

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**“RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA  
CÉSAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA  
DE CAJAMARCA-2018”**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL**

Presentada por:

**Bachiller: KAREN ESTEFANY PALOMINO TERÁN**

Asesora:

**Dr. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO**

**Cajamarca – Perú**

**2019**

COPYRIGHT © 2019 by  
**KAREN ESTEFANY PALOMINO TERÁN**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS APROBADA:**

**“RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA  
CÉSAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA  
DE CAJAMARCA-2018”**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL**

Presentada por:

**Bachiller: KAREN ESTEFANY PALOMINO TERÁN**

**JURADO EVALUADOR**

Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno  
Asesor

M.Cs. Mauro Augusto Centurión Vargas  
Jurado Evaluador

M.Cs. José Luis Marchena Araujo  
Jurado Evaluador

M.Cs. Manuel Lincoln Minchán Pajares  
Jurado Evaluador

**Cajamarca - Perú**

**2019**



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las *10:00* horas del día 18 de diciembre de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **M.Cs. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS** y, **M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO**, **M.Cs. MANUEL LINCOLN MINCHÁN PAJARES**, y en calidad de Asesor el **Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – 2018**; presentada por la **Bach. en Ingeniería Civil KAREN ESTEFANY PALOMINO TERÁN**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...*APROBAR*...con la calificación de *EXCELENTE*...la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Civil KAREN ESTEFANY PALOMINO TERÁN**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA CIVIL**.

Siendo las *11:00* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno**  
Asesor

  
.....  
**M.Cs. Mauro Augusto Centurión Vargas**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. José Luis Marchena Araujo**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. Manuel Lincoln Minchán Pajares**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Quién me dio la fe, la fortaleza e inspira mi espíritu para la realización de este estudio, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

### **A MIS PADRES**

Quiénes han sido el pilar fundamental en mi formación como persona, siendo parte de mis planes, éxitos, alegrías y tristezas.

### **A MI HERMANO**

Quién me brinda su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su invalorable aportación a la instrucción e pesquisa en la zona, mediante su prestigiosa plana pedagógica.

A mi asesor de tesis el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su amistad, sus conocimientos, su persistencia y su motivación han sido fundamental para mi formación como investigadora.

Gracias a mi familia, por su apoyo moral y humano; en especial a mi padre por su paciencia, comprensión y amor.

Un edificio tiene dos vidas. La que imagina su creador y la vida que tiene. Y no siempre son iguales.

Rem Koolhaas

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
EPÍGRAFE .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
LISTA DE ABREVIATURA Y SIGLAS USADAS.....	xv
GLOSARIO .....	xvi
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.1. <i>Contextualización.</i> .....	1
1.1.2. <i>Descripción del problema</i> .....	4
1.1.3. <i>Formulación del problema</i> .....	6
1.2. Justificación.....	6
1.3. Delimitación de la investigación.....	6
1.4. Limitaciones. ....	6
1.5. Objetivos .....	7
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	7
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	8
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales.</i> .....	9
2.1.3. <i>Antecedentes Locales</i> .....	10
2.2. Marco teórico.....	12
2.2.1. <i>Sismo</i> .....	12
2.2.2. <i>Sismos en el Perú</i> .....	12



2.2.3.	<i>Sismos en Cajamarca</i> .....	13
2.2.4.	<i>Centros educativos en el Perú:</i> .....	14
2.2.5.	<i>Peligro sísmico:</i> .....	15
2.2.6.	<i>Vulnerabilidad sísmica</i> .....	15
2.2.7.	<i>Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica:</i> .....	16
2.2.8.	<i>Riesgo Sísmico:</i> .....	17
2.2.9.	<i>Comportamiento sísmico:</i> .....	18
2.2.9.1	<i>Comportamiento sísmico espectral:</i> .....	18
	A. Aceleración espectral.....	18
	B. Factor zona.....	18
	C. Categoría de las Edificaciones y Factor de uso (U).....	19
	D. Factor Suelo(S).....	19
	E. Coeficiente Básico de Reducción de Fuerza Sísmica (R).....	20
	F. Factores de Ampliación Sísmica (C). ....	21
2.2.9.2	<i>Derivas de Entrepiso:</i> .....	21
2.2.9.3	<i>Junta Sísmica:</i> .....	22
2.2.9.4	<i>Cargas a las que se someten las vigas:</i> .....	22
2.2.9.5	<i>Comportamiento de columnas:</i> .....	24
2.2.9.6	<i>Falla Frágil en Edificaciones:</i> .....	24
	a Resistencia mínima a flexión de columnas.....	26
	b Momentos de inercia en columnas.....	26
	c Estado actual de la edificación.....	27
2.2.10.	<i>Inestabilidad de tabiques</i> .....	27
2.3.	Definición de términos básicos.....	31
	<b>CAPÍTULO III. HIPÓTESIS</b> .....	<b>32</b>
3.1.	Hipótesis.....	32
3.2.	Variables.....	32
3.3.	Operacionalización/categorización de los componentes de la hipótesis.....	33
	<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>34</b>
4.1.	Ubicación geográfica.....	34
4.2.	Diseño de la investigación.....	34
	A. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	36

