 Calificación de acuerdo al grado de vulnerabilidad encontrado	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso del origen de los sismos.....	24
Figura 2 Sección de columna y su diseño de acero	29
Figura 3 Esquema de columna típica.....	37
Figura 4 Esquema de alturas de la columna total y columna corta.....	40
Figura 5 Sección de columna C-1 30x30 cm ²	50
Figura 6 Grafica de interacciones de carga axial Pn y momento nominal Mn de la columna C-1(30X30) cm ²	51
Figura 7 Sección de columna C-2 (30x40) cm ²	52
Figura 8 Grafica de interacciones de carga axial Pn y momento nominal Mn de la columna C-2(30X40) cm ²	53
Figura 9 Configuración en planta del pabellón N°04 de la I.E. 16543 Leoncio Prado	60
Figura 10 Vista de la edificación de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado, donde se tiene una estructura de concreto armado	93
Figura 11 Vista de la edificación de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado, estructuras de adobe.	93
Figura 12 Parte externa del pabellón VI de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado.....	94
Figura 13 Medida de los alfeizares para verificar posible falla de columna corta	94
Figura 14 Agrietamiento en elementos no estructurales por falta de juntas de dilatación	95
Figura 15 Verificación de medida de elementos estructurales	95
Figura 16 No hay presencia de junta sísmica de bloque a bloque	96
Figura 17 No hay presencia de junta sísmica de bloque a bloque	96
Figura 18 Realización del ensayo de esclerómetro en la columna C-1 de (30x30) punto 1.....	97
Figura 19 Realización del ensayo de esclerometría en la viga peraltada de (30x40) punto 1	97
Figura 20 Realización del ensayo de esclerómetro en la columna C-2 de (30x40) punto 3.....	98
Figura 21 Levantamiento topográfico de toda la I.E. 16 543 Leoncio Prado.....	98

Figura 22 Levantamiento topográfico de toda la I.E. 16 543 Leoncio Prado.....	99
Figura 23 Realización de Calicata C-1 de 3 metros de profundidad	99
Figura 24 Calicata de 3 m de profundidad lista para sacar las muestras de los tres estratos.....	100
Figura 25 Calicata C-01 con descripción del punto y nombre de la tesis.....	100
Figura 26 Verificación de la medida de la calicata C-01 de 3 metros de profundidad.....	101
Figura 27 Calicata C-01 en conjunto del personal técnico de laboratorio de suelos con las muestras listas para llevar a laboratorio	101
Figura 28 Peso de muestra para ser llevado a los tamices realización del ensayo de granulometría	102
Figura 29 Realización del ensayo de plasticidad con el método de Casa grande.....	102
Figura 30 Modelamiento estructural en etabs v20.....	103
Figura 31 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=260$ kg/cm ² en columna I(30x30), para procesar en Etabs v20.	104
Figura 32 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=350$ kg/cm ² en columna II (30x40), para procesar en Etabs v20.	105
Figura 33 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=310$ kg/cm ² en Viga Principal (25X40), para procesar en Etabs v20.	106
Figura 34 Resistencia del acero según datos de aceros encontrados en campo como aceros siderperu.de una resistencia $F_y=4200$ Kg/cm ²	107
Figura 35 Resistencia de los muros de albañilería confinada según datos obtenidos de los ladrillos de Jaén $F'm=65$ kg/cm ²	107
Figura 36 Columna -1 de (30x30) cm ² , con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=260$ kg/cm ²	108
Figura 37 Columna -2 de (30x40) cm ² con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=350$ kg/cm ² :	108
Figura 38 Viga principal de (25x40) cm ² , con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=310$ kg/cm ²	109

Figura 39 Muro de albañilería confinada, para una resistencia de $f'_m=65\text{kg/cm}^2$	109
Figura 40 Losa aligerada, con una resistencia de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	110
Figura 41 Espectro de respuesta, con los resultados de suelos y parámetros sísmicos del lugar.	111
Figura 42 Tipo de cargas empleadas de acuerdo a la normativa sismorresistente E.030.	112
Figura 43 Combinación de cargas acuerdo a la normativa sismorresistente E.030.....	112
Figura 44 Verificación de desplazamientos laterales	113
Figura 45 Periodo fundamental de la estructura	113
Figura 46 Coeficiente basal para análisis estático	114
Figura 47 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje F-F del 1 al 7 en plano de perfil.	115
Figura 48 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje G-G del 1 al 7 en plano de perfil.	115
Figura 49 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje H-H del 1 al 7 en plano de perfil.	116
Figura 50 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 1-1 del F',F,G y H en plano de perfil.....	116
Figura 51 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 2-2 del F',F,G y H en plano de perfil.....	118
Figura 52 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 3-3 del F',F,G y H en plano de perfil.....	119
Figura 53 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 4-4 del F',F,G y H en plano de perfil.....	120
Figura 54 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 5-5 del F',F,G y H en plano de perfil.....	121
Figura 55 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 6-6 del F', F, G y H en plano de perfil.	122

Figura 56 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 7-7 del F', F, G y H en plano de perfil. 123

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es determinar cuál es la vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca, usando el método de Benedetti y Petrini que consta en 11 parámetros; siendo la muestra de estudio el pabellón 04, la investigación es de tipo aplicada, descriptiva y de corte transversal tal que para la obtención de estos 11 parámetros se realizó un levantamiento topográfico, estudio de mecánica suelos(EMS), ensayo de esclerómetro, el análisis sísmico dinámico del cual dio los siguientes resultados, que las columnas en un evento sísmico pueden sufrir de una falla a compresión ya que C-1(30X30) cm² y C-2 (30X40) cm² tienen un mal dimensionamiento de acuerdo a sus cargas que soporta además de no cumplir con las cuantías mínimas de acero necesarias para un comportamiento elástico lineal adecuado; también tenemos una posible falla de columna corta, en la configuración en planta se tiene esquinas entrantes y torsión, en los elementos no estructurales tenemos un muro estable y dos inestables teniendo un resultado de 50.62% de vulnerabilidad sísmica y estructural que de acuerdo al rango de calificación presenta una vulnerabilidad sísmica y estructural alta.

Palabras claves: Vulnerabilidad sísmica, vulnerabilidad estructural, peligro sísmico, y riesgo sísmico.

ABSTRACT

In the investigation, the seismic and structural vulnerability of the I.E. was determined. N° 16543 Leoncio Prado from the Tabaconas district in the province of San Ignacio, department of Cajamarca, using the Benedetti and Petrini method that consists of 11 parameters; The study sample being pavilion 04, the research is applied, descriptive and cross-sectional. To obtain these 11 parameters, a topographic survey, a soil mechanics study (EMS), a sclerometer test, and a static and linear dynamic seismic analysis were carried out, which yielded the following results: that the columns in a seismic event can suffer from a lacks understanding since C-1(30X30) cm² and C-2 (30X40) cm² are incorrectly sized according to the loads they support, in addition to not meeting the minimum amounts of steel necessary for adequate linear elastic behavior; We also have a possible short column failure, in the plan configuration there are incoming corners and torsion, in the non-structural elements we have one stable wall and two unstable ones, the results determined a 50.62% seismic and structural vulnerability, according to the qualification range, pavilion 04 presents a high seismic and structural vulnerability.

Keywords: Seismic vulnerability, structural vulnerability, seismic hazard, and seismic risk.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Conocer la vulnerabilidad sísmica y estructural de una edificación esencial como una Institución Educativa o un Centro de Salud es de vital importancia debido que son los lugares donde concurrirán las personas a atenderse o refugiarse luego de un evento sísmico, es por eso que una mala estructuración de la edificación generaría consecuencias desastrosas al momento de presentarse un sismo.

En el aspecto global tenemos gran cantidad de sismos ocurridos a lo largo de la historia en el mundo, estos han ocasionado múltiples catástrofes la mayoría de éstas debido que las edificaciones son hechas de manera informal sin los conocimientos estructurales y sísmicos de ingeniería para poder diseñar una edificación segura, por lo que las consecuencias se ven reflejadas en la ocurrencia de un sismo como lo sucedido recientemente en Turquía y Siria donde la mayoría de edificaciones fueron auto construcciones lo cual desencadenó en una de las tragedias más grandes del siglo XXI.

En el ámbito continental Sudamérica es un continente que presenta gran cantidad de sismos en todo el año es por eso que se dice que más del 80 % de los sismos se originan en esta zona también conocida como cinturón del fuego, teniendo una larga data de sismos con catástrofes con gran pérdida de vidas humanas y económicas que han provocado crisis en esta parte del mundo (Seiner, 2017).

En el Perú se tiene gran cantidad de edificaciones esenciales A1 o A2 que fueron construidas sin asesoramiento técnico además de esto se tiene que fueron elaboradas con una normativa antigua

en donde muchas de ellas no contaban con una norma sismorresistente que ayude a dar las pautas mínimas de construcción segura ante un evento sísmico y esto se ha visto en los sismos ocurridos.

En la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca, se han presentado en estas últimos décadas gran cantidad de sismos y el ultimo en presentarse fue el del 21 de julio del 2021 de una magnitud de 5.2 que dejo a 50 familias damnificadas 16 viviendas inhabitables y 4 Instituciones Educativas afectadas consigo grandes daños materiales en la población (**INDECI, 2021**).

La I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio del departamento de Cajamarca, es una edificación construida en el año 1998, con deficiencias en el proceso constructivo, mal estado de conservación, fisuras y agrietamientos en casi toda su estructura, además se suma a esto que la edificación no cumple con ciertos parámetros sísmicos de la nueva Norma Técnica Edificaciones E.030 de sismorresistente del **MVCS (2018)**.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS

La edificación de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabacones en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca presenta una vulnerabilidad sísmica y estructural alta.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

Es importante realizar esta investigación, para poder conocer el estado actual de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca, estas edificaciones presentan una infraestructura deteriorada por su antigüedad y problemas estructurales ya que fueron construidas sin contar con criterios sismo resistentes

1.4.1 Justificación a nivel teórico: porque se determinó el estado actual de vulnerabilidad sísmica y estructurar mediante el método de Benedetti y petrini.

1.4.2 justificación a nivel social: pues con esta investigación podemos advertir a la población de los riesgos que se puedan presentar a causa de algunas fallas estructurales.

1.4.3 justificación a nivel metodológico: se utilizó la recolección de datos y luego fueron procesado mediante software computacional y aplicado al método de Benedetti y petrini.

1.5. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

La investigación se llevó a cabo en el pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabacones en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca y que tuvo un periodo de duración de 8 meses que comprende desde el mes de enero del 2023 al mes de agosto del 2023 y se basa en la evaluación de los 11 parámetros que nos presenta el método de Benedetti y Petrini, para lo cual se realizara ensayos básicos de suelos, topografía del lugar, ensayo de esclerómetro e inspección de la Institución educativa.

1.6. LIMITACIONES:

Las limitaciones encontradas en el proceso del estudio de la presente investigación fueron las siguientes:

- No se contó con el expediente técnico.
- Para la realización del estudio de suelos solo fue posible realizar una calicata.
- Para realizar los ensayos de esclerometría solo se permitió hacer una muestra por elemento estructural tanto en columnas y vigas porque se encontraban cubiertas con mortero, motivo por el cual las autoridades limitaron solo tres muestras.

1.7. OBJETIVOS:

1.7.1. Objetivo Principal:

- Determinar la vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Determinar los parámetros estructurales sísmicos de la edificación como el sistema resistente tanto en muros como en columnas y la resistencia convencional aplicando un análisis sísmico lineal para encontrar el comportamiento de la estructura.
- Determinar los parámetros constructivos de la edificación como la calidad del sistema resistente, posición del edificio y cimentación (topografía y estudio de suelos), diafragmas horizontales, configuración en planta de líneas resistentes (separación de columnas y vigas), tipo de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación.
- Determinar los parámetros geométricos de la edificación como la configuración en planta y la configuración en elevación.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS:

2.1.1. Antecedentes internacionales:

Panay (2019), en su tesis para optar por el título profesional de ingeniera civil “ Analisis de vulnerabilidad sísmica en los edificios escolares construidos bajo el plan la Serena, 1946 – 1952, de la Universidad de Chile tiene como objetivo calcular la vulnerabilidad sísmica de dichos edificios escolares a través de una metodología italiana G.N.D.T (Grupo Nazionale per la Difensa dei Terremoti) lo cual concluye que dichas edificaciones a pesar de no cumplir las normativas actuales estas presenta índices de vulnerabilidad bajo ya que responde de manera eficiente a un sismo severo, por lo que se tendrá que hacer mantenimiento y algunas reparaciones para aumentar más su vida de diseño.

Guzmán (2022), en su Memoria para optar al título de ingeniero civil titulado “ Método de evaluación de edificios escolares” de la Universidad de Chile menciona que las edificaciones educativas están expuestas a gran cantidad de movimientos telúricos debido a la zona altamente sísmica, por lo que hacer el estudio de vulnerabilidad sísmica ayudaría a prevenir colapsos de la estructura ante la ocurrencia de un evento sísmico, en sus resultados se obtuvieron que las edificaciones más antiguas son las que presentan mayor vulnerabilidad por lo que se propone hacer una rehabilitación estructural de estas edificaciones ya que estas estructuras no tienen la norma actual NCH433 del 2009.

Carreón (2021), en su tesis presentada para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniero civil titulada “Método para evaluar la vulnerabilidad sísmica en edificios de concreto reforzado en México, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla sustenta a través de la normativa Japonesa encontrar la vulnerabilidad sísmica proyectando una metodología nueva para dichas edificaciones lo cuales constara en analizar el suelo, los índices de capacidad, este metodo tiene como fin conocer los daños mas considerables que puede presentar la estructura.

2.1.2. Antecedentes nacionales:

Alva & Huquimango (2022), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil con título “ Nivel de vulnerabilidad sísmica en los pabellones A y B de la Instituciones Educativas San Ramón de la ciudad de Cajamarca realizo con el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica que presentan dichos pabellones utilizando el método italiano los cuales se obtuvieron un nivel de vulnerabilidad baja para los dos pabellones evaluados por lo que al momento de suscitarse un eventual sismo, las estructuras sufrirán daños moderados o leves por el cual su funcionalidad seguirá sin problema alguno.

Segundo & Ramirez (2023), en su tesis para optar el título profesional de Indeniero Civil con su tema “ Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas N°20316 Manuel Ildauro de los Santos Camones, Amay, Huacho – 2022 determina los indicadores de vulnerabilidad frente a un sismo, se aplica una metodologia a nivel descriptivo no experimental, lo cual al aplicar el metodo de Benedetti- Petrini dicha institucion educativa presenta una vulnerabilidad muy alta, por lo que la estructura en un posible evento sismico severo tendria consecuencias graves como daños estructurales lo que podría llevar al colapso y con ello perder vidas humanas o materiales.

Bernardo (2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil Con su tema “ Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante los Indices de Benedetti – Petrini en la Asociación los libertadores – Huancayo – Junín, donde sustenta que su metodología de investigación fue científico de tipo de investigación aplicada y nivel descriptivo, donde conto con una población de 365 viviendas donde se tomo una muestra aleatoria de 61 viviendas el cual se obtuvo que las viviendas que tienen vulnerabilidad alta representan un 36.07%, la vulnerabilidad media es de 60.66% y por ultimo las que presenta una baja vulnerabilidad es de un solo 3.28%.

2.1.3. Antecedentes locales:

Marín (2023), en su tesis para obtener el título profesional titulado “ Riesgo sísmico de la Institución Educativa de menores N° 16002, del distrito y provincia de Jaén, Región Cajamarca, menciona que es una edificación que presenta un tipo de suelo malo, además que tiene ya una edad de más de 15 años por lo que realizo un estudio de mecanica de suelos, un levantamiento topografico, un ensayo de esclerometria, y todos estos datos fueron procesados en un software llamado sap 2000 versión 24.0.0, en el cual se encontro los siguientes resultados que los modulos N°01, N°02 y N°03 presentan riesgo sismico medio, mientras que el módulo N°04 presenta un riesgo sismico alto, es por eso que las edificaciones deben recibir un reforzamiento estructural para disminuir las probabilidades de sufrir perdida de vidas humanas y economicas.

Giron & Carrasco (2019), en su tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Civil titulado “ Vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad del instituto Pedagógico Víctor Andrés Belaunde, Jaén, Cajamarca – 2019, sustenta que a través del metodo de Benedetti y Petrini el proyecto de investigación en el cual encontro que dicho instituto pedagógico cuenta con 03 Modulos los cuales los modulos 01 y 02 presentan una vulnerabilidad media, el

modulo 03 presenta índice de vulnerabilidad Baja , por lo que concluye que los modulos de dicho pedagógico no sufriría daños en sus estructuras ante un eventual evento sísmico severo.

Marín (2022), en su tesis para obtener el título profesional titulado “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de pabellón III de la I.E.16003 Miraflores del distrito de Jaén – Cajamarca de la Universidad Nacional de Cajamarca, da a conocer a la población de Jaén en especial del sector de Miraflores que el pabellón III de dicha I.E. presenta una vulnerabilidad sísmica media debido que al evaluar la vulnerabilidad sísmica con el método de Benedetti y Petrini encuentra características desfavorables como son la longevidad de la edificación, topografía accidentada, sistema estructural inadecuado, y su pésimo estado de conservación; obteniendo 25% de índice de vulnerabilidad lo cual quiere decir una vulnerabilidad media en conclusión se obtuvo los parámetros como un suelo ML de baja resistencia a la compresión debido a que la capacidad portante es de 0.75 kg/cm^2 menor que la carga que trasmite las zapatas al suelo que es de 1.0 kg/cm^2 esto a su vez se complica ya que la edificación está construida encima de una ladera que presenta deslizamientos, el aligerado no tiene el suficiente acero, la tabiquería es inestable, presenta fisuras en elementos estructurales y puede presentar falla de columna corta al momento de un sismo severo.

2.2. BASES TEÓRICAS:

2.2.1. Efectos de los sismos

Los efectos que generan los sismos son variables, y depende mucho de la edificación (material, estructura, antigüedad, etc) y los sismos (origen, tipo, intensidad, etc.). A lo largo de la historia han surgido grandes catástrofes originadas por un sismo, y los daños que traen consigo suelen ser pérdidas económicas y de vidas humanas, como por ejemplo el terremoto y tsunami de Tohoku en

Japón en el 2011 que dejaron pérdidas económicas de hasta US\$210,000 Millones y en Perú el terremoto de Ancash de 1970 en Huaraz donde hubo pérdidas humanas de más de 67,000 víctimas mortales (Kuroiwa, 2019).

2.2.2. Origen de los sismos

Se produce ya que la corteza terrestre está dividida en fragmentos que se mueven constantemente llamadas placas Tectónicas; En el Perú las actividades sísmicas es muy frecuente debido a que estamos ante dos placas tectónicas como son la placa Oceánica o placa de Nazca y la otra la placa continental o Placa Sudamericana los cuales se encuentran en un proceso de subducción por lo que genera las intensidades sísmicas producidas a lo largo de esta parte del continente entre ellas se tiene un historial sísmico como lo sucedido en Quinches – Áncash (1946), Huaytapallana -Junín(1969), Cusco (1986,1950), Paruro -Cusco (2014), Cabanaconde -Arequipa (2013 y 2015) (INGEMMET, 2021).

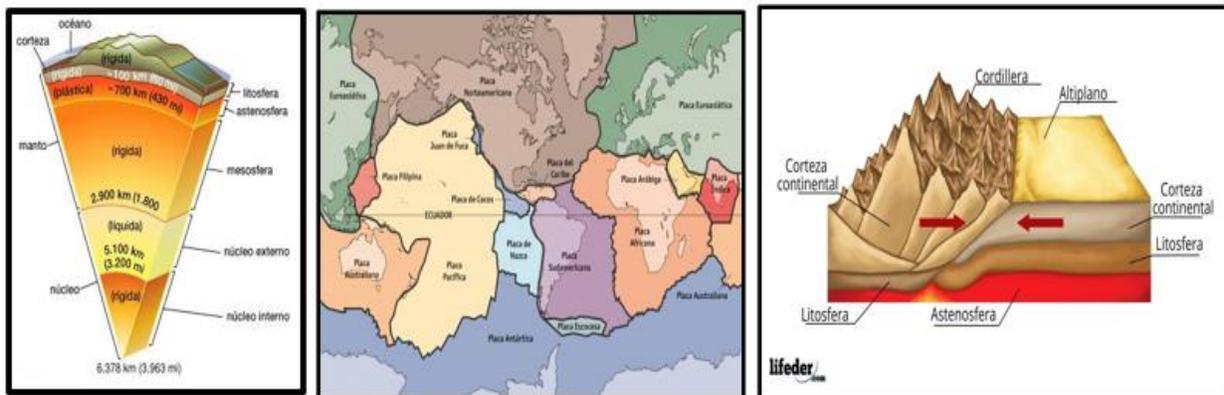


Figura 1 Proceso del origen de los sismos

2.2.3. Vulnerabilidad sísmica:

Se denomina vulnerabilidad sísmica a la capacidad de resistencia de una edificación debido a la ocurrencia de un sismo y de acuerdo a eso se puede ver al grado de daño que presenta la edificación (**Santos, 2019**).

Es por eso que se puede clasificar las edificaciones como “más vulnerables” o “menos vulnerables” según las características que llega a tener la edificación al ser evaluado con algún método que encuentra el grado de vulnerabilidad sísmica, los métodos utilizados para encontrar esta vulnerabilidad sísmica son generalmente parámetros de calificación de la estructura es por ello que tenemos métodos cualitativos y métodos cuantitativos para desarrollar este tipo de investigación.

2.2.4. Vulnerabilidad Estructural:

Se presenta vulnerabilidad estructural cuando los elementos estructurales como son los (Cimientos, columnas, muros portantes, vigas, losas macizas y aligeradas pueden sufrir daños significativos que conllevan en debilitar su resistencia y la estabilidad de la estructura (**Santos, 2019**).

Debido a lo anterior, la seguridad de una construcción es una condición estructural que se encuentra asociada al cumplimiento de estados límite, para un nivel de demanda establecido en un reglamento específico que ayude a construir una edificación segura para resistir su vida útil de 50 años.

2.2.5. Sistemas estructurales

2.2.5.1. Estructuras de concreto armado

Según la Norma Técnica de edificaciones E.030 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 de edificaciones E.030 del MVCS (2018), que el sistema de pórticos de concreto armado es cuando la cortante actúa en las columnas por lo menos el 80% a más.
- ❖ **Muros Estructurales:** Se considera de acuerdo a la Norma Técnica de edificaciones E.030 del MVCS (2018), que este sistema se da generalmente por muros estructurales donde actual por lo menos el 70% de la fuerza cortante en dichos muros.
- ❖ **Dual:** Se considera de acuerdo a la Norma Técnica de edificaciones E.030 del MVCS (2018), su cortante basal es resistida por pórticos y muros estructurales, donde la fuerza cortante que tendrán los muros es de entre 20% al 70% y los pórticos reciben cargas de por lo menos el 30% de la fuerza cortante en la base.
- ❖ **Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL):** Se considera de acuerdo a la Norma Técnica de edificaciones E.030 del MVCS (2018), acá la resistencia de la cortante basal está dada en los muros de concreto armado de espesores reducidos, este sistema puede ser construido como máximo 8 niveles.

2.2.5.2. Estructuras de Albañilería

Según la Norma Técnica de edificaciones E.030 del MVCS (2018), son estructuras que constan de muros de albañilería de arcilla o concreto, los cuales son confinadas por columnas y

vigas en todo su perímetro, llevando su nombre de albañilería confinada por estas características antes mencionadas su realización es aplicada hasta en edificaciones esenciales como A1 solo para las zonas 2 y 1, para edificaciones A2 se utiliza para cualquier tipo de zona y para las demás categorías como la B es la más usada para este tipo de construcciones.

2.2.6. Reglamento Nacional de Edificaciones

Este reglamento contiene a las normas técnicas de edificaciones que son pautas mínimas que se dan para la realización de una edificación con correcto diseño estructural, éstas a su vez han sido modificadas con forme a las nuevas experiencias obtenidas o adquiridas de otras normativas extranjeras que han tenido nuevos avances científicos, para un diseño estructural de una edificación de concreto armado o albañilería se siguen especialmente las siguientes E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones del (MVCS, 2018).