B. Evaluación del peligro sísmico.....	37
C. Evaluación del riesgo sísmico.....	41
4.3. Métodos de investigación.....	43
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	43
4.4.1. Población.....	43
4.4.2. Muestra.....	43
4.4.3. Unidad de análisis.....	44
4.4.4. Unidad de observación.....	44
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	44
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	44
4.7. Matriz de consistencia metodológica.....	45
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
5.1. Presentación de resultados.....	46
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	76
5.2.1. Evaluación de derivas de entrepiso.....	76
5.2.2. Junta sísmica.....	77
5.2.3. Evaluación del comportamiento de vigas.....	77
5.2.4. Evaluación del comportamiento de columnas.....	77
5.2.5. Evaluación del tipo de falla.....	78
5.2.6. Evaluación del estado actual de la edificación.....	78
5.2.7. Evaluación de la inestabilidad de tabiques.....	78
5.2.8. Nivel de vulnerabilidad sísmica.....	79
5.2.9. Nivel de peligro sísmico.....	79
5.2.10. Nivel de riesgo sísmico.....	79
5.3. Contrastación de hipótesis.....	79
<b>CAPÍTULO VI. PROPUESTA.....</b>	<b>80</b>
6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema.....	80
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Parámetros de vulnerabilidad sísmica.....	17
<b>Tabla 2:</b>	Cualificación del riesgo sísmico .....	18
<b>Tabla 3:</b>	Factores de zona .....	19
<b>Tabla 4:</b>	Categoría de las Edificaciones y Factor de uso.....	19
<b>Tabla 5:</b>	Factores de suelo “S” .....	20
<b>Tabla 6:</b>	Periodos TP y TI .....	20
<b>Tabla 7:</b>	Sistemas estructurales.....	20
<b>Tabla 8:</b>	Límites para la Distorsión De Entrepiso.....	22
<b>Tabla 9:</b>	Relación de los momentos nominales resistentes y actuantes. ....	23
<b>Tabla 10:</b>	Barras de acero de refuerzo.....	24
<b>Tabla 11:</b>	Relación entre acero existente y necesario .....	24
<b>Tabla 12:</b>	Tipos de comportamiento frente a la falla inicial .....	25
<b>Tabla 13:</b>	Coeficiente sísmico C1.....	29
<b>Tabla 14:</b>	Valores del coeficiente de momentos “M” y dimensión crítica “a” .....	30
<b>Tabla 15:</b>	Relación entre Momento resistente y actuante.....	30
<b>Tabla 16:</b>	Parámetros para la obtención del espectro de pseudo-aceleración.....	35
<b>Tabla 17:</b>	Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	36
<b>Tabla 18:</b>	Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. ....	37
<b>Tabla 19:</b>	Clasificación de zonas sísmicas .....	37
<b>Tabla 20:</b>	Valores de los parámetros de peligro sísmico. ....	39
<b>Tabla 21:</b>	Combinación de los parámetros para la evaluación del peligro sísmico. ....	40
<b>Tabla 22:</b>	Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico. ....	41
<b>Tabla 23:</b>	Calificación del riesgo sísmico numérica. ....	42
<b>Tabla 24:</b>	Ambientes que conforman el módulo 01.....	46
<b>Tabla 25:</b>	Ambientes que conforman el módulo 01.....	46
<b>Tabla 26:</b>	Ambientes que conforman el módulo 03.....	47
<b>Tabla 27:</b>	Resultados del ensayo de esclerometría.....	48
<b>Tabla 28:</b>	Verificación de derivas de entrepiso en la dirección X.....	50
<b>Tabla 29:</b>	Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y.....	50
<b>Tabla 30:</b>	Espesor de junta sísmica. ....	51
<b>Tabla 31:</b>	Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 01.....	52
<b>Tabla 32:</b>	Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 01.....	53