2.2.7. Metodología del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini)

Este método fue propuesto por los investigadores italianos D. Benedetti y V. petrini en el año 1982 en el cual encuentra el índice de vulnerabilidad de un conjunto de edificaciones o solo de una edificación de mampostería no reforzada, este método se empezó así hacer conocido y aplicado en otras partes del mundo, a la actualidad este método se ha ido modificando tanto es así que ahora también es utilizado para estructuras de concreto armado y albañilería confinada dando consigo muchos estudios y aplicados para varios tipos de edificaciones; el método analiza la vulnerabilidad sísmica a través de 11 parámetros para una estructura de albañilería no confinada y para una estructura de concreto armado es calificada de A,B,C, siendo A= Buena, B= Regular, C= mala los parámetros son los siguientes.

2.2.7.1. Organización del sistema resistente

Este parámetro evalúa los elementos estructurales y si estos están correctamente diseñados de acuerdo a la norma técnica edificaciones que tenemos que este parámetro se subdivide en dos sub parámetros en caso de una estructura de concreto armado y albañilería confinada dándole calificaciones A= Bueno, B=Regular, C= Malo.

a. Calidad de líneas resistentes

Este sub parámetro analiza si los elementos estructurales vigas y columnas cumplen con el correcto diseño estructural de la edificación.

❖ Columnas

Son elementos estructurales diseñados de concreto armado cuyo principal propósito es transmitir las cargas axiales de los pesos que se sostienen en ella hasta llegar a la cimentación, además tiene otra función según el sistema de estructuración de arriostrar o confinar muros (Santos, 2019).

Se presenta la siguiente función para su diseño estructural, ecuación 1:

$$\phi P_n = 0.8\phi[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}.f_y] \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

ϕP_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)

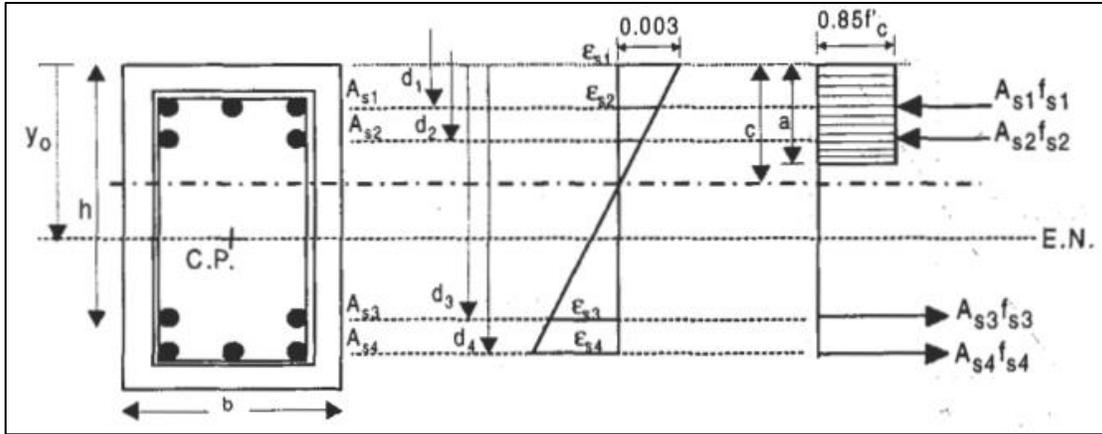


Figura 2 Sección de columna y su diseño de acero

Si Acero necesario \leq Acero existente, la sección de concreto armado de la columna es adecuada.

Si Acero necesario $>$ Acero existente, la sección de concreto armado de la columna es inadecuada.

En columnas a mayor momento de inercia y módulo de sección menor será el momento flexionante que causa un sismo y por consiguiente menor la deformación que se tiene.

Cuantía máxima y mínima de columnas para encontrar el área de acero necesario; tiene que cumplir lo estipulado en la normativa como el ACI y la Norma Peruana.

$$0.01A_b < A_s < 0.06A_b \dots \dots \dots \text{según el ACI}$$

$$0.01A_b < A_s < 0.08A_b \dots \dots \dots \text{según la Norma Peruana}$$

A_s : Área de acero

A_b : Área bruta de la sección

b. Configuración en planta de las líneas resistentes

En este sub parámetro analiza cómo fue estructurado y colocado los elementos estructurales en este caso las columnas y las vigas y de acuerdo a eso poner la calificación a la edificación según sus irregularidades que presenta.

2.2.7.2. Calidad del sistema resistente

Este parámetro da a conocer la calidad de los materiales del sistema resistente sea el ladrillo, el concreto, el acero y si estas cumplen la resistencia necesaria como lo indica la normativa como es la NTE.060-2009, NTE.070- y la NTE.080-2004.

❖ Ladrillo de arcilla (King Kong 18 huecos):

Es una unidad de albañilería que sirve para formar muros de albañilería confinada estas a su vez es una unidad hueca con alveolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical de la NTE.070 de Albañilería del MVCS (2006):

La resistencia a la compresión de la unidad es $f_m = 55\text{kg/cm}^2$

La resistencia al corte puro $v'm = 35\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_m = 17500\text{kg/cm}^2$

Módulo de corte es $G_m = 1300\text{kg/cm}^2$

Módulo de Poisson es $\mu_m = 0.25$

❖ Concreto:

Para realizar un concreto hace falta combinar materiales como el agua, cemento y agregados que dosificado se tiene una resistencia con la cual se trabaja la resistencia mínima de un concreto estructural no debe ser menor $f'c=17\text{MPa}$ y no debe exceder de 550 MPa para nuestro diseño se utilizara los siguientes de la NTE.060 de Concreto Armado del MVCS (2009):

La resistencia a la compresión de la unidad es $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_c = 15000 * \sqrt{210} = 217370.65\text{kg/cm}^2$

Módulo de corte es $G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} = 94508.98\text{kg/cm}^2$

Módulo de Poisson es $\mu_c = 0.15$

❖ **Acero:**

Es un material estructural utilizado para elementos sometidos a compresión y cumple con cierta normativa internacional que la rige su desempeño, este debe ser corrugado y para nuestra investigación se utilizara lo siguiente de la NTE.060 de concreto armado del MVCS (2009):

Esfuerzo a la fluencia es $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_y = 2000000\text{kg/cm}^2$

2.2.7.3. Resistencia convencional

En la resistencia convencional se aplicará un análisis sísmico lineal estático y dinámica utilizando el software Etabs v20 para ver cómo trabaja la estructura a las fuerzas del sismo además de ver qué tipo de sistema se ha utilizado de acuerdo a la Norma Técnica E.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018); este parámetro presentar tres sub parámetros Uso de Normativa antisísmica, Momento de inercia y módulo de sección de columnas y número de pisos de la edificación.

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

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

❖ **Z= Factor de zona**

Tabla 1 Factores de Zona “Z”

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma técnica E.030-2018

❖ **U= Factor de uso**

Tabla 2 Categoría de las edificaciones y factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTORES “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTO R
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.	

Fuente: Norma técnica E.030-2018

❖ **C=Factor de amplificación sísmica**

$$T < T_p \rightarrow C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.5$$

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

El coeficiente C es un factor de amplificación de la aceleración estructural respecto a la aceleración del suelo.

Donde:

C: Facto de amplificación sísmica

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

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

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

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots \dots \dots (4)$$

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.

❖ **S= Factor de amplificación del suelo**

Tabla 3 Factor de Suelo

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 4 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

❖ **P=Peso total de la edificación**

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

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

❖ **R=Coficiente de reducción de las fuerzas sísmicas**

Tabla 5 *Sistemas Estructurales*

SISTEMA ESTRUCTURALES	Coficiente Básico de Reducción R(*)
Concreto Armado:	
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_a y I_p será igual a 1,0.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \dots \dots \dots (5)$$

❖ **Distribución de fuerzas sísmicas**

$$F_i = a_i \cdot V \dots \dots \dots (6)$$

$$a_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^j} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

- (n) número de pisos del edificio.
- (k) exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura.
- (T), dirección considerada.

Que se calcula de acuerdo a NTE.030 de Diseño sismorresistente del (MVCS, 2018):

- a) Para T menor o igual a 0.5 segundos: $k = 1$
- b) Para T mayor que 0.5 segundos: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$

❖ **Aceleración espectral**

De acuerdo la NTE.030 Diseño sismorresistente del MVCS (2018) se utiliza esta ecuación para encontrar la aceleración espectral

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot G \dots \dots \dots (8)$$

❖ **Fuerza cortante mínima**

De acuerdo la NTE.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018) al analizar las direcciones de la fuerza cortante se debe saber que el primer entre piso no debe ser menor de 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor del 90% para estructuras irregulares al no cumplir con dicho porcentaje mínimo se debe compensar proporcionalmente todos los resultados obtenidos con excepción de los resultados obtenidos.

❖ **Determinación desplazamientos laterales**

De acuerdo a la NTE.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018) las estructuras irregulares deben ser multiplicadas por el resultado obtenido del análisis lineal y elástico con 0.75R a los desplazamientos laterales para estructuras regulares y para estructuras irregulares por 0.85R

❖ **Desplazamientos laterales relativos admisibles**

De acuerdo a la NTE.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018) te da la tabla de los siguientes desplazamientos relativos de entre piso máximos que debe cumplir.

Tabla 6 Límite de Desplazamiento entre Piso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$
Concreto Armado	0.007
Albañilería	0.005

Fuente: Norma Técnica E.030-2018

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

Para el análisis de columnas se evalúa el momento de inercia y el módulo de sección en cada dirección y determinar cuál es la dirección en donde se pueda producir el daño más grave de la columna en el momento de un sismo, damos que a mayor momento de inercia o módulo de sección se tendrá un menor esfuerzo flexionante actuante y por ende menor deformación (**Marín , 2022**).

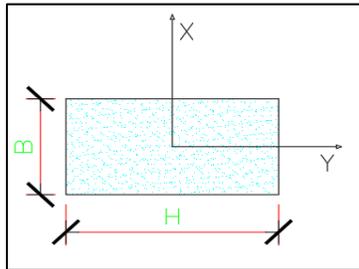


Figura 3 Esquema de columna típica

$$\sigma_M = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{M}{Z}$$

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

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

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

Donde:

σ_M = Esfuerzo por flexión actuante

M = Momento flexionante actuante

m = Momento debido a una carga unitaria

E = Módulo de elasticidad del concreto

Δ = 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.

2.2.7.4. Posición del edificio y cimentación

Este parámetro da a conocer el lugar, la topografía, y el suelo donde se encuentra cimentada la edificación para ello se hace un estudio de mecánica de suelos y un estudio topográfico para luego verificar si la edificación existente cumple con el diseño necesario que necesita la edificación.

2.2.7.5. Diafragmas horizontales

Según la norma técnica de E.030 de Diseño sismorresistente del MVCS (2018) los diafragmas horizontales que son la conexión de elementos estructurales con la Losa aligerada estos deben cumplir que sus desplazamientos en un evento sísmico no deben ser menores a los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que $S = 0.006h \geq 0.03$ m

2.2.7.6. Configuración en planta

La configuración en planta de este parámetro analiza dos sub parámetros como son las esquinas entrantes y la torsión que presenta la edificación de acuerdo a las exigencias mínimas que te da la norma técnica E0.30 de diseño sismorresistente del MVCS (2018).

Esquinas entrantes:

Se tiene esta irregularidad de esquinas entrantes cuando en un lado de la dimensión o en ambas direcciones presenta esquinas entrantes de más de 20% de la correspondiente dimensión total de la edificación norma técnica E.0.30 de diseño sismorresistente del MVCS (2018).

$$E_{Y-Y} = 0 \rightarrow \frac{E}{L} > 20\% \qquad E_{X-X} = 0 \rightarrow \frac{E}{L} > 20\%$$

Torsión:

Se tiene irregularidad de torsión 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 (Δ_{max}) es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entre piso para la misma condición de carga (Δ_{CM}); solo se aplicara a edificios que sobrepasen el 50% del desplazamiento permisible de los desplazamientos relativos de la norma técnica E.0.30 de diseño sismorresistente del MVCS (2018)..

2.2.7.7. Configuración en elevación

La configuración de elevación tiene tres sub parámetros que analizan a la edificación en elevación los cuales son columna corta, irregularidad vertical de masa y discontinuidad de elementos estructurales.

❖ Columna corta:

El efecto de columna corta 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 cortante rigidez mayor en la zona hasta donde se confina la tabiquería con la columna.

$$Kx_{CT} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} \quad Ky_{CT} = \frac{12E \cdot I_{YY}}{L_{CT}^3}$$

(Según San Batolomé A.,1998) (9)

$$Kx_{CC} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} \quad Ky_{CC} = \frac{12E \cdot I_{YY}}{L_{CC}^3}$$

Donde:

Kx_{CT} = Rigidez de la columna total en la dirección x.

Ky_{CT} = Rigidez de la columna total en la dirección y.

Kx_{CC} = Rigidez de la columna corta en la dirección x.

$K_{y_{CC}}$ = 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.

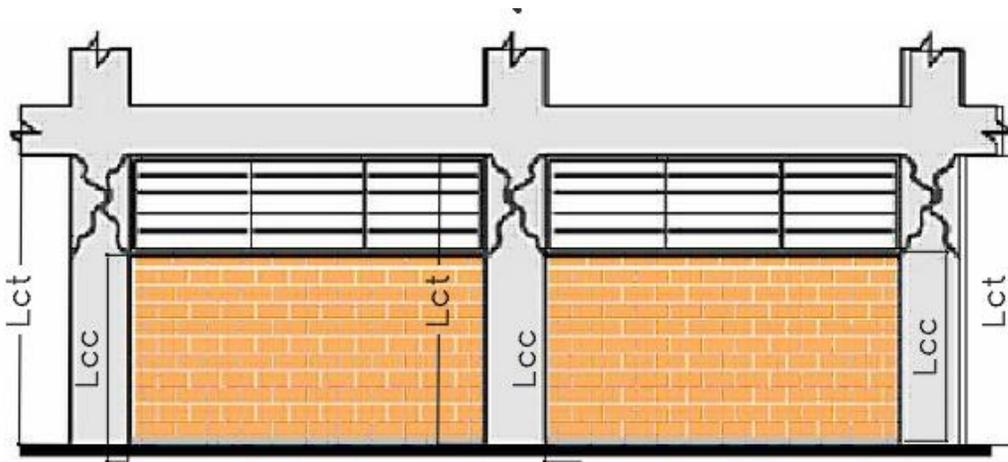


Figura 4 Esquema de alturas de la columna total y columna corta.

❖ Irregularidad vertical de masa

De acuerdo a la NTE.0.30 de diseño sismorresistente del MVCS del (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

❖ Discontinuidad de los sistemas resistentes

Este sub parámetro según la normativa NTE.0.30 de diseño sismo resistente del MVCS del (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.

2.2.7.8. Separación máxima entre líneas resistentes

La distancia entre apoyos laterales de elementos sometidos a flexión debe tener una separación de una viga no debe exceder de 50 veces el menor ancho de b a la cara en compresión y debe tomarse en cuenta los efectos excentricidad lateral de la carga al determinar la separación entre apoyos NTE.060 de concreto armado del (MVCS, 2009)

2.2.7.9. Tipo de cubierta

Este parámetro analiza el tipo de cobertura y el diseño que tiene la cobertura de la edificación utilizando el software Etabs V 20 para saber si cumple con la cantidad de acero que necesita para sostener las cargas vivas y muertas que soportara la cobertura de aligerado generalmente la cobertura aligerada es la que mejor calificativo tiene que es de A y la cobertura de calamina la que menos calificación tiene que es de C; estas a su vez tiene dos sub parámetros el estado de conservación y la conexión con la estructura

❖ El estado de conservación

En el estado de conservación se verá cómo es que se encuentra nuestra cobertura y si esta puede ser la causal para que la estructura se deteriore y poco a poco vaya afectando a los elementos estructurales como por ejemplo la humedad.

❖ La conexión con la estructura

La conexión con la estructura es fundamental ya que se tiene diferentes tipos de cobertura y sus conexiones suelen ser diferentes por ende se tiene un calificativo diferente por ejemplo si se compara una cobertura de losa aligerada con una cobertura metálica o una cobertura de madera ya que ambos presentan una resistencia diferente y durabilidad diferente que ante un sismo funcionan diferente.

2.2.7.10.Elementos no estructurales

En el cálculo de los elementos no estructurales la norma técnica E.070 de albañilería del (MVCS, 2006) se basa en comparar el momento actuante que genera cargas perpendiculares al plano del muro y el momento resistente paralelo al plano del muro lo cual el momento flector se calcula de la siguiente manera.

$$Ma = m. \omega. a^2 \dots \dots \dots (10)$$

Dónde: *Ma = Momento actuante.*

m = coeficiente de momento.

a = dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

w = la carga por metro cuadrado de muro

$$\omega = Z.U.C_1.\gamma.t \dots \dots \dots (11)$$

Dónde: *Z=factor de zona*

U=factor de importancia

C1= Coeficiente Sísmico

t = espesor bruto del muro en metros

Y=peso volumétrico de la albañilería.

Tabla 7 Valores de C1

Valores de C1	
Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
Muros y tabiques dentro de una edificación.	2.0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
Equipos rígidos conectados rígidamente al piso	1.5

Fuente: Norma técnica de edificaciones E.030 - 2018.

Tabla 8 Valores del Coeficiente de Momentos “m” y Dimensión Crítica “a”

CASO1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADO									
a=Menor Dimensión									
b/a=	1	1.2	1.6	1.8	2	3	∞		
m=	0.0479	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.1254		
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a=Longitud del borde libre									
b/a=	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2	∞
m=	0.06	0.074	0.087	0.097	0.097	0.112	0.128	0.132	0.133
CASO3. MURO ARRISTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a=Altura del muro									
m=0.125									
CASO4. MURO EN VOLADIZO									
a=Altura del muro									
m=0.5									

Fuente: Norma técnica E.070 -2006

Donde se encuentra el momento resistente a tracción por flexión del muro (Mr):

$$Mr = 1,703. t^2 \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

Mr. = Momento resistente a tracción por flexión

t = Espesor bruto del muro en metros

Una vez obtenida las dos ecuaciones comparamos cual es mayor si el momento actuante (Ma) o el momento resistente (Mr)

Si $Ma \leq Mr$, el muro es estable.

Si $Ma > Mr$, el muro es inestable.

2.2.7.11.Estado de conservación

Este parámetro analiza cómo se encuentra la estructura y si presenta características de deterioros debido a su tiempo de utilidad y a los daños causados, las estructuras generalmente

suelen tener una edad de 50 años de vida útil sin embargo estas suelen llegar a tener que ser derrumbadas debido a que no ha tenido un buen estado de conservación y por ende suele ser peligroso estar en ellas.

Tabla 9 Resultados de la tabla del método de Benedetti y Petrini

N°	Descripción del Parámetro	Descripción del sub parámetro	Clase (Ki)			
			A	B	C	Wi
1	Organización del sistema resistente	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2.00
		Configuración en planta de las líneas resistentes	0	1	2	2.00
2	Calidad del sistema resistente	Calidad del tipo de mampostería.	0	1	2	1.00
3	Resistencia convencional	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.30
		Momento de inercia y módulo de sección en columnas	-1	0	1	0.50
		Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.20
4	Posición del edificio y cimentación	Condiciones y pendiente del terreno	0	1	2	1.00
5	Diafragma horizontal (entrepiso)	Según deformabilidad y conexión con elementos resistentes	0	1	2	1.00
6	Configuración en planta	Esquinas entrantes	0	1	2	0.60
		Torsión	0	1	2	0.40
7	Configuración en elevación	Columna corta	0	1	2	0.60
		Irregularidad vertical en masa	0	1	2	0.50
		Discontinuidad de los elementos estructurales	0	1	2	0.90
8	Separación entre líneas resistentes	Distancia máxima entre líneas resistentes	0	1	2	1.00
9	Tipo de cubierta	Estado de conservación	0	1	2	0.40
		Conexión con la estructura	0	1	2	0.60
10	Elementos no estructurales	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1.00
11	Estado de conservación	Estado actual de la estructura	0	1	2	2.00

$$\sum Wi \times Ki = total \dots\dots\dots (13)$$

$$Iv\% = \frac{100x \sum(Wi \times Ki) + 1}{34} \dots\dots\dots (14)$$

Tabla 10 Índice de vulnerabilidad de un edificio de hormigón armado

Vulnerabilidad		Porcentaje (%)
A	Baja	0-15
B	Media	15-35
C	Alta	35-94

2.2.8. Definición Conceptual

- **Peligro o amenaza:** Es el grado de exposición que presenta cierto lugar para contrarrestar los peligros originados por fenómenos naturales dentro de un periodo determinado, donde el hombre no puede hacer nada para reducir el peligro que presenta la naturaleza como son Sismos, Huaycos, huracanes, tsunamis, etc. **(Kuroiwa, 2019).**
- **Vulnerabilidad:** Se refiere al grado de daños que pueden sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características que presenta su diseño estructural, calidad de materiales, mano de obra entre otras cosas que contribuyen la deficiencia para afrontar algunos fenómenos que presenta la naturaleza que pueden ser contrarrestados **(Kuroiwa, 2019).**
- **Riesgo:** es el resultado de la exposición de la construcción hecha por el hombre, con el grado de vulnerabilidad que le es inherente, frente al peligro al que será sometida **(Kuroiwa, 2019).**
- **Sismo:** Se define como un movimiento pasajero de la corteza terrestre, lo cual se debe a la colisión de las placas tectónicas que al chocar y liberan energía a través de ondas sísmicas;

también pueden ser producidos por agentes externos como impactos de asteroides, erupciones volcánicas o por intervención de pruebas nucleares (**Santos, 2019**).

- **Magnitud de un sismo:** Mide de manera cuantitativa la energía que libera el choque de placas tectónicas y esto se puede calcular a través de un sismograma correspondiente a la amplitud máxima que alcanzan ciertas ondas sísmicas en determinado tipo de sismógrafo; las magnitudes más utilizadas fueron propuestas por Ch. F. Richter y comprende diez grados, del 0 al 9, donde cada grado es diez veces superior al precedente (**Santos, 2019**).
- **Intensidad:** Es la manera cualitativa como se percibe o se siente el movimiento sísmico y se realiza de manera cualitativa en la escala de Mercalli que pueden ser calificados desde el I hasta XII, de acuerdo a los daños que presente la edificación y el impacto que tiene en la población (**Santos, 2019**).
- **I.E N.º 16543 Leoncio Prado:** ubicada en el distrito de Tabaconas provincia de san Ignacio departamento de Cajamarca, es una edificación construida en el año 1998, Consta de un área de 5603.63 m² y un perímetro de 303.52 m a una altura de 856.110 m.s.n.m. Está conformado por 4 pabellones, tres de ellos son ambientes de material rustico (adobe) y el pabellón 04 es un ambiente de material estructural (concreto armado) de tres niveles cuyo modelo de edificación es semejante al edificio de 780 pre NDSR-1997.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. *Ubicación Geográfica*

El departamento de Cajamarca, situada en la Zona norte del país que limita con la Republica de Ecuador por el Norte, con el departamento de Amazonas por el Este, con el departamento de la Libertad por el Sur, y con el departamento de Lambayeque y Piura por el Oeste sus coordenadas geográficas son $4^{\circ} 30'$ y $7^{\circ} 45'$ de latitud sur y entre $77^{\circ}33'$ y 79° de longitud oeste.

La provincia de San Ignacio se encuentra ubicada en zona Norte de Cajamarca y es la frontera de Perú con Ecuador, por el Este se encuentra limitando con la ciudad de Jaén, y por el Oeste con la provincia de Huancabamba de la región de Piura.

El distrito de Tabaconas es uno de los 7 distritos que tiene la provincia de San Ignacio lo cual limita por el Norte con los distritos de San Ignacio y Namballe, por el Sur con la provincia de Jaén, Este con el departamento de Piura, y por el Oeste con los distritos de la Coipa y Chirinos sus coordenadas geográficas son $5^{\circ} 18' 49''$ S y $79^{\circ}16'54''$ O, con una altura de 856 m.s.n.m y como centro de gravedad del área delimitada como zona de estudio en coordenadas UTM (Datum WGS84 – Huso 17M)

La localidad de Churuyacu es donde se encuentra nuestro punto de investigación que es la I.E. 16543 Leoncio Prado; esta cuenta con cuatro pabellones, del cual se enfoca en hacer el estudio al Pabellón 04 con un sistema de albañilería confinada y pórticos de concreto armado, como se puede apreciar en la en el plano.

3.1.2. Época de investigación

Este trabajo de Investigación tuvo una duración de 8 meses, que comprende desde el mes de enero hasta el mes de agosto del 2023 fecha de presentación de la misma.

3.1.3. Población

La población está constituida por las instituciones educativas del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca.

3.1.4. Muestra de estudio

para esta investigación la muestra de estudio la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas, la misma que fue seleccionada por el método no probabilístico.

3.1.5. Unidad de análisis

La unidad de análisis para esta investigación consideramos los elementos estructurales y no estructurales del pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, en esta investigación se determinó la vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio, estos resultados permitirán a las autoridades implicadas tomar acciones de prevención en caso de un eventual sismo.

3.2.2. Nivel de investigación

la investigación es de nivel descriptivo y aplicativo. Cuyo objetivo principal es determinar la vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas

en la provincia de San Ignacio, estos resultados obtenidos se podrán aplicar para tomar decisiones informadas y poder mitigar los daños ocasionados por los sismos.

3.2.3. Diseño de investigación

Esta investigación es de diseño de corte transversal, dado que se recolecto datos en un tiempo único

3.2.4. Método de investigación

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

3.2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos en esta investigación es de observación directa del estado actual de la infraestructura mediante fichas de registro, donde se realizó un levantamiento estructural y arquitectónico de la edificación, inspección estructural, un levantamiento topográfico, ensayo de esclerómetro, y un estudio de mecánica de suelos que servirán para la obtención de resultados y discusión de los mismos.

Los instrumentos utilizados fueron estación total topcon 105s, esclerómetro, cámara fotográfica, computadora e impresora.

3.2.6. Análisis e interpretación de resultados

Análisis de resultados: Luego de haber hecho un levantamiento de la edificación tanto estructural y arquitectónicamente se procedió a evaluar los datos con el método de Benedetti y Petrini el cual en el parámetro de organización del sistema resistente realiza un modelamiento sísmico no lineal dinámico para lo cual se utilizara el software de Etabs v20 donde se obtuvo los resultados para la calificación de dicho parámetro; se hizo un levantamiento topográfico para

evaluar el parámetro de posición y cimiento de la edificación, se evaluó el concreto endureció de los elementos estructurales a través del ensayo de esclerómetro, y por último se hizo un estudio de mecánica de suelos para conocer el parámetro de cimientos de la edificación.

Interpretación de resultados: En este apartado se dio a conocer los resultados de la estructura de concreto armado y albañilería confinada del pabellón 04 con los parámetros mínimos que te da la norma técnica E.030 sismorresistente del MVCS del (2018) aplicada al método de Benedetti y Petrini.

A. Tipo de Organización del sistema resistente

Pabellón 04 es una estructura con un sistema de albañilería confinada y pórticos de concreto armado esta cuenta con columnas, vigas y muros de albañilería confinada que se puede analizar a través de un diseño sísmico no lineal como se ve a continuación:

Las columnas:

❖ **Columna C-01(30 X 30):**

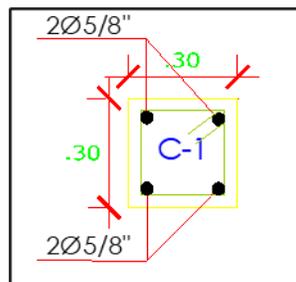


Figura 5 Sección de columna C-1 30x30 cm²

No Cumple la cuantía mínima de acero de 4 Ø 5/8 de la estructura existente.

$$AT = 900 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow \rho = 1\% \text{ y } \rho_{max} = 6\%$$

$$A\phi = 9 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow Ae = 4 \phi \frac{5}{8} = 4 \times 1.98 = 7.96 \text{ cm}^2$$

$$A\phi > Ae \dots \dots \dots \text{ No cumple}$$

Tabla 11 Análisis de interacción de columna en C-1(30X30) cm²

Combinación de carga	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
COMBO 1	11.292	0.012	0.315	0.000	0.308	-0.023
COMBO 2	27.975	0.418	0.321	0.009	0.337	0.607
COMBO 3	-7.834	-0.399	0.238	-0.009	0.210	-0.644
COMBO 4	12.733	0.026	2.260	0.001	4.395	0.008
COMBO 5	7.408	-0.007	-1.700	-0.001	-3.849	-0.045
COMBO 6	25.115	0.413	0.238	0.009	0.255	0.617
COMBO 7	-10.694	-0.404	0.156	-0.009	0.128	-0.634
COMBO 8	9.873	0.021	2.177	0.001	4.313	0.018
COMBO 9	4.548	-0.012	-1.783	-0.001	-3.931	-0.035

Fuente: Resultados del programa ETABS v20

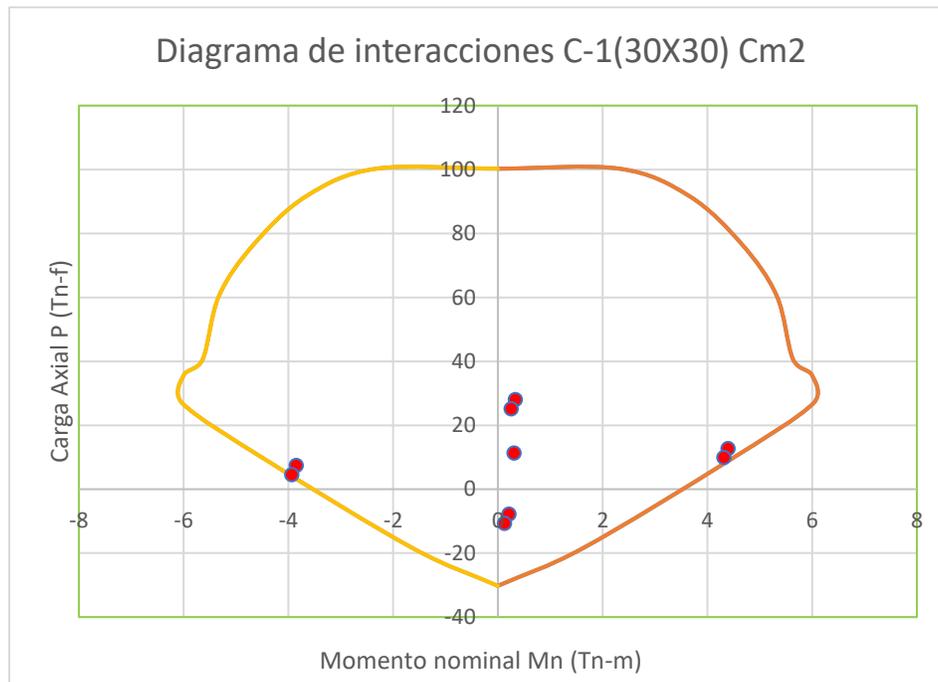


Figura 6 Grafica de interacciones de carga axial P_n y momento nominal M_n de la columna C-1(30X30) cm²

❖ **Columna C-02 (30 X 40):**

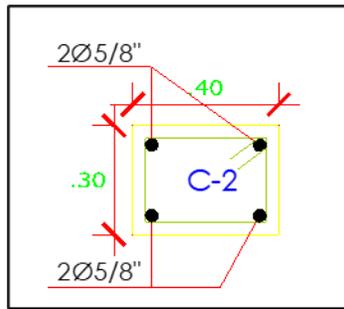


Figura 7 Sección de columna C-2 (30x40) cm2

No Cumple la cuantía mínima de acero de 4 ϕ 5/8 de la estructura existente.

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

$$A\phi = 12 \text{ cm}^2, \quad \rightarrow Ae = 4 \phi \frac{5}{8} = 4 \times 1.98 = 7.96 \text{ cm}^2$$

$A\phi > Ae$ No cumple

Tabla 12 Fuerzas internas de la columna C-2 (30x40) cm2

Combinación de cargas	P	V2	V3	T	M2	M3
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
COMBO 1	59.088	0.005	-0.375	0.000	-0.278	0.011
COMBO 2	69.371	0.041	0.457	0.014	0.968	0.075
COMBO 3	29.671	-0.033	-1.085	-0.014	-1.435	-0.056
COMBO 4	49.762	3.092	-0.301	0.001	-0.213	5.795
COMBO 5	49.280	-3.083	-0.328	-0.002	-0.254	-5.777
COMBO 6	44.631	0.038	0.615	0.014	1.083	0.068
COMBO 7	4.931	-0.035	-0.927	-0.014	-1.320	-0.062
COMBO 8	25.022	3.089	-0.143	0.001	-0.098	5.789
COMBO 9	24.540	-3.086	-0.169	-0.001	-0.139	-5.783

Fuente: Resultados del programa ETABS v20

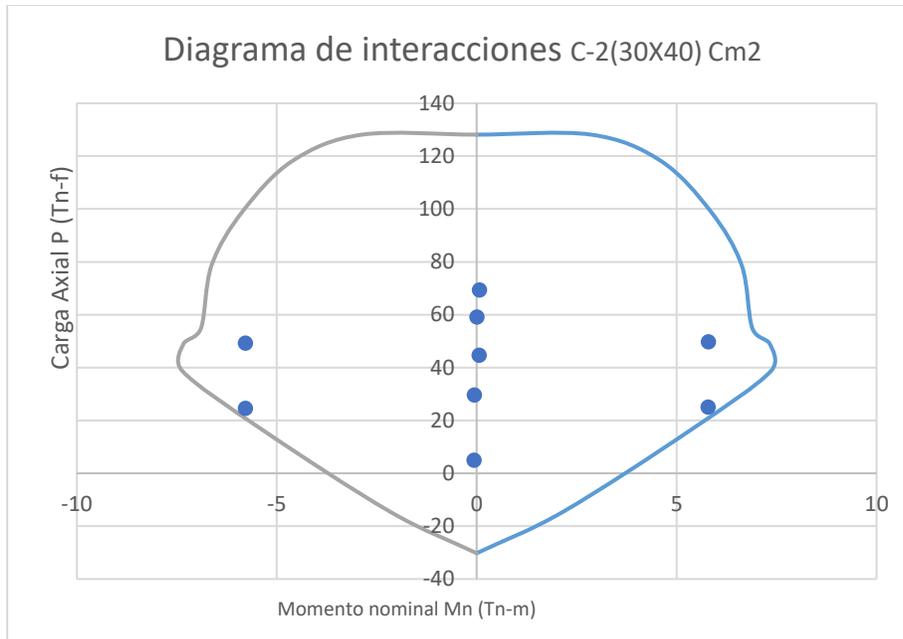


Figura 8 Grafica de interacciones de carga axial P_n y momento nominal M_n de la columna C-2(30X40) cm2

Tabla 13 Calificación del parámetro de tipo de organización del sistema resistente

Pabellones	1. Organización del sistema resistente	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2	4
	Configuración en planta de las líneas resistentes	0	1	2	2	4
TOTAL						8

B. Calidad del sistema resistente

El pabellón 04 es un pabellón que cuenta con materiales de construcción como es el ladrillo de arcilla tipo industrial, el concreto y el acero, estos materiales tienen la siguiente resistencia de acuerdo al ensayo hecho con el esclerómetro en campo.

Ladrillo de arcilla (King Kong 18 huecos):

La resistencia a la compresión de la unidad es $f_m = 55\text{kg/cm}^2$

La resistencia al corte puro $v'm = 35\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_m = 17500\text{kg/cm}^2$

Módulo de corte es $G_m = 1300\text{kg/cm}^2$

Módulo de Poisson es $\mu_m = 0.25$

Concreto: resultados del esclerómetro

❖ Columna C-1 (30X30)

La resistencia a la compresión de la unidad es $f'c = 260\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_c = 15000 * \sqrt{260} = 241867.7324\text{kg/cm}^2$

Módulo de corte es $G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} = 105159.8837\text{kg/cm}^2$

Módulo de Poisson es $\mu_c = 0.15$

❖ Columna C-2 (30X40)

La resistencia a la compresión de la unidad es $f'c = 350\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_c = 15000 * \sqrt{350} = 280624.304\text{kg/cm}^2$

Módulo de corte es $G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} = 122010.567\text{kg/cm}^2$

Módulo de Poisson es $\mu_c = 0.15$

❖ Viga Principal VP (30X40)

La resistencia a la compresión de la unidad es $f'c = 310\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad $E_c = 15000 * \sqrt{310} = 264102.2529\text{kg/cm}^2$

$$\text{Módulo de corte es } G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} = 114827.06 \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Módulo de Poisson es } \mu_c = 0.15$$

Acero:

$$\text{Esfuerzo a la fluencia es } f_y = 4200 \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Módulo de elasticidad } E_y = 2000000 \text{kg/cm}^2$$

Tabla 14 Calificación del parámetro de Calidad del Sistema Resistente

Pabellones	2. Calidad del sistema resistente	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Calidad del tipo de mampostería y concreto armado	0	1	2	1	0
TOTAL						0

C. Resistencia convencional

Pabellón 04: Es una construcción realizada en el año 1997 antes del cambio de normativa que se realizó en el año 1997 es una edificación hecha para dos niveles, pero se ha hecho un nivel más de manera ilegal ya que estas edificaciones solo eran proyectadas para dos niveles haciendo la comparación con la Norma Técnica E.030 de diseño sismorresistente del MVCS (2018), tenemos los siguientes resultados de acuerdo a los tres sub parámetros:

Uso de normativa sísmica

Parámetros sismorresistentes:

Factor de zona (Z): Lugar= Tabaconas - San Ignacio - Cajamarca Zona=Z2

$$Z=0.25$$

Factor de uso (U): Uso= Colegio

$$U= 1.5$$

Factor suelo (S): Tipo=S2 S=1.2 (suelo intermedio según resultado de EMS)

D. Periodos de vibración de la estructura (T):

Estos períodos son los que nos ayudarán a encontrar el cálculo del coeficiente basal para las cargas del análisis estático.

Tabla 15 Resultado de participación de modos de masa ratios

Modos	Periodo(seg)	UX	UY	UZ	SumUX(%)	SumUY(%)
1	0.603	0.00	0.82	0.00	0%	82%
2	0.190	0.00	0.14	0.00	0%	96%
3	0.130	0.00	0.00	0.00	0%	96%
4	0.127	0.00	0.03	0.00	0%	99%
5	0.125	0.00	0.00	0.00	0%	99%
6	0.121	0.00	0.01	0.00	0%	100%
7	0.116	0.00	0.00	0.00	0%	100%
8	0.114	0.66	0.00	0.00	66%	100%
9	0.104	0.07	0.00	0.00	73%	100%
10	0.096	0.02	0.00	0.00	75%	100%
11	0.094	0.00	0.00	0.00	75%	100%
12	0.089	0.09	0.00	0.00	84%	100%
13	0.073	0.03	0.00	0.00	87%	100%
14	0.038	0.11	0.00	0.00	99%	100%
15	0.036	0.01	0.00	0.00	100%	100%

Fuente: Resultados del programa ETABS v20

Tabla 16 Resultados de Distorsiones reales

Pisos	Output Case	Direction	Drift	Limite	Calificación
Piso 3	DRIFT X	X	0.00028	0.005	ok
Piso 3	DRIFT Y	Y	0.01012	0.007	No cumple
Piso 2	DRIFT X	X	0.00052	0.005	ok
Piso 2	DRIFT Y	Y	0.01513	0.007	no cumple
Piso 1	DRIFT X	X	0.00049	0.005	ok
Piso 1	DRIFT Y	Y	0.01098	0.007	no cumple

Fuente: Resultados del programa ETABS v20

Tabla 17 Resultados de Cortante Basal en la base de la edificación

Fuerza	FX tonf	FY tonf
SDIN Xmax	165.94	0.39
SDIN Ymax	0.13	62.98
SESTX	190.77	0.00
SESTY	0.00	71.54

Tenemos que la cortante estática en X y Y son:

$$V_{ESTATICO-X} = 190.77t$$

$$V_{ESTATICO-Y} = 71.54t$$

Y la cortante dinámica en X y Y son:

$$V_{DINAMICO-X} = 165.64 t$$

$$V_{DINAMICO-Y} = 62.98 t$$

Aplicando lo dicho se tiene:

$$V_{DINAMICO-X} = 165.62 t > 80\%V_{ESTATICO-X} = 152.616t$$

$$V_{DINAMICO-Y} = 62.92 t > 80\%V_{ESTATICO-Y} = 57.232 t$$

De acuerdo a la NTE.030-2018, plantea que la cortante dinámica debe ser de al menos el 80% de la cortante estática para estructuras regulares, y del 90 % para estructura irregulares.

Tabla 18 Resultado de sistema estructural con sismo dinámico en el eje X-X

Nivel	Elementos	Sismo	Cortante basal (Tn)	Porcentaje (%)	Sistema estructural
Nivel 1	Columnas en X-X	Sismo dinámico en X	30.61	18.48	Albañilería confinada
Nivel 1	Muros en X-X	Sismo dinámico en X	135.07	81.52	
Total			165.68	100.00	

Tabla 19 Resultado de sistema estructural con sismo dinámico en el eje Y-Y

Nivel	Elementos	Sismo	Cortante basal (Tn)	Porcentaje (%)	Sistema estructural
Nivel 1	Columnas en Y-Y	Sismo dinámico en YY	56.65	89.94	Pórticos de concreto armado
Nivel 1	Muros en Y-Y	Sismo dinámico en YY	6.33	10.06	
Total			62.98	100.00	

Momento de inercia y módulo de sección en columnas:

Tabla 20 Momento de inercia y módulo de sección de las columnas

COLUMNA	$I_x(\text{cm}^4) = \frac{B.H^3}{12}$	$I_y(\text{cm}^4) = \frac{H.B^3}{12}$	$Z_x(\text{cm}^3) = \frac{B.H^2}{6}$	$Z_y(\text{cm}^3) = \frac{H.B^2}{6}$
C-1 (30X30)	67,500	67,500	4,500	4,500
C-2 (30X40)	160,000	90,000	8,000	6,000

Fuente: Adaptado al modelo según el método de carga unitaria

De acuerdo a esto tenemos que la columna C-1 de 30x30 cm² tiene un igual momento de inercia tanto en el sentido X-X como en el sentido Y-Y debido a la igualdad de sus lados, sin embargo, en la columna C-2 de 30x40 cm² tenemos una mayor Rigidez en el sentido X-X debido que ha ese lado se encuentra el lado más grande que es de 40 cm. Este parámetro es calificado de clase C (Malo) porque no cuenta con la rigidez necesaria para soportar un sismo severo.

Tabla 21 Calificación del parámetro Resistencia convencional

Pabellones	3. Resistencia convencional	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
PABELLÓN 04	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.3	0.3
	Momento de inercia y Módulo de sección de columnas	-1	0	1	0.5	0.5
	Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.2	-0.2
TOTAL						0.6

E. Posición del edificio y cimentación

Pabellón 04: Esta estructura esta cimentada sobre un terreno con desniveles muy pequeños por lo que su topografía es llana, los resultados de mecánica de suelos se obtuvo dos muestras en la M-1 un tipo de suelo ML (Limo inorgánico), sus limite liquido es de 36%, limite plástico de 25%, su índice de plasticidad de 11 % y en la M-2 un tipo de suelo GM(Grava Limosa), sus limite liquido es de 25%, limite plástico de 22%, su índice de plasticidad de 3 % ,su perfil de suelo es S2 (suelo intermedio), y una capacidad admisible $Q_{adm} = 1.32 \text{kg/cm}^2$; al no saber el tamaño de las zapatas pero si conocer la calidad del suelo este parámetro ha sido calificado de B= Regular.

Tabla 22 Calificación del parámetro Posición del edificio y cimentación

Pabellón	4. Posición del edificio y cimentación	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
PABELLÓN 04	Condiciones y pendiente del Terreno	0	1	2	1	1
TOTAL						1

F. Diafragma Horizontal (Entre piso)

Pabellón 04: Es una estructura de tres niveles de los cuales se tiene solo dos diafragmas rígidos debido a que la losa aligerada se conecta con las vigas y columnas de los dos entre pisos y el tercer entrepiso solo tiene una cobertura metálica que no conecta de manera empotrada con las vigas y columnas a continuación los desplazamientos de los diafragmas tanto para el eje X como para el eje Y.

Tabla 23 Calificación del parámetro Diafragma Horizontal (entre piso)

Pabellón	5. Diafragma Horizontal (entre piso)	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
PABELLÓN 04	Según deformabilidad y conexión con elementos resistentes	0	1	2	1	1
TOTAL						1

G. Configuración en planta

El Pabellón 04: Este pabellón es una estructura que según el diseño realizado debe tener dos bloques para que no exista dicha irregularidad sin embargo en el proceso constructivo este ha sido elaborado sin respetar sus juntas sísmicas de bloque a bloque por lo que presenta dicha irregularidad según el cálculo de ser mayor de 20% la porción entrante en los dos sentidos teniendo una forma en ELE como se puede apreciar en la figura.

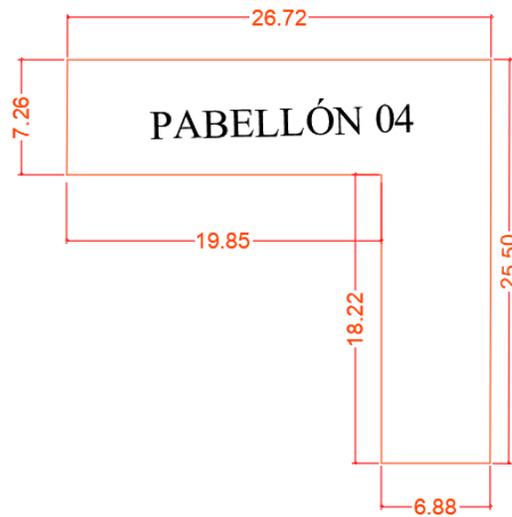


Figura 9 Configuración en planta del pabellón N°04 de la I.E. 16543 Leoncio Prado

$$L_{Y-Y} = 25.50 \text{ m}; \quad E_{Y-Y} = 18.22 \rightarrow \frac{E}{L} > 20\% \quad 71.45\% > 20\% \text{ tiene dicha irregularidad}$$

$$L_{X-X} = 26.72 \text{ m}; \quad E_{X-X} = 19.85 \rightarrow \frac{E}{L} > 20\% \rightarrow 74.28\% > 20\% \text{ tiene dicha irregularidad}$$

Tabla 24 Calificación del parámetro Configuración en Planta

Pabellón	6. Configuración en Planta	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
PABELLÓN 04	Esquinas entrantes	0	1	2	0.6	0.6
	Torsión	0	1	2	0.4	0.4
TOTAL						1

H. Configuración en elevación

El Pabellón 04: Este pabellón cuenta con unas irregularidades en su configuración como es el efecto de columna corta que como se puede apreciar no se ha construido con juntas de dilatación entre la tabiquería del alfeizar y la columna y esto ocasiona dicho problema en las columnas.

Tabla 25 Rigidez de la Columna Total y de la Columna Corta

Eje	LCT(Cm)	LC1(Cm)	Longitud de la columna total		Longitud de la columna Corta 1		Relación de K	
			$12EI_x/L^3$	$12EI_y/L^3$	$12EI_x/L^3$	$12EI_y/L^3$	$\frac{Ky_{c1}}{KX_{ct}}$	$\frac{Ky_{c1}}{KX_{ct}}$
			(Kx_{ct})	(Kx_{ct})	(Kx_{c1})	(Ky_{c1})		
			Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm		
A	3	1.2	6.52	6.52	101.89	101.89	15.63	15.63
B	3	1.7	6.52	6.52	35.84	35.84	5.50	5.50

Fuente: Fuente adaptada a lo propuesto por San Bartolomé A.

Según este cálculo nos da que la fuerza sísmica aumenta en la columna corta 15.63 y 5.50 en la parte A que es al frente y la parte trasera que es B

Tabla 26 Calificación del parámetro Configuración en Elevación

Pabellón	7. Configuración en Elevación	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
PABELLÓN 04	Columna corta	0	1	2	0.6	1.2
	Irregularidad vertical en masa	0	1	2	0.5	0
	Discontinuidad de los elementos estructurales	0	1	2	0.9	0
TOTAL						1.2

I. Separación entre líneas resistentes

Pabellón 04: Este pabellón si cuenta con la separación de apoyos laterales de una viga ya que no excede de 50 veces el menor ancho b de su cara a comprensión de acuerdo a la NTE.060

(MVCS, 2009) según la medidas $b=30$ y $H=40$ se tiene que $50 \times 30 = 1500$ cm lo cual es mayor que 6.80 m de luz de la viga principal.

Tabla 27 Calificación del parámetro separación de líneas resistentes

Pabellón	8. Separación de líneas resistentes	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Distancia máxima entre líneas resistentes	0	1	2	1	1
TOTAL						1

J. Tipo de cubierta

El Pabellón 04: Este pabellón fue diseñado con una cobertura de aligerado con dos aguas, pero al proyectarse un piso más este se hizo de cobertura metálica como se puede observar en la figura.

Tabla 28 Calificación del parámetro Tipo de Cubierta

Pabellón	9. Tipo de cubierta	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Estado de Conservación	0	1	2	0.4	0.4
	Conexión con la estructura	0	1	2	0.6	0.6
TOTAL						1

K. Elementos no estructurales

Pabellón 04: De acuerdo a los resultados obtenidos tenemos tres muros de tabiquería conocidos como elementos no estructurales donde dos de ellos son muros interiores de 1.20 m y 1.70 m de altura que están arriostrados solo en su parte horizontal y el otro es un parapeto de 1.10 m en el cual se tiene que el muro interior de 1.20 es el estable, el muro interior de 1.70 m es inestable y el parapeto de 1.10 m es inestable por lo que se le califica de B= regular.

Tabla 29 Evaluación de tabiques

Factores									Resultado
Muro	C1	m	t	y	w	a	Ms	Mr	Ms:Mr
	adim	adim	metros	KN/m ³	KN/m ²	m			
MURO-1	2	0.1250	0.15	18	1.62	1.2	0.29160	0.37575	Estable
MMURO-2	2	0.1250	0.15	18	1.62	1.7	0.58523	0.37575	Inestable
PARAPETO	3	0.5000	0.15	18	2.43	1.10	1.47015	0.37575	Inestable

Fuente: Modelo adaptado al método de Mosqueira y Tarque – 2005

Tabla 30 Calificación del parámetro Elementos no estructurales

Pabellón	10. Elementos no estructurales	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1	1
TOTAL						1

L. Estado de conservación

Pabellón 04: Al evaluar este pabellón se obtuvo la presencia de algunas fisuras especialmente en las juntas sísmicas que debe haber de bloque a bloques como con la separación de la columna con los alfeizar, por lo demás se tiene estado de conservación bueno por lo que se ha mantenido un buen estado pese a tener más de 26 años de creado.

Tabla 31 Calificación del parámetro Estado de Conservación

Pabellón	11. Estado de conservación	Clase (Ki)			Peso	Total
		A	B	C	Wi	
PABELLÓN 04	Estado de Conservación	0	1	2	2	2
TOTAL						2

Resumen de los resultados del método de Benedetti y Petrini

Tabla 32 Resumen de las calificaciones de los 11 parámetros de Benedetti y Petrini

Descripción del Parámetro	Descripción del Sub Parámetro	Clase (Ki)			Peso Wi	Total
		A	B	C		
1.. Organización del sistema resistente	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2	4
	Configuración en planta de las líneas resistentes	0	1	2	2	4
2. Calidad del sistema resistente	Calidad del tipo de mampostería y de concreto armado	0	1	2	1	0
	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.3	0.3
3. Resistencia convencional	Momento de inercia y Módulo de sección de columnas	-1	0	1	0.5	0.5
	Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.2	-0.2
4. Posición del edificio y cimentación	Condiciones y pendiente del Terreno	0	1	2	1	1
5. Diafragma Horizontal (entre piso)	Según deformabilidad y conexión con elementos resistentes	0	1	2	1	1
6. Configuración en Planta	Esquinas entrantes	0	1	2	0.6	0.6
	Torsión	0	1	2	0.4	0.4
	Columna corta	0	1	2	0.6	0.6
7. Configuración en Elevación	Irregularidad vertical en masa	0	1	2	0.5	0
	Discontinuidad de los elementos estructurales	0	1	2	0.9	0
8. Separación de líneas resistentes	Distancia máxima entre líneas resistentes	0	1	2	1	1
9. Tipo de cubierta	Estado de Conservación	0	1	2	0.4	0.4
	Conexión con la estructura	0	1	2	0.6	0.6
10. Elementos no estructurales	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1	1
11. Estado de conservación	Estado de Conservación	0	1	2	2	2
TOTAL						17.2

De acuerdo a la tabla analizada sumando todos los sub parámetros se tiene un peso total $W_i = 15$ que luego será remplazada en la fórmula del índice de gravedad para una estructura de concreto armado y albañilería confinada.

$$\sum Wi \times Ki = 17.2$$

$$Iv\% = \frac{100 \times \sum(Wi \times Ki) + 1}{34} = 50.62\%$$

Tabla 33 *Calificación de acuerdo al grado de vulnerabilidad encontrado*

Vulnerabilidad		Porcentaje (%)
A	<i>Baja</i>	<i>0-15</i>
B	<i>Media</i>	<i>15-35</i>
C	<i>Alta</i>	<i>35-94</i>

De acuerdo a los resultados de los 11 parámetros obtenidos de esta investigación tanto cuantitativamente como cualitativamente se tiene de acuerdo a la metodología italiana (Método de Benedetti y Petrini) un Índice de Vulnerabilidad sísmica de 50.62 % lo que quiere decir que su vulnerabilidad sísmica y estructural es mala y en un eventual evento sísmico este podría tener consecuencias graves como pérdidas materiales y vidas humanas.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 TIPO DE ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

Este parámetro de acuerdo a la tabla 13 de calificación de tipo de organización del sistema resiste, contemplamos que la estructura cuenta con dos sistemas estructurales uno de albañilería confinada y otro de pórticos de concreto armado, es decir muros de albañilería confinada y columnas; en los muros tendremos M-1 (25X9) cm² y columnas C-1(30X30), C-2(40X30) cm² donde la altura será de 300 cm por lo que de acuerdo al análisis que presenta es que en la dirección donde se encuentra el sistema estructural de albañilería confina cuenta con mayor rigidez que en la dirección donde se encuentra el sistema de pórticos de concreto armado, debido a que estos al ser evaluados no cumplen con el pre dimensionamiento adecuado que necesita la estructura en caso de un sismo severo, además en el diagrama de interacciones las columnas está al límite de su capacidad a compresión por lo tanto tenemos que tanto la C-1 y C-2, no cumplen con el acero mínimo necesario que te estable la Norma E0.60 de concreto armado del MVCS(2009), teniendo en la columna C-1, 4 aceros de 5/8” , C-2, 4 aceros de 5/8” lo cual ambas columnas no satisfacen la cuantía mínima necesaria que debe ser en C-1 mayor a 9cm² y en C-2 mayor a 12 cm² por lo que en este sentido donde se encuentra el sistema pórticos de concreto armado sería donde fallaría la estructura.

4.2 CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14 de calificación del parámetro de calidad del sistema resistente tenemos que la calidad del tipo de mampostería y del concreto armado de la edificación tiene una calificación de A= Buena ya que al corroborar el tipo de ladrillo utilizado en la edificación este cuenta con un ladrillo estructural King Kong 18 huecos con una resistencia

de $f'_m=55\text{kg/cm}^2$ para los muros de albañilería confinada según la norma peruana E.070 y el concreto armado se verifico con el ensayo de esclerómetro su resistencia teniendo que todos los elementos estructurales pasan la resistencia permitida de 210 kg/cm^2 de la norma peruana E0.60 de concreto armado del MVCS (2009); véase el anexo 7 de los resultados del esclerómetro.

4.3 RESISTENCIA CONVENCIONAL

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 21 de calificación de parámetros de resistencia convencional se tiene que la estructura fue edificada en el año de 1997 lo que quiere decir que está hecha antes del primer cambio que tuvo la norma peruana E. 030 de diseño sismo resistente del MVCS 1997; es por eso que tenemos una estructura que según los resultados obtenidas del análisis sísmico lineal para la estructura de tres niveles de la tabla 15 de resultados de participación de modos de masa cuenta con un periodo de 0.603 segundos debido a que el tercer nivel no cuenta con un diafragma rígido; en la tabla 16 de resultados de distorsiones reales tenemos que en el eje del sistema de albañilería confinada cumple con lo permitido de la NTE. 030 de sismorresistente del MVCS (2108) sus desplazamientos relativos no exceden el 0.005; sin embargo en el eje del sistema de pórticos de concreto armado estos no cumplen con el desplazamiento relativo de 0.007 esto se debe a que sus elementos estructurales no tienen un correcto pre dimensionamiento estructural que le dé la rigidez necesaria ; en las tablas 18 y 19 tenemos al porcentaje de cortante basal que actúa tanto en el sentido X-X y Y-Y Teniendo un sistema pórticos de concreto armado debido que más del 89.94% de la fuerza cortante lo llevan las columnas y en el otro sentido es de albañilería confinada porque la mayor fuerza cortante lo llevan los muros de dicho sistema son 81.52%; la tablas 20 de momento de inercia y módulo de

sección tenemos que la columna C-1 de 30x30 cm²; C-2 de 30x40 cm² no tienen la suficiente inercia para soportar una fuerza sísmica como se ha demostrado en el análisis sísmico lineal.

4.4 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

De acuerdo a la tabla 22 de calificación del parámetro de posición del edificio y cimentación, tenemos una calificación de B= Regular debido a que se desconoce el tipo de cimentación utilizada en esta edificación por lo que al momento de calificar se hizo a través de una topografía y un análisis de suelos, en la topografía se obtuvo un terreno con desniveles muy pequeños por lo que la cimentación se sabe que fue edificada en un terreno llano; en el estudio de mecánica de suelos se obtuvo los siguientes resultados; la M-1 un tipo de suelo ML (Limo inorgánico), sus límite líquido es de 36%, límite plástico de 25%, su índice de plasticidad de 11 % y en la M-2 un tipo de suelo GM(Grava Limosa), sus límite líquido es de 25%, límite plástico de 22%, su índice de plasticidad de 3 % ,su perfil de suelo es S2 (suelo intermedio), capacidad admisible $Q_{adm}= 1.32\text{kg/cm}^2$; por lo que se tiene un buen suelo para ser edificado pero es calificado de B= Regular debido a que se desconoce las dimensiones de su cimentación y esto le da más seguridad a la calificación al momento de los resultados.

4.5 DIAFRAGMA HORIZONTAL (ENTRE PISO)

De acuerdo a la tabla 23 de calificación del parámetro de diafragma horizontal, tiene una calificación de B=Regular debido a que en el tercer nivel la estructura no cuenta con un diafragma rígido lo que hace que la estructura se comporte en los dos primeros niveles como una sola masa y en el tercer nivel sus elementos sufren distorsiones y desplazamientos relativos independientes porque no hay una losa aligerada que los haga trabajar como una sola masa.

4.6 CONFIGURACIÓN EN PLANTA

De acuerdo a la tabla 24 de calificación del parámetro de configuración en planta se tiene dos sub parámetros tanto esquinas entrantes como torsión ambos han sido calificados con clase B= Regular debido a que el pabellón 4 tiene tanto esquinas entrantes como torsión ya que los dos bloques que conforman dicho pabellón ha sido construido teniendo una conexión entre ambos formando así la irregularidad en planta y esto se ve reflejado en los agrietamientos que tiene la edificación en la parte donde ambos bloque se unen y no se ha dejado la junta sísmica normada por el norma técnica E. 030 de diseño sismorresistente del MVCS del 2018.

4.7 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

De acuerdo a la tabla 26 de resultados de la calificación de parámetro de configuración en elevación, se tiene tres sub parámetros como son columna corta, irregularidad en masa y discontinuidad de los elementos estructurales, de todos estos sub parámetros la edificación presenta columna corta debido a que estas edificaciones fueron construidas con la primera normativa sísmica del año 1970 estás en su proceso constructivo no tenía juntas de dilatación para que los elementos estructurales de un sistema de pórticos de concreto armado pueda desplazarse libremente; al contrario estas tabiquerías han sido empotradas generando así el efecto de la columna corta, es por eso que este sub parámetro es calificado de clase C=malo, como se aprecia en la tabla 25 se tendrá en los muros A de 1.2 m y columna corta 1.8 m ; muro B de 1.7 m y columna corta 1.3 m una fuerza sísmica aumentada en su columna corta de factor de 15.63 en el eje Y y 5.50 en el eje X, lo cual en un eventual evento sísmico puede producir la falla de columna corta.

4.8 SEPARACIÓN ENTRE LÍNEAS RESISTENTES

De acuerdo a la tabla 27 de resultados de la calificación del parámetro de separación de líneas resistentes se tiene que las líneas resistentes en este caso de columnas y muros deben cumplir con la NTE.060 (MVCS, 2009) que dice que la separación de apoyos laterales de una viga no excede de 50 veces el menor ancho b de su cara a compresión por lo que tenemos según la medidas $b=30$ y $H=40$ se tiene que $50 \times 30 = 1500$ cm lo cual es mayor que 6.80 m en columnas y en muros de 9.07 m de luz de la viga principal, por lo tanto las columnas y muros de nuestra edificación están dentro de la luz permisible que debe tener entre elemento estructural y elemento estructural tanto en columnas como en muros estructurales.

4.9 TIPO DE CUBIERTA

De acuerdo a la tabla 28 de resultados del parámetro de calificación de tipo de cubierta se tiene que la estructura cuenta con una cobertura metálica a dos aguas de calamina por lo que analizando el estado de conservación y conexión con la estructura se ha calificado en clase B=regular debido a que su estado de conservación presenta envejecimiento de su estado tanto de la cobertura metálica como de la calamina, además no presenta un diafragma rígido por lo que la conexión de la estructura con la cobertura metálica solamente esta sobrepuesta.

4.10 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30 de calificación del parámetro de elementos no estructurales se tiene tres tipos de muros no estructurales el Muro-1 y Muro-2 son tabiques que conforman los alfeizar y tienen una altura de 1.20m y 1.70 m ; luego están los parapetos que son

muros que se encuentran al exterior de la edificación y este tiene una medida de 1.10 m, tenemos que los muros M-1 es estable debido a que el momento actuante M_s es mayor que el momento resistente M_r , y los muros M-1 y Parapeto son inestables porque el M_s es menor M_r por lo que tendrá una calificación de clase B= regular ya que existe un estables y dos inestables debido a la falta de arriostramiento que debe tener un tabique para que pueda mantenerse firme en un movimiento sísmico.

4.11 ESTADO DE CONSERVACIÓN

De acuerdo a los resultados de la tabla 31 de calificación del parámetro de estado de conservación, esta estructura tiene una clase B=Regular debido a que esta estructura cuenta con 26 años de antigüedad y su estado tiene ciertos deterioros producto a la edad, falta de mantenimiento, sismos a lo largo de su vida útil y al mal diseño estructural por lo que hoy en día la edificación presenta algunos agrietamientos y fisuras en su estructura véase en la figura.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

- Se determinó que el pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca presenta un índice de vulnerabilidad sísmica y estructural de 50.62%.
- Se determinó de acuerdo a los parámetros estructurales que las columnas no cuenta con la rigidez necesaria para contrarrestar un sismo, no cumplen el diseño apropiado de acuerdo al diagrama de interacciones además estas columnas no cuentan con el acero mínimo necesario; tenemos dos tipos de sistemas estructurales uno es de pórticos de concreto armado y sistema de albañilería confinada en el pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca
- Se determinó los parámetros constructivos a través del ensayo del esclerómetro, topografía y estudio de mecánica de suelos; teniendo que las resistencias para columnas y vigas superan $F'c=210\text{kg/cm}^2$ de diseño, pendiente menor al 5%, y un perfil de suelo S2 (suelo intermedio) en el pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca.
- Se determinó los parámetros geométricos como la configuración en planta y la configuración en elevación, de los cuales se obtuvo que se tiene esquinas entrantes, torsión y efecto de columna corta en el pabellón 04 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca.

5.2 RECOMENDACIONES:

- A las autoridades competentes hacer un plan de evacuación mediante señalización y charlas de concientización y así poder evitar accidentes en caso ocurra un eventual sismo.
- Dar un mantenimiento adecuado para evitar deterioros en su estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Perez, M., & Huquimango Alaya, L. E. (2022). *Nivel de vulnerabilidad sísmica en los pabellones A y B de la institución educativa San Ramón de la ciudad de Cajamarca*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Bernardo Reyes, Y. (2019). *Vulnerabilidad de viviendas unifamiliares mediante los índice de Benedetti- Petrini en la Asociación los Libertadores-Huancayo-Junín*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.
- Carreón Hernández, C. (2021). *Método para evaluar la vulnerabilidad sísmica en edificios de concreto reforzado en México*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Giron Delgado, C. L., & Carrasco Bautista, M. K. (2019). *Vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad del instituto pedagógico Víctor Andrés Belaunde, Jaén, Cajamarca-2019*. Universidad Nacional de Jaén, Jaén.
- Guzmán Cortés, J. (2022). *Método de evaluación y rehabilitación de edificios escolares*. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- INDECI. (2021). *Movimiento sísmico de magnitud 5.2 en el distrito de San Ignacio- Cajamarca*. Instituto Nacional de Defensa Civil, Lima, Perú.
- INGEMMET. (2021). *Fallas Geológicas: El origen de los Terremotos*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Lima, Perú.
- Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). *Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en Perú* (Primero ed., Vol. Primero). Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Marín Gonzales, E. D. (2022). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón III de la I.E. 16003 Miraflores del distrito de Jaén- Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Jaén, Perú.

- Marín Marín, M. P. (2023). *Riesgo sísmico de la Institución Educativa primaria de menores N°16002, del distrito y provincia de Jaén, Región Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Perú.
- MVCS. (2006). Norma Técnica Edificaciones 0.70 de Albañilería. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2008). Norma Técnica E.080 Adobe. Resolución Ministerial N°070-2008-VIVIENDA. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2009). Norma Técnica de Edificaciones 0.60 de Concreto Armado. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- MVCS. (2018). *Norma Técnica Edificaciones 0.30 de Diseño Sismo Resistente*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- Oviedo Sarmiento, R. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado*. (DAKYNA, Ed.) Lima, Perú: O.I. E.I.R.L,Ed.
- Panay Schweizer, M. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en los edificios escolares construidos bajo el plan la serena, 1946-1952*. Universidad de Chile, Chile.
- Santos Quispe, D. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017*. Universidad Continental, Huancayo.
- Segundo Conde, A. M., & Ramirez Cabrera, J. R. (2023). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa N° 20316 Manuel Iladuro de los Santos Camones, Amay, Huacho-2022*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Seiner Lizárraga, L. (2017). *Catálogo histórico- sísmico del Perú. Siglos XV-XVII*. Lima, Lima, Perú: Fondo Editorial.

ANEXOS:

7.1. RESULTADOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

	TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"	
	TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	
		Nº REGISTRO: EMS-TP-2023-010 FECHA: ENERO - 2023
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN		
Profesional Responsable (PR):	Bach. David Galeno Alvarado Guevara	
Tipo de Cimentación	Zapatatas Aisladas	
Estrato de apoyo de la cimentación:		
Profundidad de napa freática	No se encontro Napa freatica	
Parámetro de diseño de cimentación		
Profundidad de Cimentación:	1.50 m	
Presión Admisible:	1.32 kg/cm ²	
Factor de Seguridad por corte:	4	
Asentamiento Diferencial Maximo Aceptable	0.19 cm < 2.54cm	
	(1": Asentamiento Máximo Permisible)	
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la norma E.0.30		
Zona Sísmica:	2	
Z:	0.25	
Tipo de perfil del suelo:	S2	
Factor del suelo(S):	1.2	
Periodo TP (s):	0.6	
Periodo TL (s):	2	
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Insignificante (Cemento Porland Tipo I)	
	No licuable	
Problemas Especiales de cimentación:	No colapsable	
	No Expansivo	
Indicaciones Adicionales:	No deberá de cimentarse sobre suelo organico, relleno no tratado. Estos materiales deben ser removidos en su totalidad.	



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA
DISTRITO: TABACONAS, **PROVINCIA:** SAN IGNACIO, **DEPARTAMENTO:** CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010
FECHA: ENERO - 2023

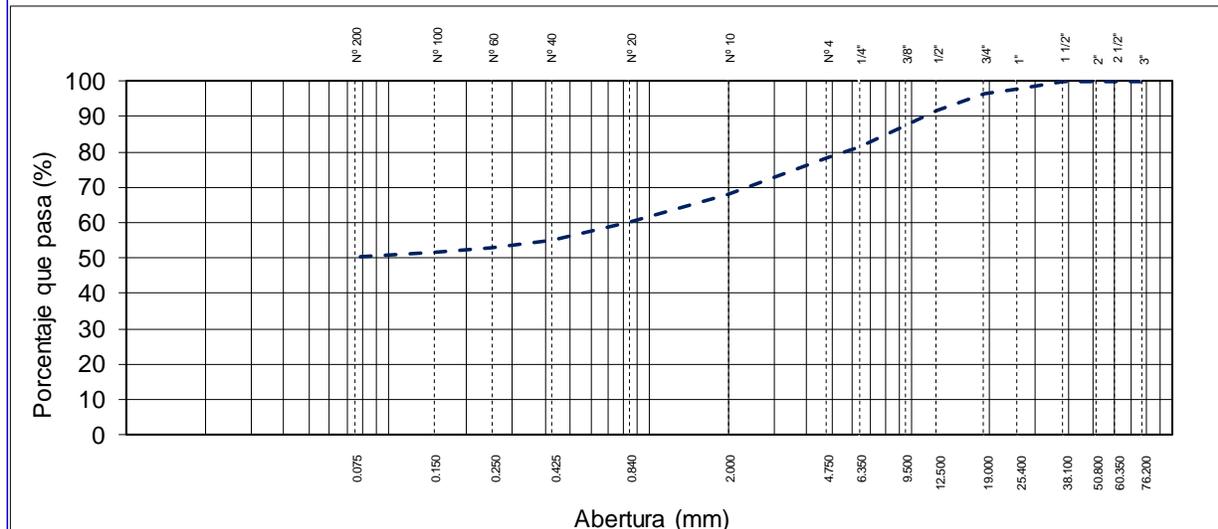
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural **TAMANO MÁXIMO :** 1 1/2"
CALICATA : C-1 / M-1 **DESCRIPCION :** AULAS
PROFUND. : 0.20 - 0.80 m. **NIVEL FREÁTICO :** -

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
10"	254.000						
6"	152.400						Peso inicial seco : 2000.0 gr.
5"	127.000						Peso fracción : 1010.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 13.0
2 1/2"	60.350						Límite Líquido (LL): 36.0
2"	50.800						Límite Plástico (LP): 25.0
1 1/2"	38.100				100.0		Índice Plástico (IP): 11.0
1"	25.400	48.0	2.4	2.4	97.6		Clasificación (SUCS) : ML
3/4"	19.000	26.0	1.3	3.7	96.3		Clasificación (AASHTO) : A-6 (3)
1/2"	12.500	91.0	4.6	8.3	91.8		Descripción (AASHTO): MALO
3/8"	9.500	90.0	4.5	12.8	87.3		Descripción (SUCS): Limo arenoso de baja plasticidad con grava
1/4"	6.350	120.0	6.0	18.8	81.3		
N° 4	4.750	62.0	3.1	21.9	78.2		Índice de Consistencia : 2.09
N° 10	2.000	202.0	10.1	32.0	68.1		CU : 0.000 CC : 0.000
N° 20	0.840	153.0	7.7	39.6	60.4		OBSERVACIONES :
N° 40	0.425	106.0	5.3	44.9	55.1		Grava > 2" : 0.0
N° 60	0.250	47.0	2.4	47.3	52.8		Grava 2" - N° 4 : 21.9
N° 100	0.150	26.0	1.3	48.6	51.5		Arena N°4 - N° 200 : 27.7
N° 200	0.075	19.0	1.0	49.5	50.5		Finos < N° 200 : 50.5
< N° 200	FONDO	1010.0	50.5	100.0			%>3" 0.0%

CURVA GRANULOMETRICA





TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

Nº REGISTRO: EMS-TP-2023-010

FECHA: ENERO - 2023

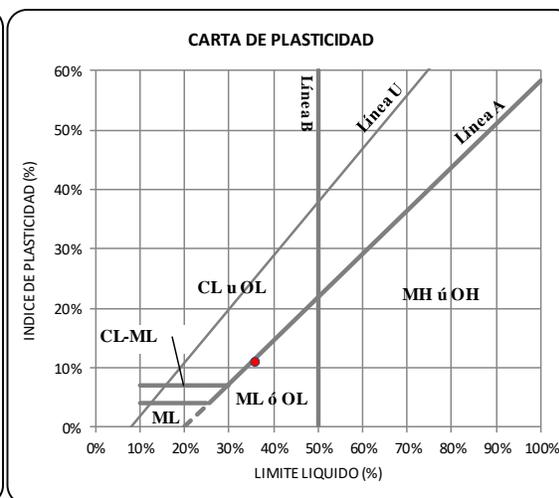
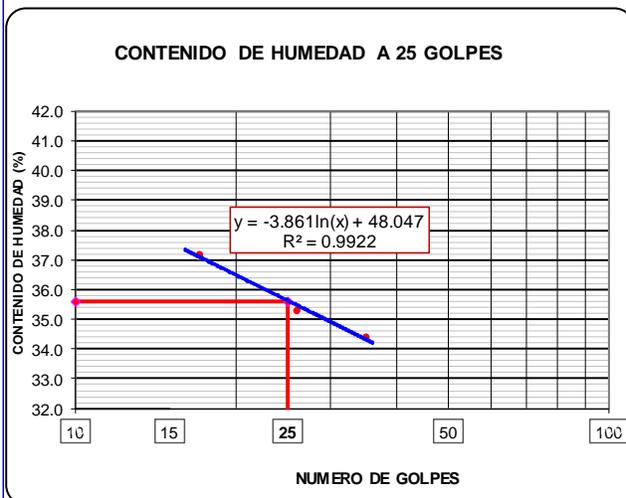
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 Y E 111 - A.S.T.M. D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural	TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"
CALICATA : C-1 / M-1	DESCRIPCION : AULAS
PROFUND. : 0.20 - 0.80 m.	

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
Nº TARRO		7	8	10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		37.16	37.00	40.49
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		31.47	31.32	34.91
PESO DE AGUA (g)		5.69	5.68	5.58
PESO DEL TARRO (g)		16.16	15.24	18.69
PESO DEL SUELO SECO (g)		15.31	16.08	16.22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		37.17	35.32	34.40
NUMERO DE GOLPES		17	26	35

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
Nº TARRO		12		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		10.55		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		9.80		
PESO DE AGUA (g)		0.75		
PESO DEL TARRO (g)		6.80		
PESO DEL SUELO SECO (g)		3.00		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		25.00		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36%
LIMITE PLASTICO	25%
INDICE DE PLASTICIDAD	11%



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010

FECHA: ENERO - 2023

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

MTC E 108 - A.S.T.M. D 2216

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural

TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"

CALICATA : C-1 / M-1

DESCRIPCION : AULAS

PROFUND. : 0.20 - 0.80

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	3000.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	2655.0		
Peso Tara (gr.)			
Peso Agua (gr.)	345.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	2655.0		
Contenido de Humedad (gr.)	13.0		
Promedio (%)	13.0		



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N° 16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010
FECHA: ENERO - 2023

DENSIDAD NATURAL HUMEDA
A.S.T.M. D 2937

PROCEDENCIA : Terreno Natural	TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"
CALICATA : C-1 / M-1	DESCRIPCION : AULAS
PROFUND. : 0.20 - 0.80	

ENSAYE :	1	2	3		
W Muestreador + M.Humeda Inicial (gr)	428.50	427.80			
W Muestreador (gr)	248.00	248.00			
W M. Humeda (gr)	180.50	179.80			
Volumen Muestreador (cm ³)	103.80	103.80			
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.74	1.73			
Densidad Humeda Promedio (gr/cm³)	1.74				

DENSIDAD SECA
A.S.T.M. D 2937

ENSAYE :	1	2			
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.74				
Densidad Agua (gr/cm ³)	1.00				
Humedad Natural (%)	12.99				
Densidad Seca (%)	1.54				
Densidad Seca Promedio (gr/cm³)	1.54				



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, **PROVINCIA:** SAN IGNACIO, **DEPARTAMENTO:** CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010

FECHA: ENERO - 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural

TAMANO MÁXIMO : 1 1/2"

CALICATA : C-1 / M-2

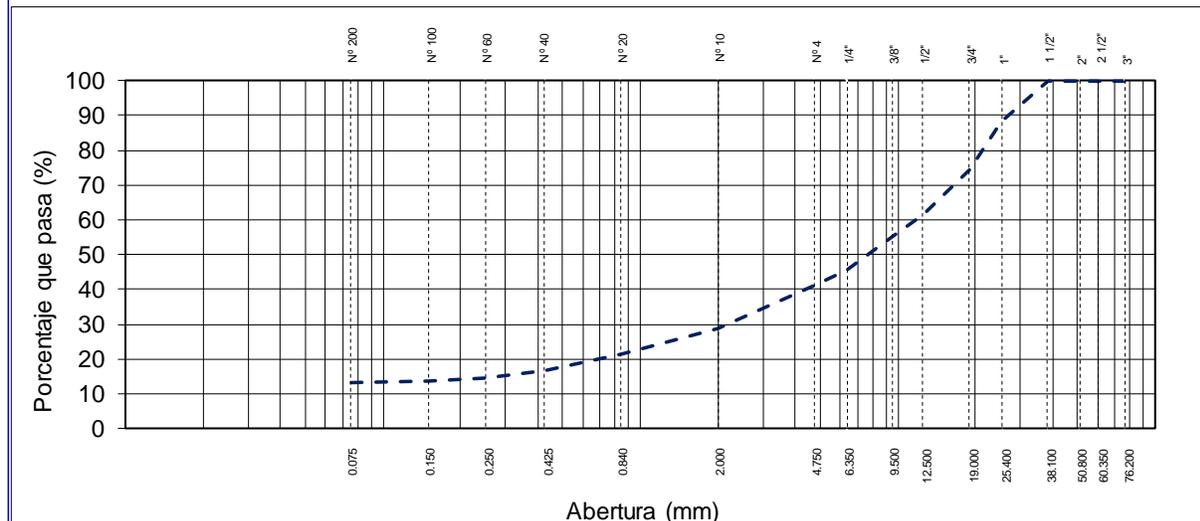
DESCRIPCION : AULAS

PROFUND. : 0.80 - 3.00 m.

NIVEL FREATICO : -

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)						
10"	254.000						
6"	152.400						Peso inicial seco : 2900.0 gr.
5"	127.000						Peso fracción : 380.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 7.1
2 1/2"	60.350						Límite Líquido (LL): 25.0
2"	50.800						Límite Plástico (LP): 22.0
1 1/2"	38.100				100.0		Índice Plástico (IP): 3.0
1"	25.400	345.0	11.9	11.9	88.1		Clasificación (SUCS) : GM
3/4"	19.000	394.0	13.6	25.5	74.5		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
1/2"	12.500	371.0	12.8	38.3	61.7		Descripción (AASHTO): BUENO
3/8"	9.500	189.0	6.5	44.8	55.2		Descripción (SUCS): Grava limosa con arena
1/4"	6.350	285.0	9.8	54.6	45.4		
N° 4	4.750	121.0	4.2	58.8	41.2		Índice de Consistencia : 5.97
N° 10	2.000	364.0	12.6	71.3	28.7		CU : 0.000 CC : 0.000
N° 20	0.840	215.0	7.4	78.8	21.2		OBSERVACIONES :
N° 40	0.425	132.0	4.6	83.3	16.7		Grava > 2" : 0.0
N° 60	0.250	57.0	2.0	85.3	14.7		Grava 2" - N° 4 : 58.8
N° 100	0.150	27.0	0.9	86.2	13.8		Arena N°4 - N° 200 : 28.1
N° 200	0.075	20.0	0.7	86.9	13.1		Finos < N° 200 : 13.1
< N° 200	FONDO	380.0	13.1	100.0			%>3" 0.0%

CURVA GRANULOMETRICA





TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA
 DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010

FECHA: ENERO - 2023

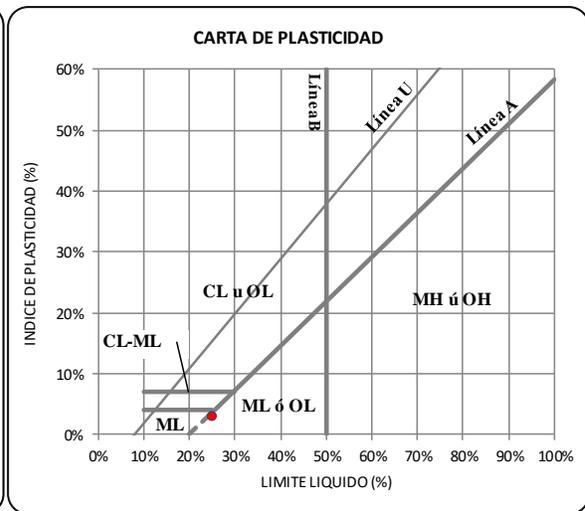
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
 MTC E 110 Y E 111 - A.S.T.M. D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural	TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"
CALICATA : C-1 / M-2	DESCRIPCION : AULAS
PROFUND. : 0.80 - 3.00 m.	

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)				
N° TARRO		1	23	7
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		41.20	38.80	42.30
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		36.30	34.25	37.20
PESO DE AGUA (g)		4.90	4.55	5.10
PESO DEL TARRO (g)		17.79	16.16	16.16
PESO DEL SUELO SECO (g)		18.51	18.09	21.04
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.47	25.15	24.24
NUMERO DE GOLPES		12	21	32

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
N° TARRO		5		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		10.10		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		9.53		
PESO DE AGUA (g)		0.57		
PESO DEL TARRO (g)		6.91		
PESO DEL SUELO SECO (g)		2.62		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		21.76		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25%
LIMITE PLASTICO	22%
INDICE DE PLASTICIDAD	3%

--



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010

FECHA: ENERO - 2023

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - A.S.T.M. D 2216

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Terreno Natural

TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"

CALICATA : C-1 / M-2

DESCRIPCION : AULAS

PROFUND. : 0.80 - 3.00

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	4000.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	3735.0		
Peso Tara (gr.)			
Peso Agua (gr.)	265.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	3735.0		
Contenido de Humedad (gr.)	7.1		
Promedio (%)	7.1		



TESIS: "DETERMINACION VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N° 16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



TESISTA: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

DISTRITO: TABACONAS, PROVINCIA: SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

N° REGISTRO: EMS-TP-2023-010
FECHA: ENERO - 2023

DENSIDAD NATURAL HUMEDA
A.S.T.M. D 2937

PROCEDENCIA : Terreno Natural	TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2"
CALICATA : C-1 / M-2	DESCRIPCION : AULAS
PROFUND. : 0.80 - 3.00	

ENSAYE :	1	2	3		
W Muestreador + M.Humeda Inicial (gr)	431.50	431.00			
W Muestreador (gr)	248.00	248.00			
W M. Humeda (gr)	183.50	183.00			
Volumen Muestreador (cm ³)	103.80	103.80			
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.77	1.76			
Densidad Humeda Promedio (gr/cm³)	1.77				

DENSIDAD SECA
A.S.T.M. D 2937

ENSAYE :	1	2			
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.77				
Densidad Agua (gr/cm ³)	1.00				
Humedad Natural (%)	7.10				
Densidad Seca (%)	1.65				
Densidad Seca Promedio (gr/cm³)	1.65				



TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N° 16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS DE LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"



UBICACIÓN: LOCALIDAD: CHURUYACU; DISTRITO: TABACONAS; PROVINCIA: SAN IGNACIO; DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

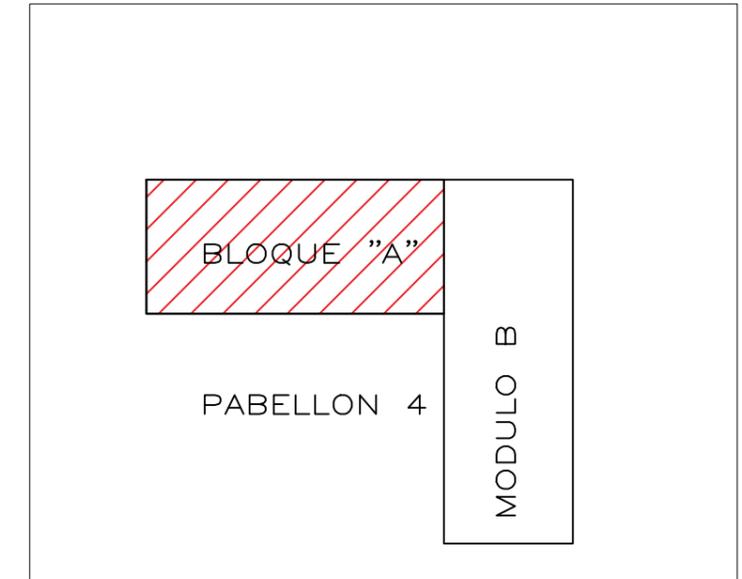
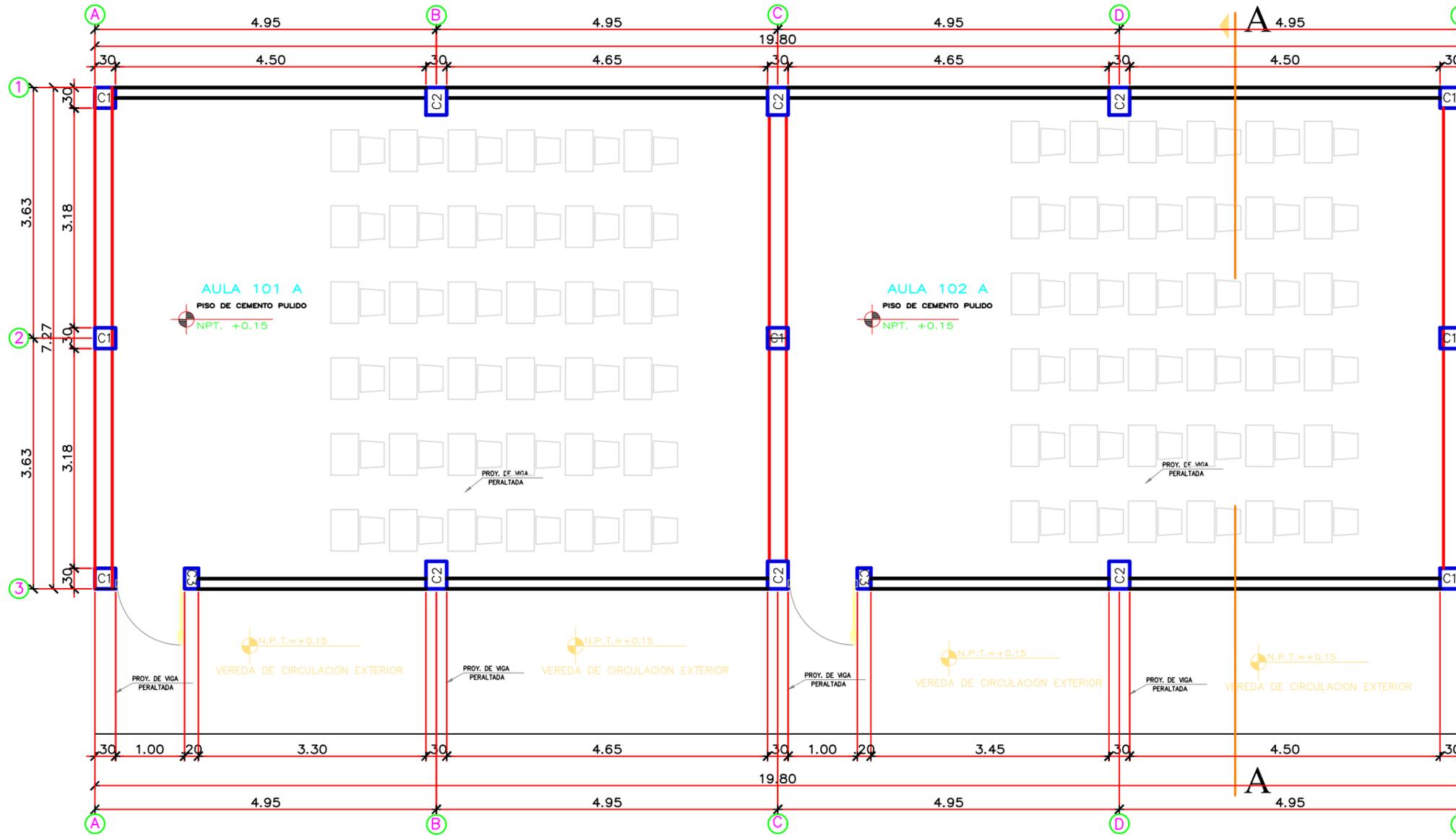
Registro N°: EC-CCAL-2023-002
Fecha: ENERO - 2023

METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO
(ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805

I.E.	LADO	ESTRUCTURA	PUNTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)									PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		(Diseño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje Fc
N° 16543 - LEONCIO PRADO	DERECHO	COLUMNA C-1	P - 1	34.00	34.00	32.00	28.00	38.00	35.00	34.00	36.00	35.00	34	210.00	260.00	124
OBSERVACIONES:			ANGULO DE IMPACTO MARCA DEL EQUIPO	0° ESCLEROMETRO ZHEJIANG									n (Numero de Muestras) Xp (Promedio) Resistencia de Diseño (Fc) Valor Maximo Valor Minimo Desviacion Estandar Varianza Coefficiente de Variacion		9.00 260 kg/cm2 210 kg/cm2 36.00 28.00 62.00 6.89 -	
N° 16543 - LEONCIO PRADO	DERECHO	COLUMNA C-2	P - 2	38.00	44.00	44.00	40.00	41.00	40.00	38.00	38.00	39.00	40	210.00	350.00	167
OBSERVACIONES:			ANGULO DE IMPACTO MARCA DEL EQUIPO	0° ESCLEROMETRO ZHEJIANG									n (Numero de Muestras) Xp (Promedio) Resistencia de Diseño (Fc) Valor Maximo Valor Minimo Desviacion Estandar Varianza Coefficiente de Variacion		9.00 {350kg/cm2 210 kg/cm2 44.00 38.00 45.56 5.06 -	
N° 16543 - LEONCIO PRADO	DERECHO	VIGA P (30 X 40)	P - 1	44.00	47.00	38.00	42.00	36.00	38.00	36.00	28.00	33.00	38	210.00	310.00	148
OBSERVACIONES:			ANGULO DE IMPACTO MARCA DEL EQUIPO	0° ESCLEROMETRO ZHEJIANG									n (Numero de Muestras) Xp (Promedio) Resistencia de Diseño (Fc) Valor Maximo Valor Minimo Desviacion Estandar Varianza Coefficiente de Variacion		9.00 310 kg/cm2 210 kg/cm2 47.00 28.00 266.00 29.56 -	

PLANTA PRIMER PISO BLOQUE "A"

ESCALA : 1/75



LEYENDA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA "

PLANO: ARQUITECTURA

Departamento : CAJAMARCA Distrito : TABACONAS
 Provincia : SAN IGNACIO Lugar : CHURUYACU

DIBUJO:
 DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

ESCALA:
 INDICADA

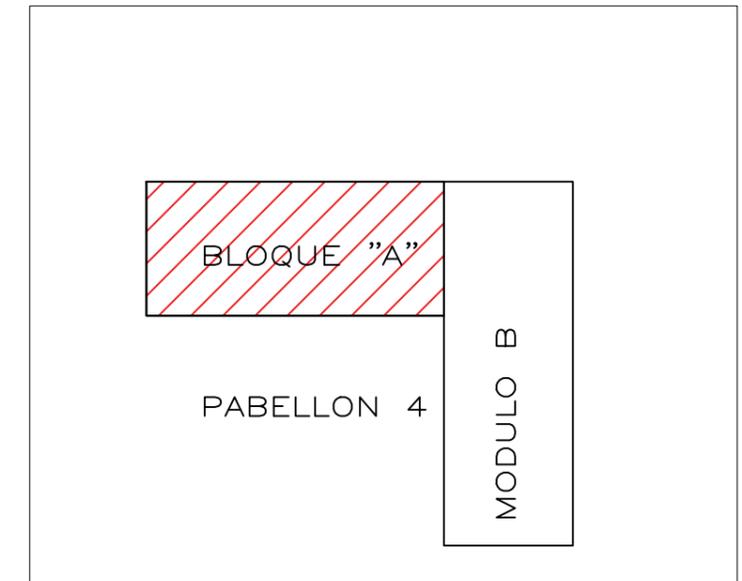
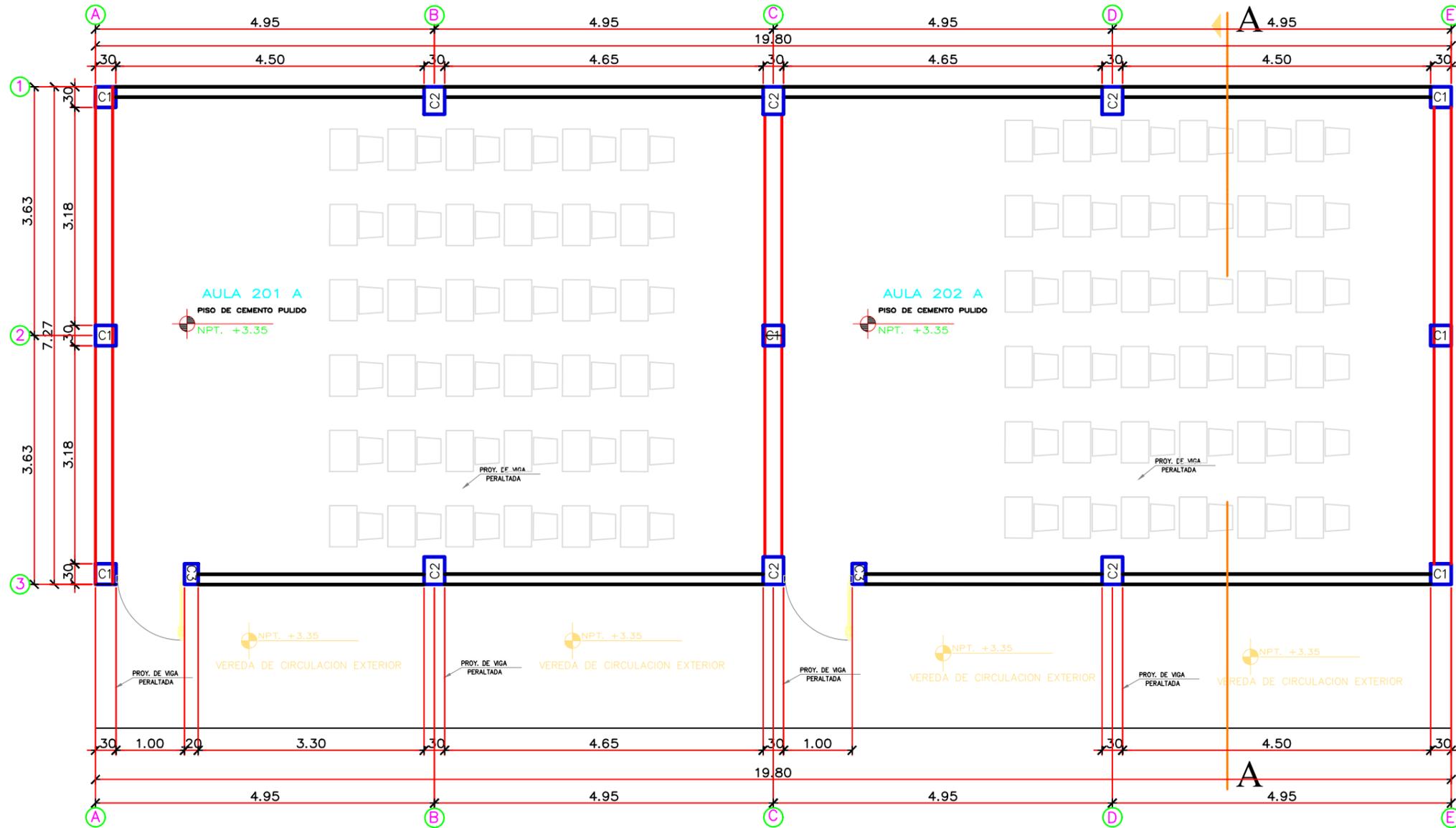
FECHA :
 ENERO 2023

LAMINA:

A-01

PLANTA SEGUNDO PISO BLOQUE "A"

ESCALA : 1/75



LEYENDA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA "

PLANO: ARQUITECTURA

Departamento : CAJAMARCA Distrito : TABACONAS
 Provincia : SAN IGNACIO Lugar : CHURUYACU

DIBUJO:
 DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA

ESCALA:
 INDICADA

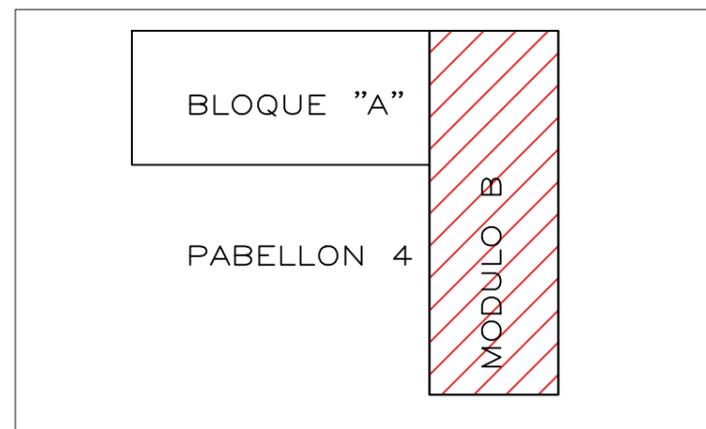
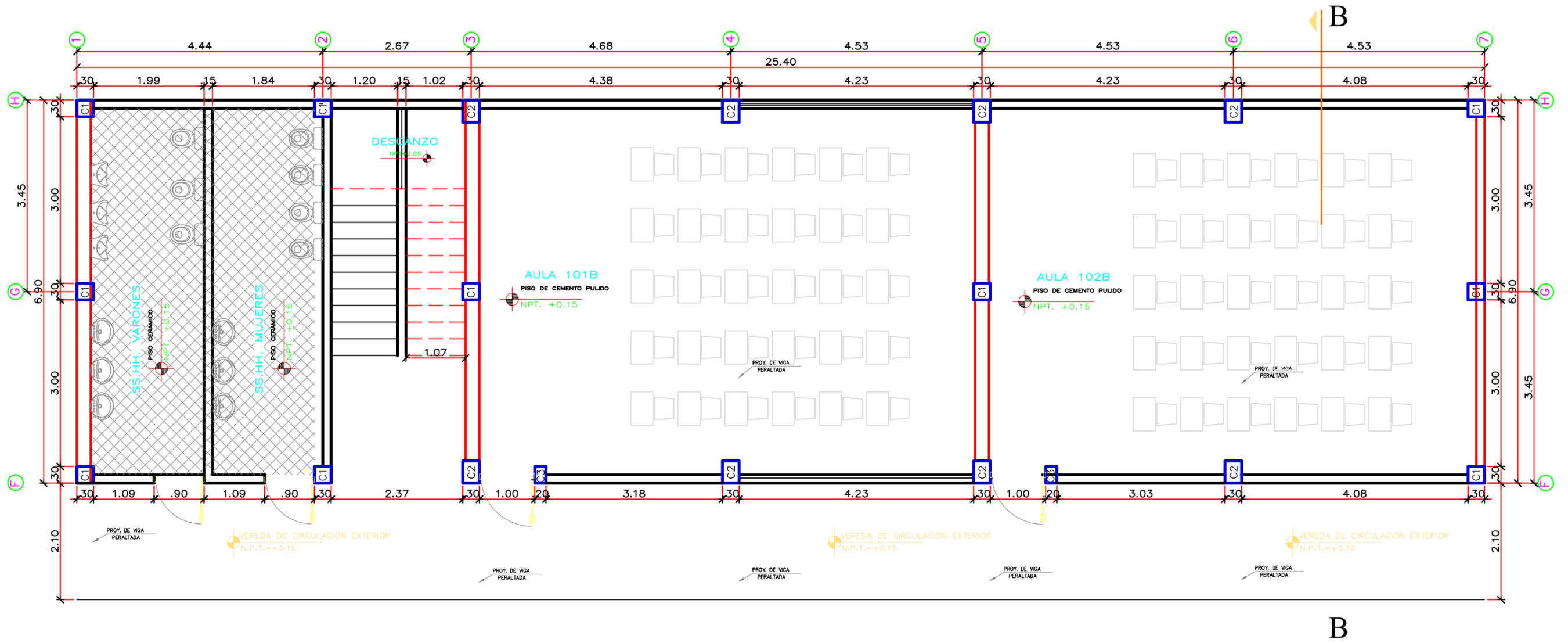
FECHA :
 ENERO 2023

LAMINA:

A-02

PLANTA PRIMER PISO BLOQUE "B"

ESCALA : 1/75

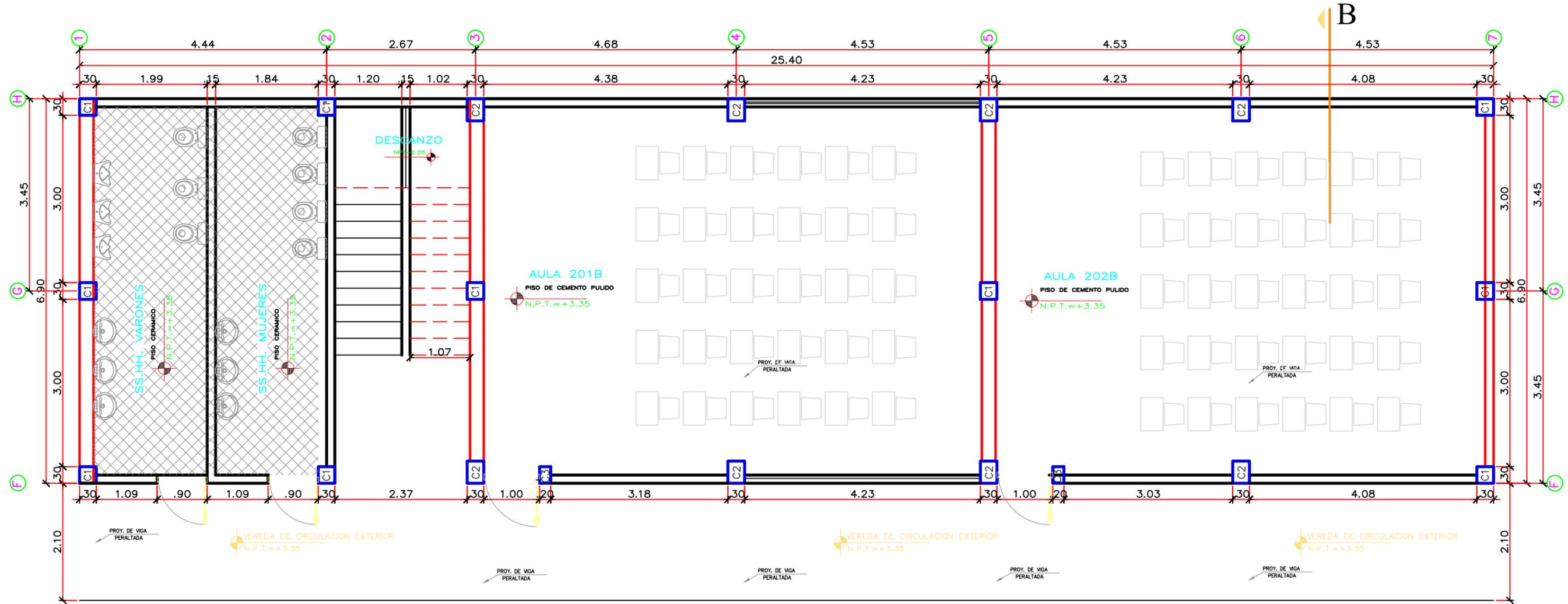


LEYENDA

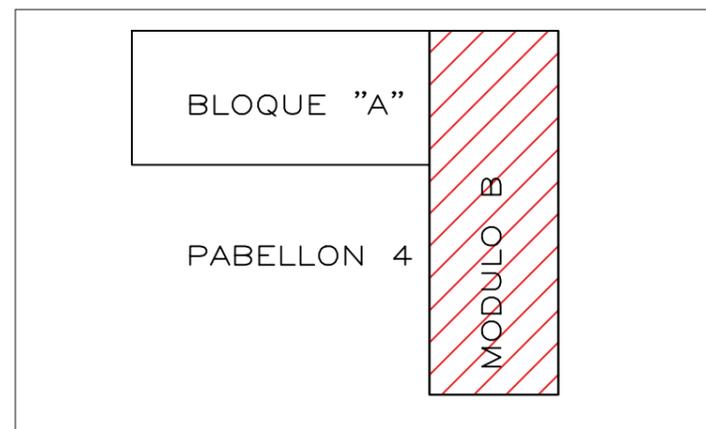
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		LAMINA: A-03
	TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"		
	PLANO : ARQUITECTURA: DISTRIBUCION AULAS, BAÑO		
	Departamento : CAJAMARCA	Distrito : TABACONAS	
	Provincia : SAN IGNACIO	Lugar : CHURUYAYU	
DIBUJO: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA	ESCALA: INDICADA	FECHA : ENERO 2023	

PLANTA SEGUNDO PISO BLOQUE "B"

ESCALA : 1/75

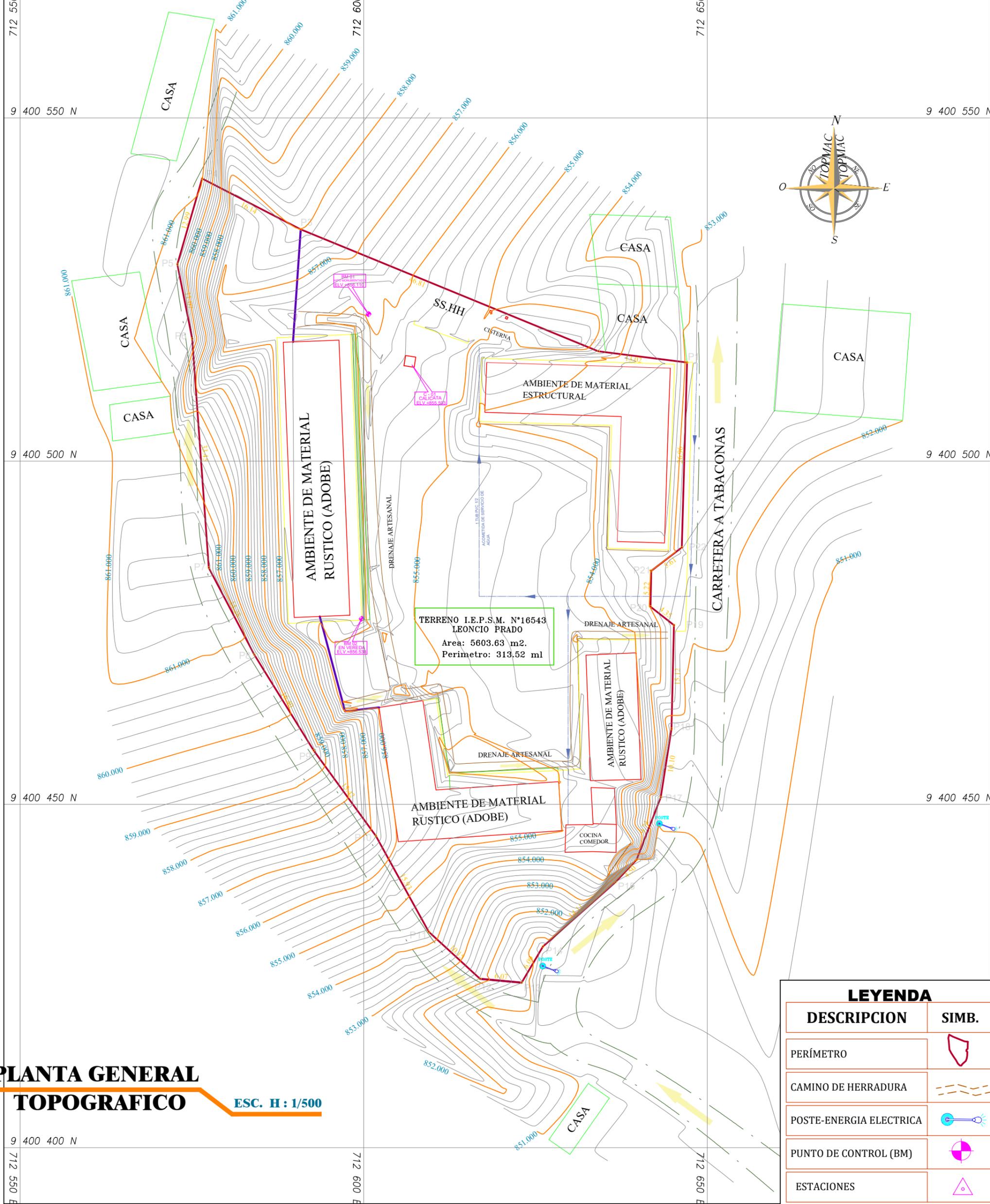


B



LEYENDA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
	TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"	
	PLANO : ARQUITECTURA: DISTRIBUCION AULAS, BAÑO	LAMINA: A-04
	Departamento : CAJAMARCA Distrito : TABACONAS Provincia : SAN IGNACIO Lugar : CHURUYAYU	DIBUJO: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA ESCALA: INDICADA FECHA : ENERO 2023



PLANTA GENERAL TOPOGRAFICO

ESC. H : 1/500

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMB.
PERÍMETRO	
CAMINO DE HERRADURA	
POSTE-ENERGIA ELECTRICA	
PUNTO DE CONTROL (BM)	
ESTACIONES	
CURVAS DE NIVEL	

CUADRO DE COORDENADAS					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	13.02	95°34'33"	712647.0531	9400514.3734
P2	P2 - P3	46.81	195°7'38"	712634.1357	9400516.0000
P3	P3 - P4	16.14	184°59'14"	712590.8251	9400533.7669
P4	P4 - P5	12.99	78°46'21"	712576.4853	9400541.1655
P5	P5 - P6	11.07	152°45'11"	712572.8914	9400528.6847
P6	P6 - P7	33.45	187°1'23"	712575.0379	9400517.8271
P7	P7 - P8	14.28	156°35'39"	712577.4639	9400484.4696
P8	P8 - P9	16.40	175°47'3"	712584.0700	9400471.8147
P9	P9 - P10	15.42	175°46'59"	712592.7095	9400457.8707
P10	P10 - P11	15.93	187°10'19"	712601.7740	9400445.3937
P11	P11 - P12	10.15	161°20'27"	712609.4529	9400431.4410
P12	P12 - P13	6.07	142°31'5"	712616.9350	9400424.5815
P13	P13 - P14	6.09	115°26'49"	712622.9843	9400424.0488
P14	P14 - P15	14.11	197°54'16"	712626.0732	9400429.2970
P15	P15 - P16	4.50	175°0'13"	712636.6213	9400438.6675
P16	P16 - P17	9.74	157°45'47"	712639.7113	9400441.9365
P17	P17 - P18	10.10	167°48'9"	712643.2272	9400451.0245
P18	P18 - P19	15.12	172°25'10"	712644.7983	9400460.9970
P19	P19 - P20	4.35	126°38'32"	712645.1605	9400476.1156
P20	P20 - P21	5.22	233°10'25"	712641.7357	9400478.7928
P21	P21 - P22	5.61	231°23'13"	712641.8440	9400484.0140
P22	P22 - P1	26.96	129°1'35"	712646.2996	9400487.4237

CUADRO DE COORDENADAS DE BM DATUM WG84				
BM	DESCRIPCION	COTA	ESTE (X)	NORTE (Y)
01	HITO MONUMENTADO	856.110	712600.7049	9400521.4168
02	EN VEREDA	856.538	712599.6948	9400477.0381

Area: 5603.63 m²
Perimetro: 313.52 ml

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

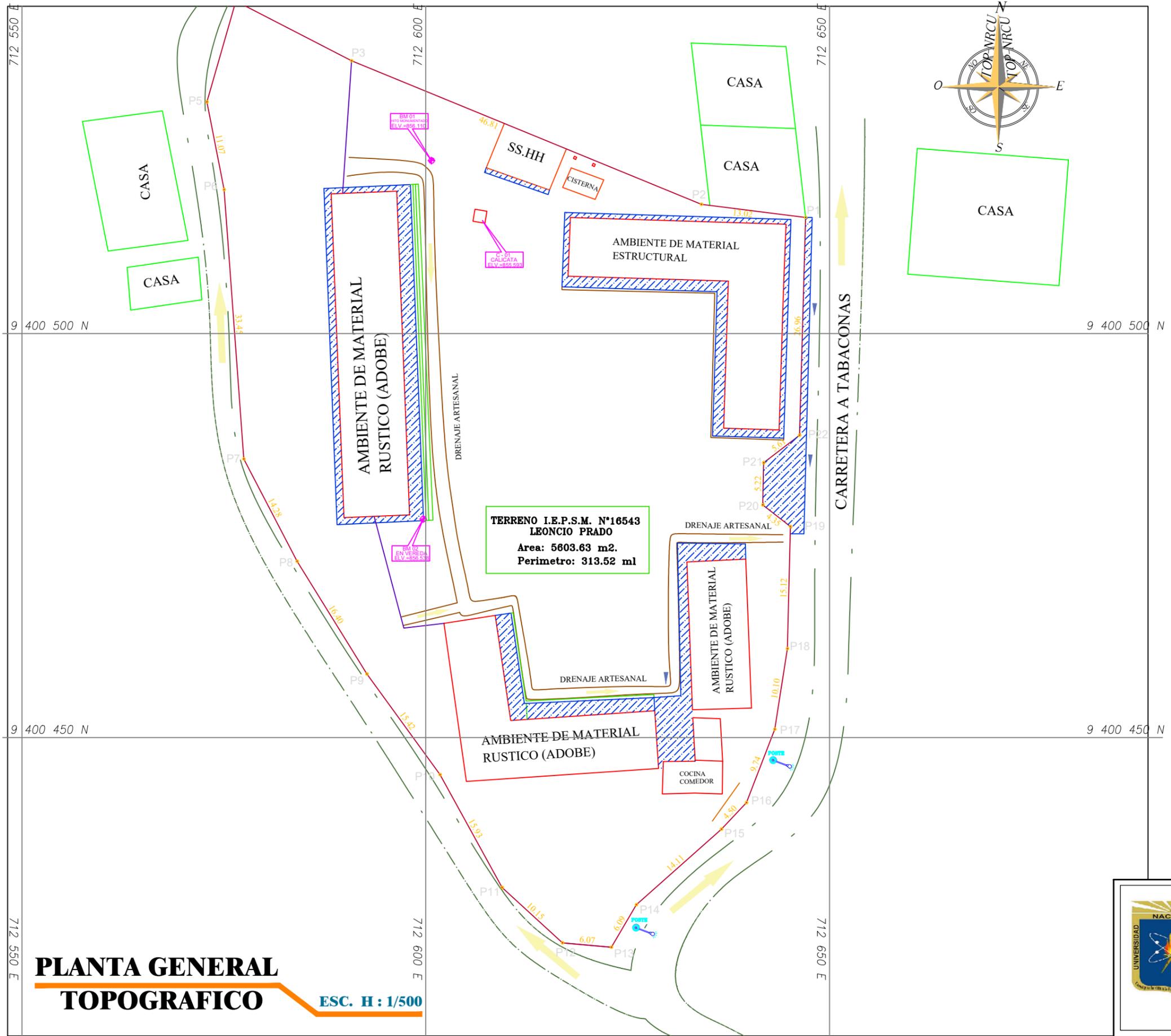
PLANO : TOPOGRAFICO

Departamento : CAJAMARCA Distrito : TABACONAS
Provincia : SAN IGNACIO Lugar : CHURUYACU

DIBUJO: DAVID DALENO ALVARADO GUEVARA ESCALA: INDICADA FECHA : ENERO 2023

LAMINA:

T-01



LEYENDA

DESCRIPCION	SIMB.
PERÍMETRO	
CAMINO DE HERRADURA	
POSTE-ENERGIA ELECTRICA	
PUNTO DE CONTROL (BM)	
ESTACIONES	
CURVAS DE NIVEL	

CUADRO DE COORDENADAS DE BM DATUM WG84

BM	DESCRIPCION	COTA	ESTE (X)	NORTE (Y)
01	HITO MONUMENTADO	856.110	712600.7049	9400521.4168
02	EN VEREDA	856.538	712599.6948	9400477.0381

CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	13.02	95°34'33"	712647.0531	9400514.3734
P2	P2 - P3	46.81	195°7'38"	712634.1357	9400516.0000
P3	P3 - P4	16.14	184°59'14"	712590.8251	9400533.7669
P4	P4 - P5	12.99	78°46'21"	712576.4853	9400541.1655
P5	P5 - P6	11.07	152°45'11"	712572.8914	9400528.6847
P6	P6 - P7	33.45	187°1'23"	712575.0379	9400517.8271
P7	P7 - P8	14.28	156°35'39"	712577.4639	9400484.4696
P8	P8 - P9	16.40	175°47'3"	712584.0700	9400471.8147
P9	P9 - P10	15.42	175°46'59"	712592.7095	9400457.8707
P10	P10 - P11	15.93	187°10'19"	712601.7740	9400445.3937
P11	P11 - P12	10.15	161°20'27"	712609.4529	9400431.4410
P12	P12 - P13	6.07	142°31'5"	712616.9350	9400424.5815
P13	P13 - P14	6.09	115°26'49"	712622.9843	9400424.0488
P14	P14 - P15	14.11	197°54'16"	712626.0732	9400429.2970
P15	P15 - P16	4.50	175°0'13"	712636.6213	9400438.6675
P16	P16 - P17	9.74	157°45'47"	712639.7113	9400441.9365
P17	P17 - P18	10.10	167°48'9"	712643.2272	9400451.0245
P18	P18 - P19	15.12	172°25'10"	712644.7983	9400460.9970
P19	P19 - P20	4.35	126°38'32"	712645.1605	9400476.1156
P20	P20 - P21	5.22	233°10'25"	712641.7357	9400478.7928
P21	P21 - P22	5.61	231°23'13"	712641.8440	9400484.0140
P22	P22 - P1	26.96	129°1'35"	712646.2996	9400487.4237

Area: 5603.63 m²
Perimetro: 313.52 ml

PLANTA GENERAL TOPOGRAFICO
ESC. H : 1/500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

TESIS: "DETERMINACIÓN VULNERABILIDAD SISMICA Y ESTRUCTURAL DE LA I.E. N°16543 LEONCIO PRADO DEL DISTRITO DE TABACONAS EN LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

PLANO : TOPOGRAFICO: PERIMETRO

Departamento : CAJAMARCA Distrito : TABACONAS
Provincia : SAN IGNACIO Lugar : CHURUYACU

DIBUJO: DAVID GALENO ALVARADO GUEVARA ESCALA: INDICADA FECHA : ENERO 2023

LAMINA:

PE-01

7.3. FOTOGRAFÍAS DE LA EDIFICACIÓN

Figura 10 *Vista de la edificación de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado, donde se tiene una estructura de concreto armado*



Figura 11 *Vista de la edificación de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado, estructuras de adobe.*



Figura 12 *vista de la parte externa del pabellón VI de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado*



Figura 13 *Medida de los alfeizares para verificar posible falla de columna corta*



Figura 14 *Agrietamiento en elementos no estructurales por falta de juntas de dilatación*



Figura 15 *Verificación de medida de elementos estructurales*



Figura 16 *No hay presencia de junta sísmica de bloque a bloque*



Figura 17 *No hay presencia de junta sísmica de bloque a bloque*



Figura 18 Realización del ensayo de esclerómetro en la columna C-1 de (30x30) punto 1



Figura 19 Realización del ensayo de esclerometría en la viga peraltada de (30x40) punto 1



Figura 20 Realización del ensayo de esclerómetro en la columna C-2 de (30x40) punto 3



Figura 21 Levantamiento topográfico de toda la I.E. 16 543 Leoncio Prado



Figura 22 Levantamiento topográfico de toda la I.E. 16 543 Leoncio Prado



Figura 23 Realización de Calicata C-01 de 3 metros de profundidad



Figura 24 Calicata de 3 m de profundidad lista para sacar las muestras de los tres estratos



Figura 25 Calicata C-01 con descripción del punto y nombre de la tesis.



Figura 26 Verificación de la medida de la calicata C-01 de 3 metros de profundidad

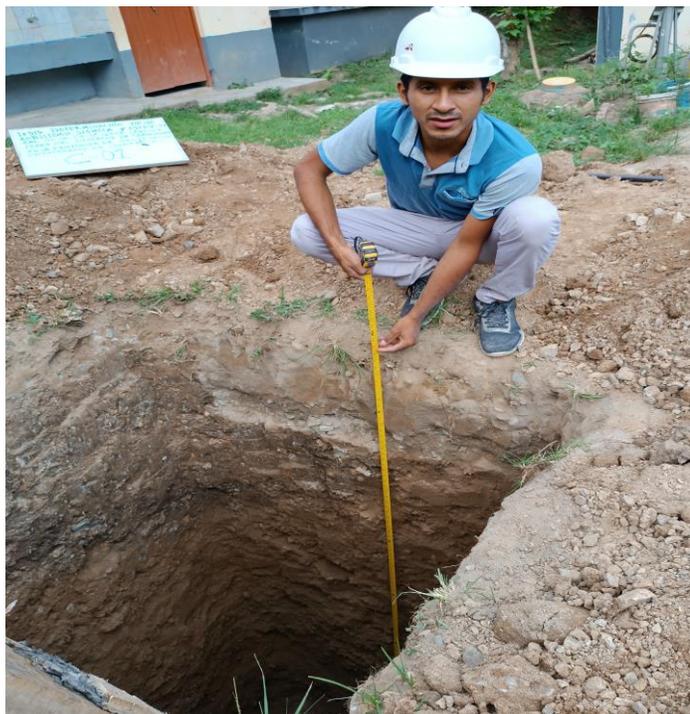


Figura 27 Calicata C-01 en conjunto del personal técnico de laboratorio de suelos con las muestras listas para llevar a laboratorio



Figura 28 *Peso de muestra para ser llevado a los tamices realización del ensayo de granulometría*



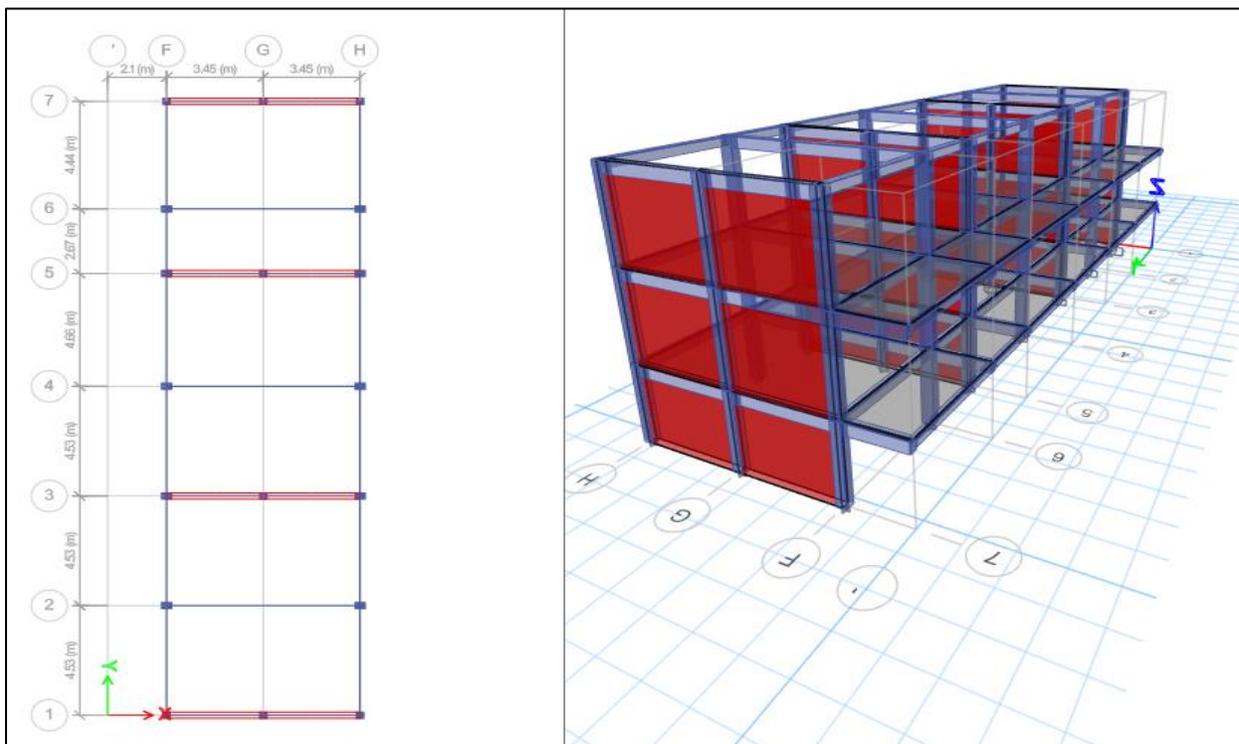
Figura 29 *Realización del ensayo de plasticidad con el método de Casa grande*



7.4. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN ETABS v20

Cargamos todos los elementos estructurales y no estructurales en el programa ETABS v20 de acuerdo al plano de arquitectura del pabellón 4 de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado para a continuación realizar un análisis sísmico lineal dinámico de acuerdo a los parámetros que te establece la Norma Técnica de Edificaciones 030 del MVCS del 2018.

Figura 30 Modelamiento estructural en Etabs v20



Definimos las secciones de vigas, columnas, muros según los planos del expediente brindado en ello tenemos:

MATERIALES UTILIZADOS Y TIPO DE RESISTENCIA

Figura 31 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=260 \text{ kg/cm}^2$ en columna 1(30x30), para procesar en Etabs v20.

General Data	
Material Name	Fc=260 kg/cm2
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2.4 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.244732 tonf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2418677.32448956 tonf/m ²
Poisson's Ratio, U	0.15
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	1051598.84 tonf/m ²

Figura 32 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$ en columna II (30x40), para procesar en Etabs v20.

General Data	
Material Name	FC=350 kg/cm
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2.4 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.244732 tonf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2806243.04008046 tonf/m ²
Poisson's Ratio, U	0.15
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	1220105.67 tonf/m ²

Figura 33 Resistencia obtenida del esclerómetro de $F'c=310 \text{ kg/cm}^2$ en Viga Principal (25X40), para procesar en Etabs v20.

General Data

Material Name	<input type="text" value="Fc=310 kg/cm2"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<input type="color" value="#FF00FF"/> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/>	tonf/m ³
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/>	tonf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="2641022.53"/>	tonf/m ²
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.15"/>	
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000099"/>	1/C
Shear Modulus, G	<input type="text" value="1148270.66"/>	tonf/m ²

Design Property Data

Figura 34 Resistencia del acero según datos de aceros encontrados en campo como aceros siderperu.de una resistencia $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$

General Data	
Material Name	ACERO FY=4200 KG/CM2
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7.85 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.800477 tonf-s ² /m ⁴
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	20000000 tonf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C

Figura 35 Resistencia de los muros de albañilería confinada según datos obtenidos de los ladrillos de Jaén $F'm=65 \text{ kg/cm}^2$

General Data	
Material Name	Albañilería F'm=65 kg/cm2
Material Type	Other
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	1.974 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.201292 tonf-s ² /m ⁴
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	325000 tonf/m ²
Poisson's Ratio, U	0.25
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	130000 tonf/m ²

Figura 36 Columna -1 de (30x30) cm², con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=260$ kg/cm².

General Data	
Property Name	C-1 (30X30)
Material	Fc=260 kg/cm ² ...
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	 Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0.3 m
Width	0.3 m

Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers... Currently Default	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

Figura 37 Columna -2 de (30x40) cm² con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=350$ kg/cm²:

General Data	
Property Name	C-2(30X40)
Material	FC=350 kg/cm ...
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	 Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0.3 m
Width	0.4 m

Property Modifiers	
Modify/Show Modifiers... Currently Default	
Reinforcement	
Modify/Show Rebar...	

Figura 38 Viga principal de (25x40) cm², con la resistencia obtenida del esclerómetro de $f'c=310 \text{ kg/cm}^2$

General Data

Property Name: VP(25X40)

Material: Fcc=310 kg/cm²

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.4 m

Width: 0.25 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Figura 39 Muro de albañilería confinada, para una resistencia de $f'm=65 \text{ kg/cm}^2$

Wall Property Data

General Data

Property Name: MURO (25) ALBAÑILERÍA

Property Type: Specified

Wall Material: Albañilería f'm=65 kg/cm²

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

Modeling Type: Shell-Thin

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

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Thickness: 0.25 m

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

OK Cancel

Figura 40 Losa aligerada, con una resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

General Data

Property Name	LOSA ALIGERADA (H=20C)
Type	Filled ⓘ
Slab Material	CONCRETO FY= 210 KI ...
Deck Material	A992Fy50 ...
Modeling Type	Membrane ⌵
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	■ Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, tc	0.05	m
Rib Depth, hr	0.15	m
Rib Width Top, wrt	0.1	m
Rib Width Bottom, wrb	0.1	m
Rib Spacing, sr	0.4	m
Deck Shear Thickness	0.001	m
Deck Unit Weight	0.09	tonf/m ²
Shear Stud Diameter	0.019	m
Shear Stud Height, hs	0.15	m
Shear Stud Tensile Strength, Fu	40788.65	tonf/m ²

OK Cancel

Figura 41 Espectro de respuesta, con los resultados de suelos y parameros sísmicos del lugar.

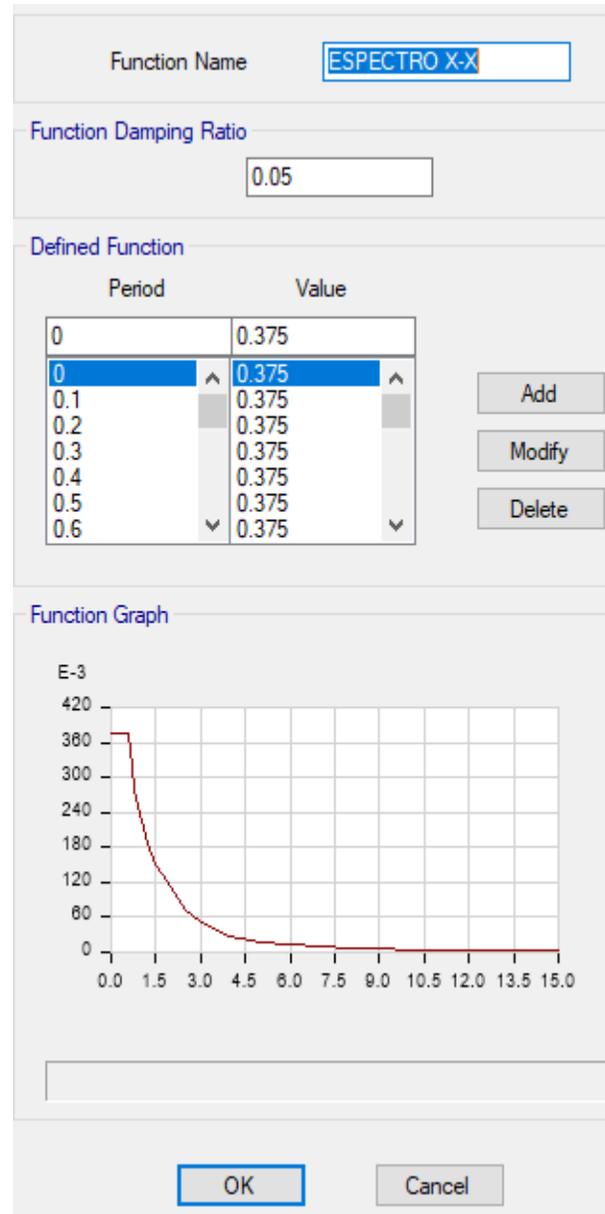
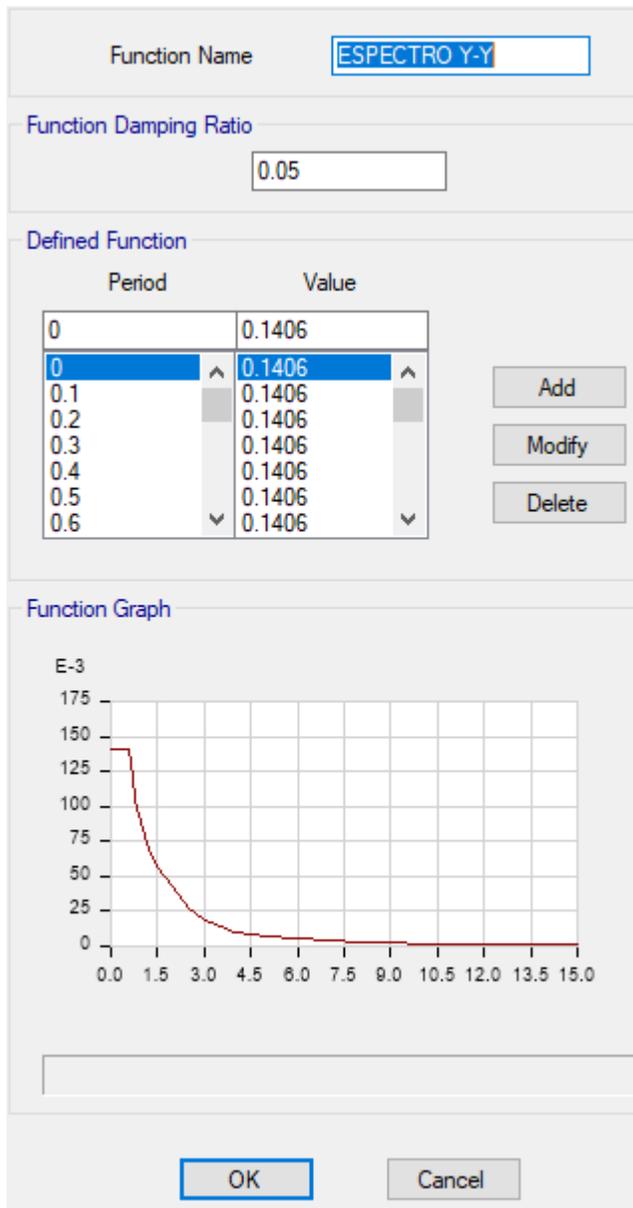


Figura 42 Tipo de cargas empleadas de acuerdo a la normativa sismorresistente E.030.

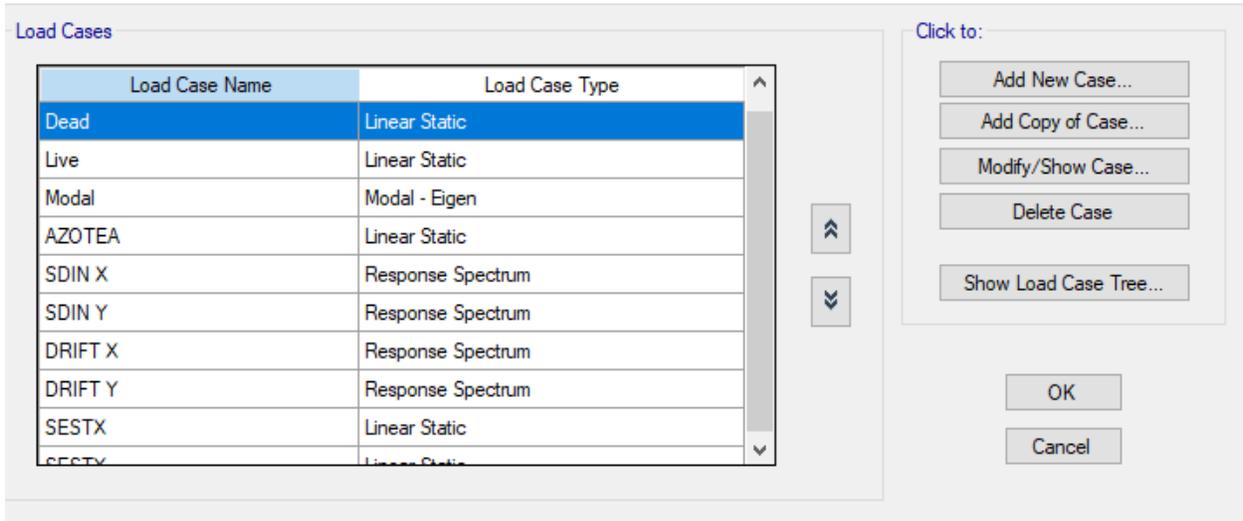
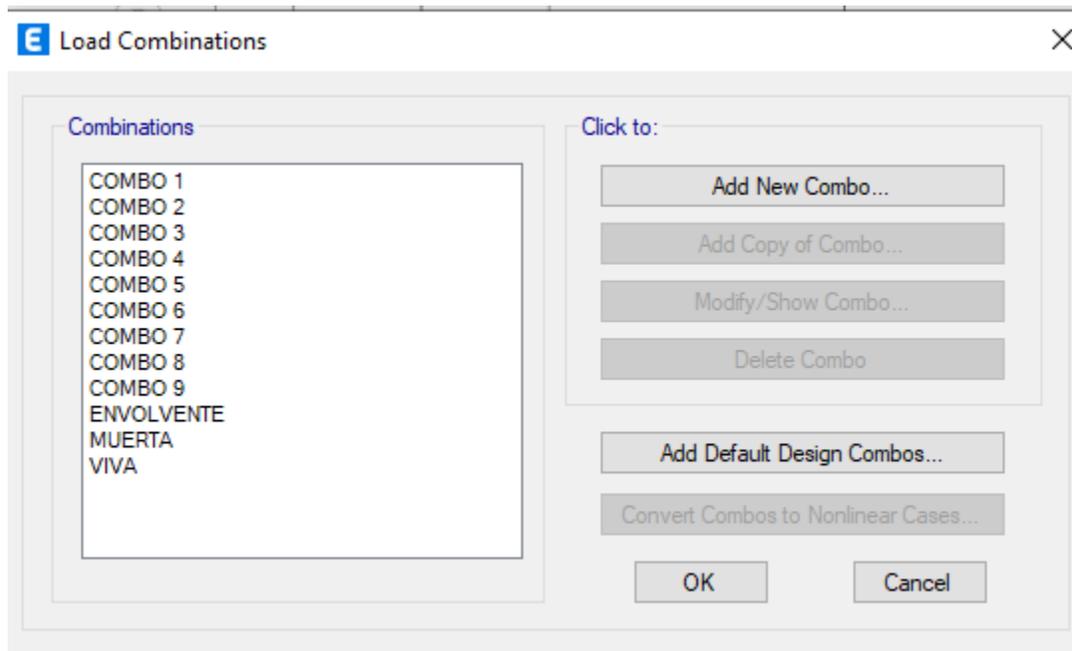


Figura 43 Combinación de cargas acuerdo a la normativa sismorresistente E.030.



Combo 1: 1.40 Dead + 1.70 Live

Combo 2 y Combo 3 : 1.25 Dead + 1.25 Live \pm SSX

Combo 4 y Combo 5: 1.25 Dead + 1.25 Live \pm SSY

Combo 6 y Combo 7: 0.90 Dead \pm SSX

Combo 8 y Combo 9: 0.9 Dead \pm SSY

Figura 44 Verificación de desplazamientos laterales

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ((Output Case) = 'Drift X' OR (Output Case) = 'Drift Y')

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	Label	X m	Y m
▶	Story3	DRIFT X	LinRespSpec	Max		X	0.003073	17	9	4.53
	Story3	DRIFT Y	LinRespSpec	Max		Y	0.011389	6	5.55	0
	Story2	DRIFT X	LinRespSpec	Max		X	0.0005	28	0	0
	Story2	DRIFT X	LinRespSpec	Max		Y	7.2E-05	17	9	4.53
	Story2	DRIFT Y	LinRespSpec	Max		Y	0.016753	28	0	0
	Story1	DRIFT X	LinRespSpec	Max		X	0.000463	4	9	0
	Story1	DRIFT Y	LinRespSpec	Max		Y	0.012028	16	2.1	4.53

Figura 45 Periodo fundamental de la estructura

Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
▶	Modal	1	0.663	0	0.8182	0	0	0.8182	0	0.2691
	Modal	2	0.207	0	0.1416	0	0	0.9598	0	0.6598
	Modal	3	0.138	0	0.0002	0	0	0.96	0	0.0003
	Modal	4	0.136	1.235E-05	0.0029	0	1.269E-05	0.9629	0	0.0058
	Modal	5	0.136	2.504E-05	0.0282	0	3.773E-05	0.9911	0	0.053
	Modal	6	0.13	2.917E-05	0.008	0	0.0001	0.9991	0	0.0094
	Modal	7	0.125	1.491E-05	0.0003	0	0.0001	0.9994	0	0.0002
	Modal	8	0.12	0.5354	2.674E-06	0	0.5355	0.9994	0	5.151E-06
	Modal	9	0.111	0.051	0	0	0.5866	0.9994	0	4.107E-06
	Modal	10	0.104	0.1095	1.449E-05	0	0.696	0.9995	0	4.685E-05
	Modal	11	0.102	0.0048	0.0005	0	0.7008	1	0	0.0022
	Modal	12	0.096	0.1229	0	0	0.8237	1	0	1.396E-05
	Modal	13	0.08	0.0451	0	0	0.8688	1	0	9.373E-07
	Modal	14	0.039	0.1219	0	0	0.9906	1	0	5.372E-07
	Modal	15	0.036	0.0085	2.616E-06	0	0.9991	1	0	5.707E-06

Figura 46 *Coficiente basal para análisis estático*

E Seismic Load Pattern - User Defined ×

Direction and Eccentricity

<input checked="" type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir
<input type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.375"/>
Building Height Exp., K	<input style="width: 100px;" type="text" value="1"/>

Story Range

Top Story	<input type="text" value="Story3"/> ▼
Bottom Story	<input type="text" value="Base"/> ▼

E Seismic Load Pattern - User Defined ×

Direction and Eccentricity

<input type="checkbox"/> X Dir	<input checked="" type="checkbox"/> Y Dir
<input type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C	<input style="width: 100px;" type="text" value="0.140625"/>
Building Height Exp., K	<input style="width: 100px;" type="text" value="1"/>

Story Range

Top Story	<input type="text" value="Story3"/> ▼
Bottom Story	<input type="text" value="Base"/> ▼

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Figura 47 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje F-F del 1al 7 en plano de perfil donde 2,3,4,5y 6 no cumple con el diseño estructural.

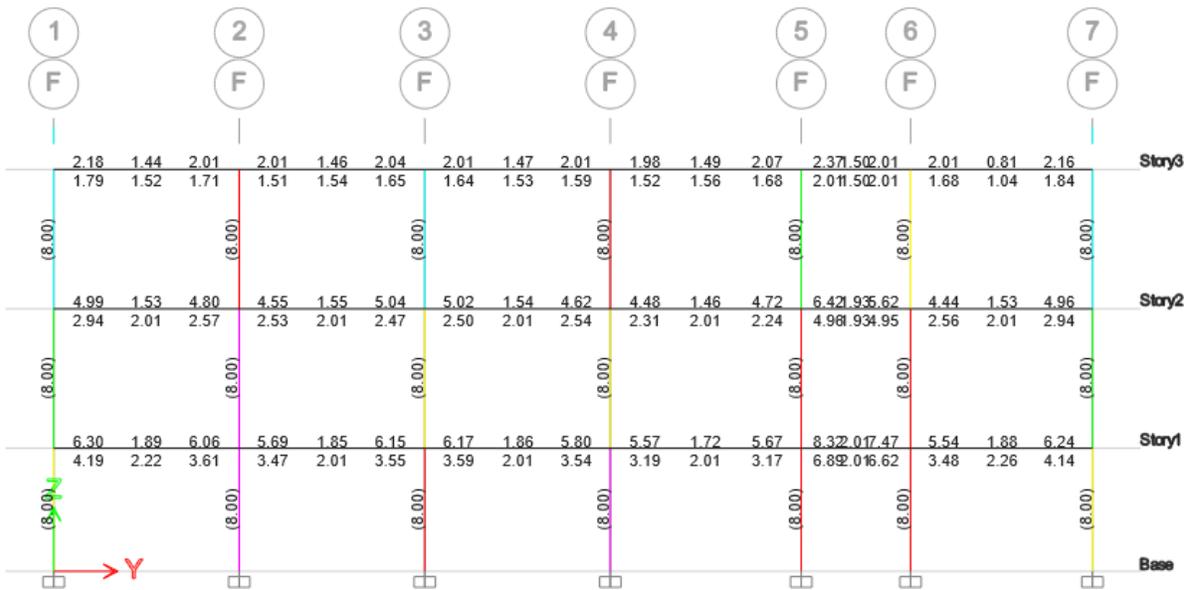


Figura 48 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje G-G del 1 al 7 en plano de perfil.



Figura 49 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje H-H del 1 al 7 en plano de perfil donde no cumple con el diseño estructural.

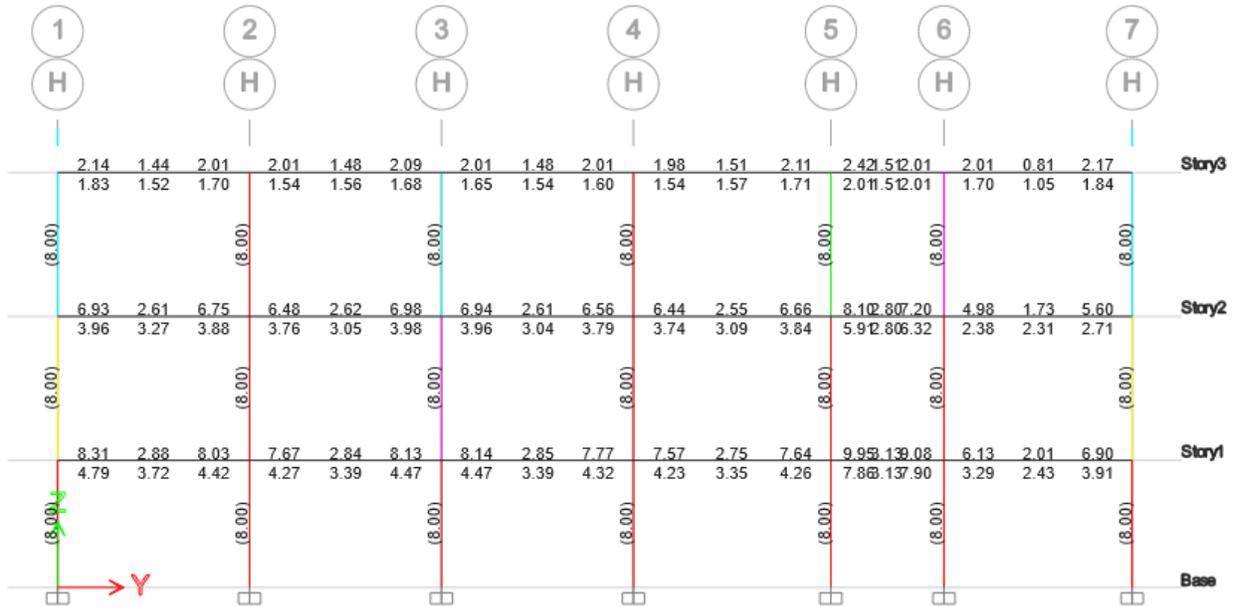


Figura 50 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 1-1 del F',F,G y H en plano de perfil

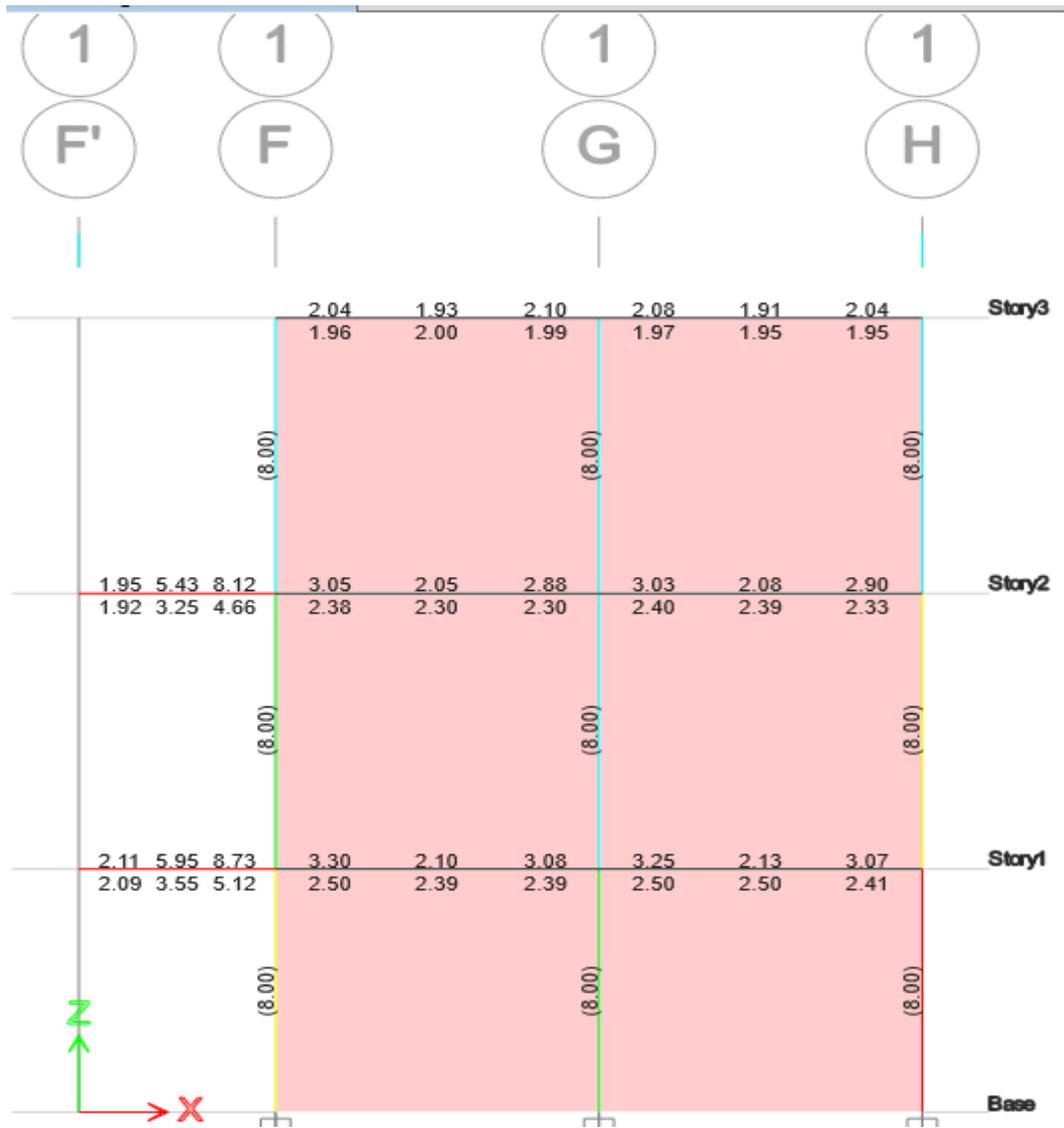


Figura 51 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 2-2 del F',F,G y H en plano de perfil.

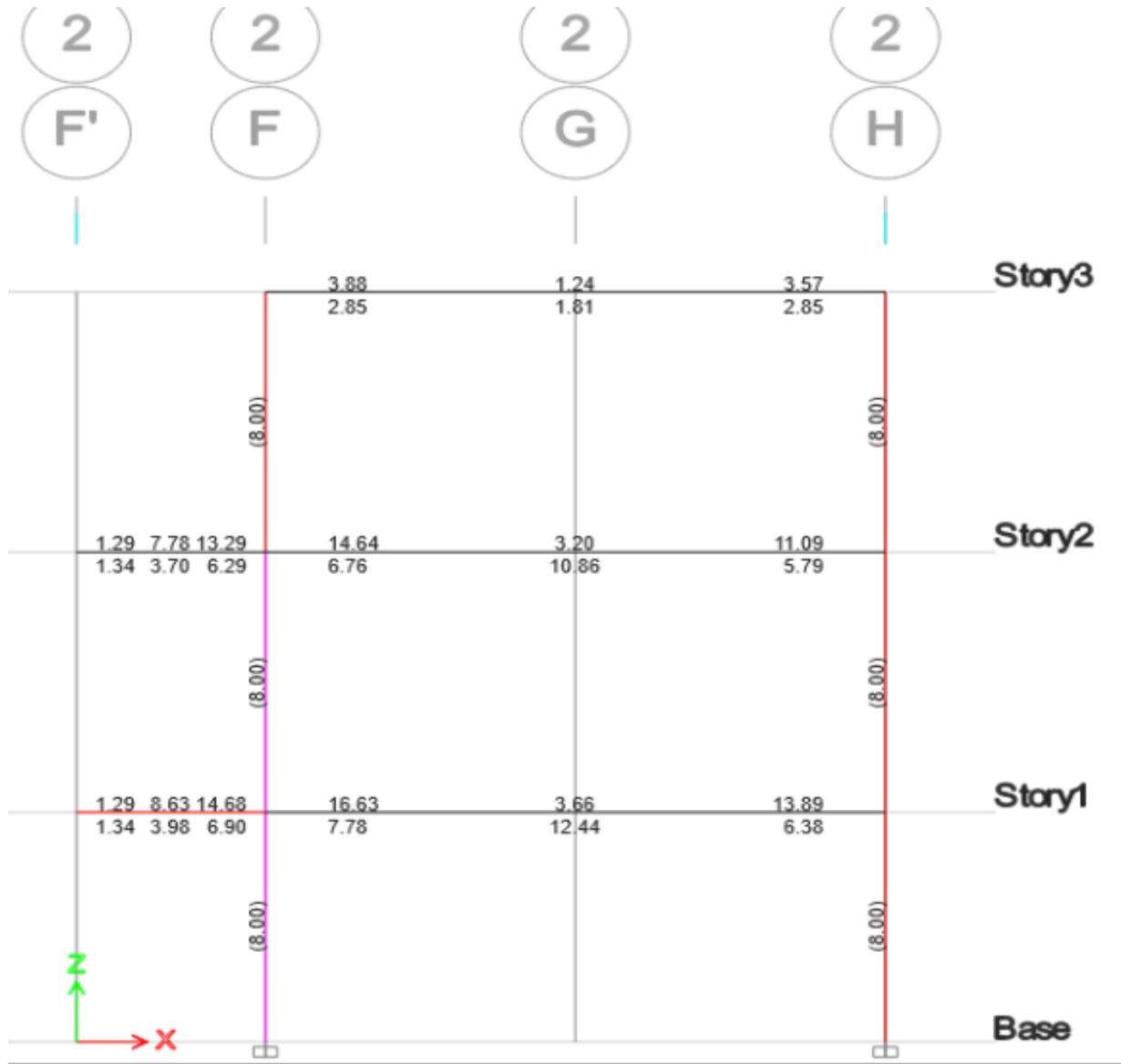


Figura 52 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 3-3 del F',F,G y H en plano de perfil.

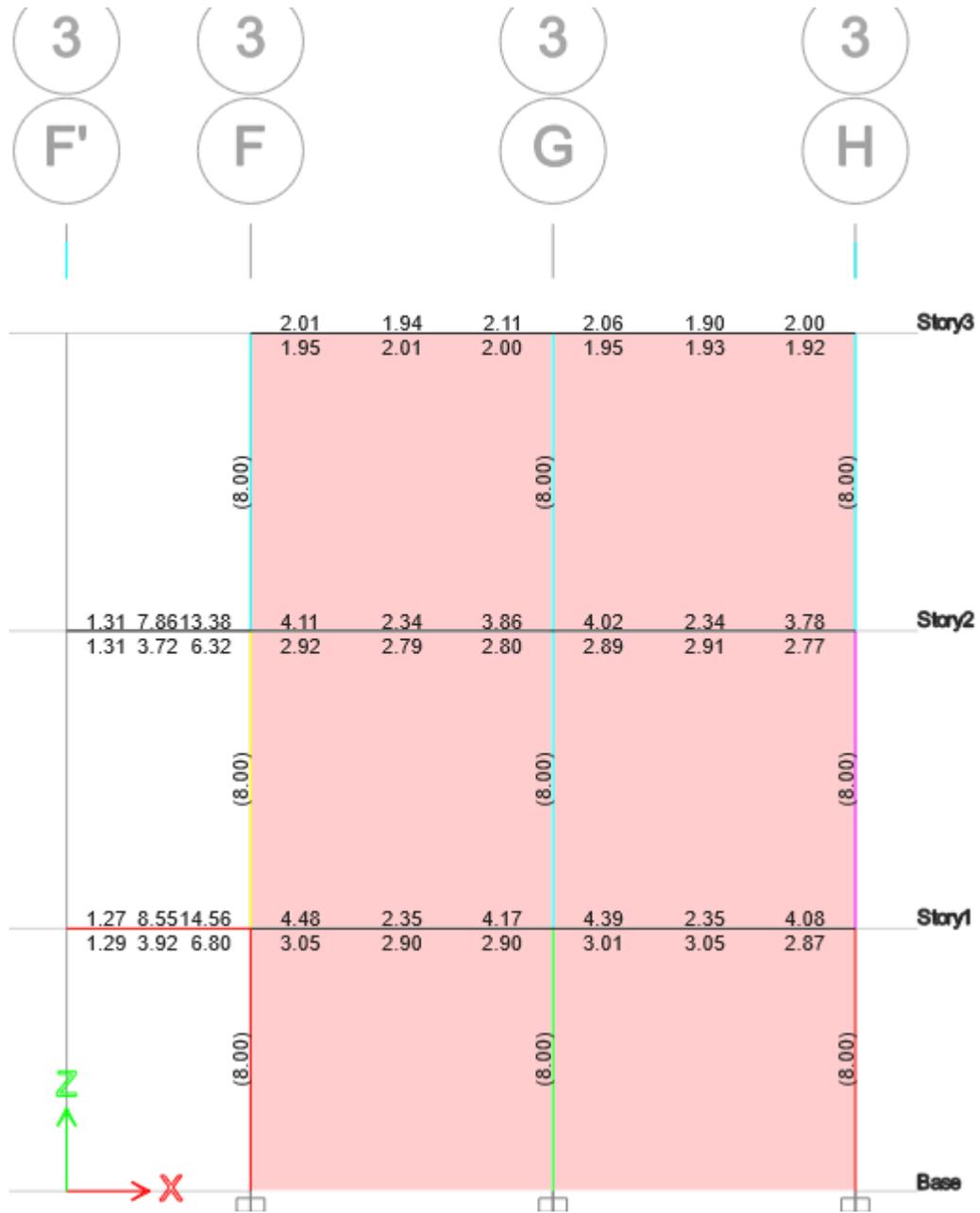


Figura 53 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 4-4 del F',F,G y H en plano de perfil.

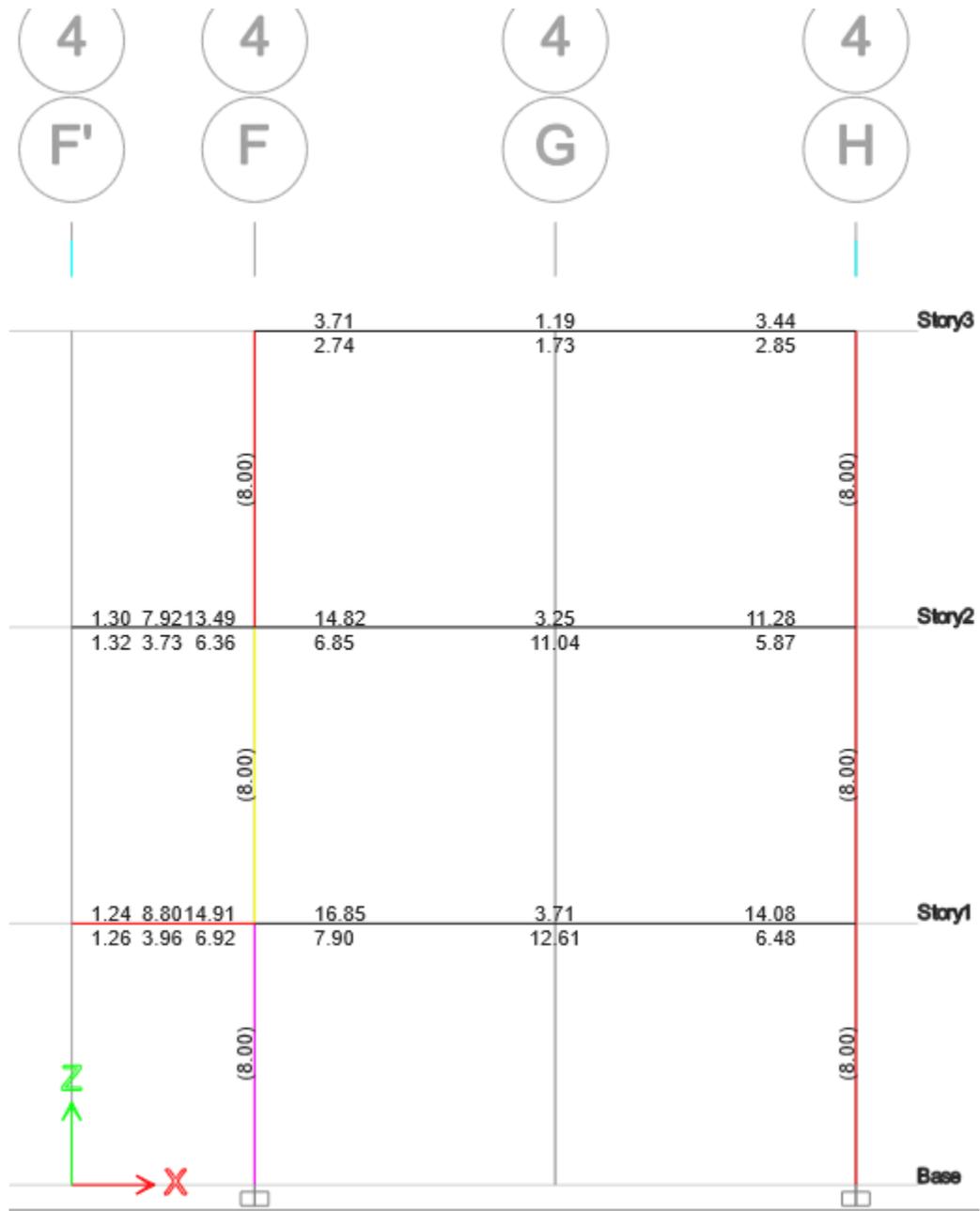


Figura 54 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 5-5 del F',F,G y H en plano de perfil.

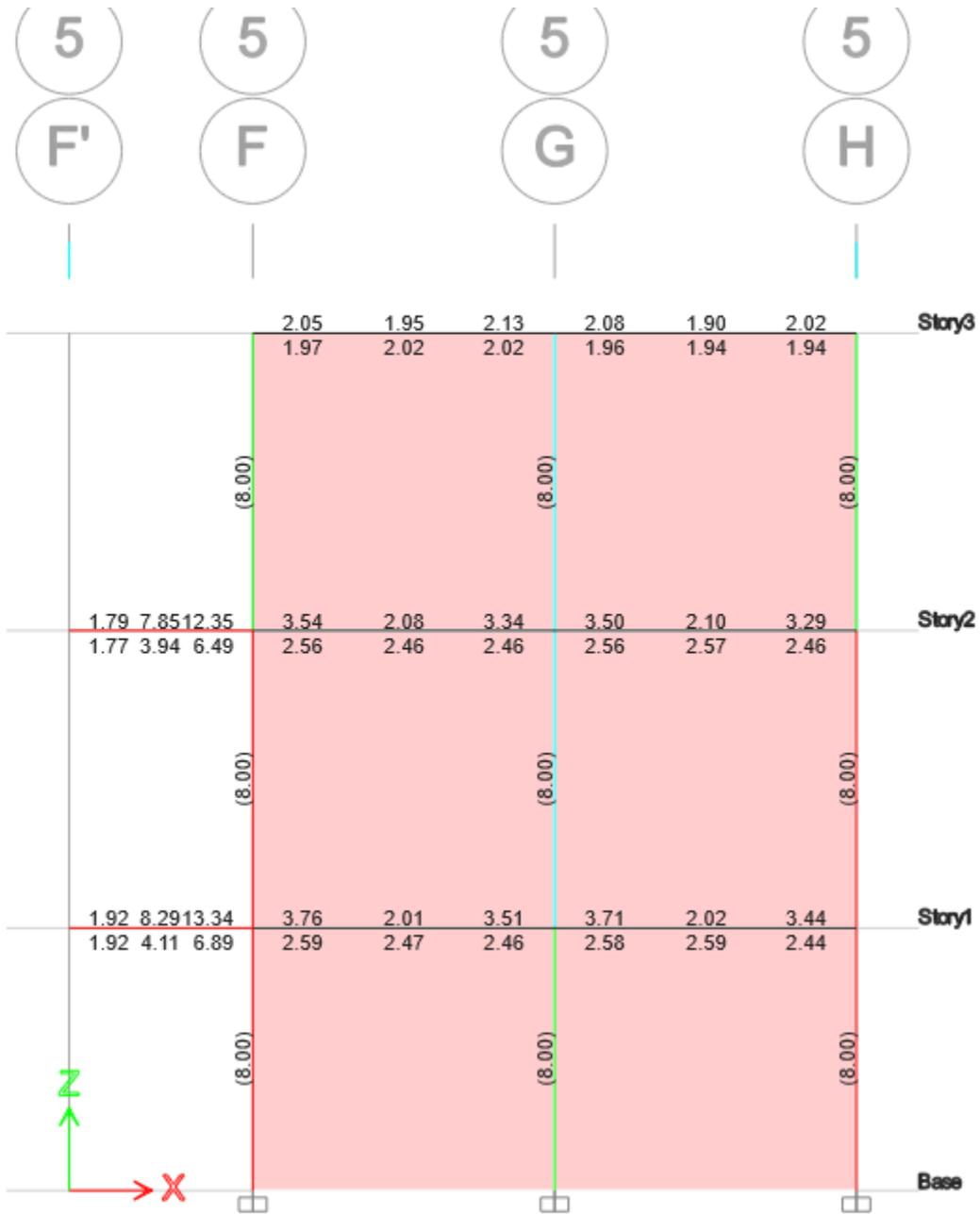


Figura 55 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 6-6 del F', F, G y H en plano de perfil.

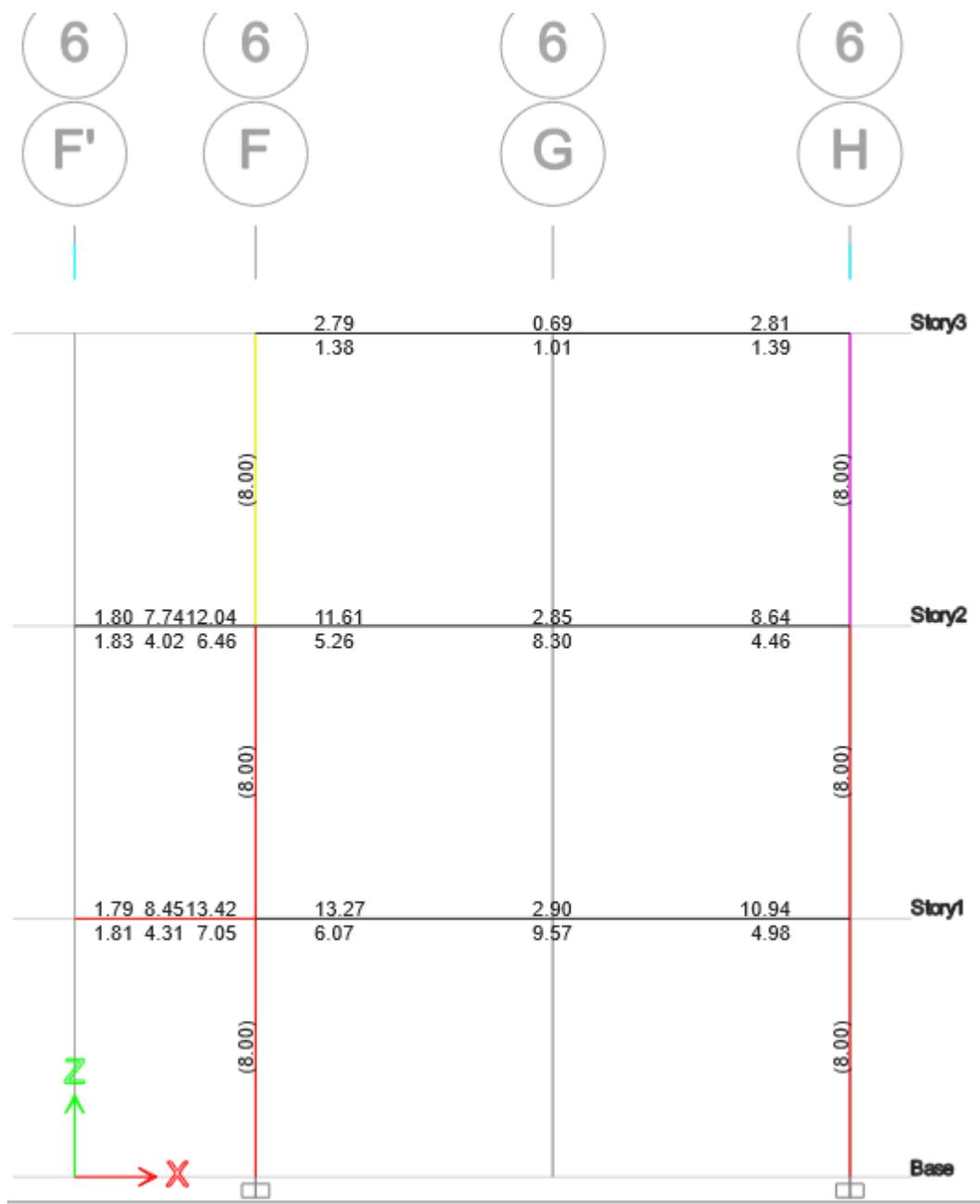


Figura 56 Cuantía mínima de acero de columnas y vigas en el eje 7-7 del F', F, G y H en plano de perfil.