<b>Tabla 33:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 100(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 01.....	53
<b>Tabla 34:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-200(30X60) en el módulo 01.....	53
<b>Tabla 35:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-201(25X60) en el módulo 01.....	54
<b>Tabla 36:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 200(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 01.....	54
<b>Tabla 37:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 02.....	54
<b>Tabla 38:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 02.....	55
<b>Tabla 39:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 100(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 02.....	55
<b>Tabla 40:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-200(30X60) en el módulo 02.....	55
<b>Tabla 41:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-201(25X60) en el módulo 02.....	56
<b>Tabla 42:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 200(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 02.....	56
<b>Tabla 43:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 03.....	56
<b>Tabla 44:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 03.....	57
<b>Tabla 45:</b> Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 03.....	57
<b>Tabla 46:</b> Acero existente y Necesario en columnas del -M1. ....	59
<b>Tabla 47:</b> Acero existente y Necesario en columnas del -M2. ....	60
<b>Tabla 48:</b> Acero existente y Necesario en columnas del -M3. ....	61
<b>Tabla 49:</b> Periodos de vibración de la estructura. ....	67
<b>Tabla 50:</b> Factor K .....	67
<b>Tabla 51:</b> Fuerza sísmica horizontal para cada nivel.....	68
<b>Tabla 52:</b> Inestabilidad de tabique del M1 Primer Nivel.....	69
<b>Tabla 53:</b> Inestabilidad de tabique del M1 Segundo y Tercer Nivel. ....	70
<b>Tabla 54:</b> Inestabilidad de tabique del M2 Primer Nivel.....	71
<b>Tabla 55:</b> Inestabilidad de tabique del M2 Segundo y Tercer Nivel. ....	72
<b>Tabla 56:</b> Inestabilidad de tabique del M3 Primer Nivel.....	73

<b>Tabla 57:</b> Inestabilidad de tabique del M3 Segundo Nivel.....	74
<b>Tabla 58:</b> Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	75
<b>Tabla 59:</b> Asignación de valores para la evaluación del Peligro Sísmico.....	75
<b>Tabla 60:</b> Evaluación del peligro sísmico.....	76
<b>Tabla 61:</b> Evaluación de riesgo sísmico.....	76
<b>Tabla 62:</b> Muros Inestables.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pérdidas económicas anuales en promedio desde 1970 a 2012 en función de PBI.....	2
Figura 2: Zonas sísmicas del Perú.....	2
Figura 3: (a) Pabellones de la Institución César Vallejo módulo M1, (b) Fisuras en unión tabique muro, (c) Infiltraciones, (d) Grietas en columnas por falla en junta de construcción.....	5
Figura 4: Distribución de los sismos según la profundidad de los focos.....	13
Figura 5: Mapa de sismicidad de la región Cajamarca, junio del 2013.....	14
Figura 6: Parámetros principales de los que depende el peligro sísmico. ....	15
Figura 7: Mecanismo de rótulas plásticas.....	25
Figura 8: Croquis de columna típica.....	26
Figura 9: Campus de la institución educativa César Vallejo.....	43
Figura 10: Esquema de viga principal 30X60 m de los módulos M1, M2 y M3.....	51
Figura 11: Esquema de viga de amarre 25X60 m de los módulos M1, M2 y M3.....	52
Figura 12: Secciones de columnas analizadas módulo 03.....	58
Figura 13: Secciones de columnas analizadas módulo 01 y 02.....	58
Figura 14: Mecanismo de falla del M1.....	62
Figura 15: Mecanismo de falla del M2.....	63
Figura 16: Mecanismo de falla del M3.....	63
Figura 17: (a)(b) Filtraciones y Humedad en paredes.....	64
Figura 18: Grietas en unión tabique muro.....	64
Figura 19: No existe junta de construcción entre el módulo M1 y escalera.....	65
Figura 20: No existe junta sísmica entre el módulo M2 y escalera.....	65
Figura 21: (a)(b) Rajaduras debido a malos procesos constructivos.....	66
Figura 22: Recrecido de la vigas.....	80

## **LISTA DE ABREVIATURA Y SIGLAS USADAS**

INDECI	:	Instituto Nacional de Defensa Civil
INFES	:	Instituto Nacional de Infraestructura
MINEDU	:	Ministerio de Educación
PIB	:	Producto Bruto Interno
RNE	:	Reglamento Nacional de Edificaciones
SIRAD	:	Sistema de Información Sobre Recursos Para Atención de Desastres

## GLOSARIO

**Confinamiento:** *“Conjunto de compendios en sentido horizontales y verticales, que permiten proveer ductilidad al elemento estructural” (LAUCATA & JOHAN, 2013).*

**Ductilidad:** *“Es la resistencia de un material de aceptar deformaciones después de sobrepasar su límite de fluencia, sin llegar a la ruptura. Numéricamente, es el cociente entre la deformación post-elástica última y la deformación a la fluencia” (PAZ TIGUILA, 2012)*

**Espectro:** *“Indican la respuesta máxima absoluta de osciladores simples de un grado de libertad con cierto amortiguamiento, ante una excitación sísmica, en función del periodo o frecuencia propia del oscilador. Dicha respuesta puede expresarse en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento para los distintos periodos del movimiento” (PAZ TIGUILA, 2012).*

**Fisura:** *“Son aberturas que solo afectan el acabado superficial de un elemento constructivo” (BROTO, 2009).*

**Grieta:** *“Son aberturas incontroladas de un elemento que afectan su espesor, provocando la división del elemento unitario original en dos o más partes que empiezan a actuar de un modo independiente, tanto física como mecánicamente” (BROTO, 2009).*



## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el propósito de determinar el riesgo sísmico de los módulos de la Institución Educativa César Vallejo, ubicada en el centro poblado Chanta Alta, distrito de la Encañada, departamento de Cajamarca, Perú. Se encuentra ubicada en una zona de media sismicidad (zona sísmica 2), según la Norma Técnica E030 (2018). Es la principal edificación del centro poblado, representando un valor económico muy alto y no tiene estudio de vulnerabilidad ante el cambio de normativa. el riesgo sísmico se ha podido analizar mediante la ejecución de un levantamiento arquitectónico, estructural, estudio de mecánica de suelos y se determinó la resistencia de los elementos portantes usando el esclerómetro; datos que permitieron idealizar y evaluar el comportamiento sísmico de la estructura mediante el software ETABAS versión 16.2.0; los resultados de los análisis fueron procesados en base a la propuestas del Ing. Kuroiwa adaptando la metodología a la normativa E030-2018, obteniéndose los resultados numéricos de los cálculos de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de cada módulo. Estos resultados señalan que los módulos tienen un riesgo sísmico medio.

**Palabras Claves:** Riesgo sísmico, Vulnerabilidad sísmica, Peligro sísmico.

## **ABSTRACT**

This research was carried out with the purpose of determining the seismic risk of the modules of the César Vallejo Educational Institution, located in the Chanta Alta populated center, Encañada district, Cajamarca department, Peru. It is located in an area of half seismicity (seismic zone 2), according to Technical Standard E030 (2018). It is the main building of the populated center, representing a very high economic value and has no study of vulnerability to changes in regulations. In order to analyze the seismic risk, an architectural, structural survey, study of soil mechanics and the resistance of the bearing elements using the sclerometer were determined; data that allowed to idealize and evaluate the seismic behavior of the structure by means of the ETABAS software version 16.2.0; The results of the analyzes were processed based on the proposals of Ing. Kuroiwa adapting the methodology to the E030-2018 regulations, where the vulnerability, danger and seismic risk were obtained numerically from each module. The results obtained indicate that the modules have a medium seismic risk.

**Key Words:** Seismic risk, seismic vulnerability, seismic hazard.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

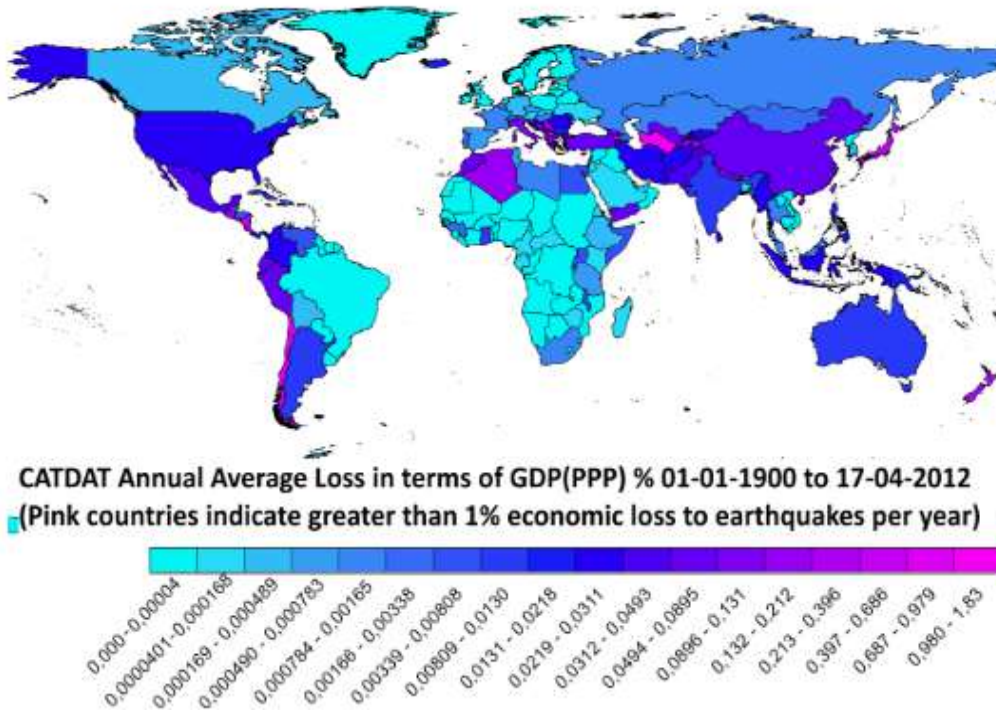
#### **1.1.1. Contextualización.**

El desplazamiento de las placas tectónicas de la superficie de nuestro planeta se produce debido al intenso calor en el núcleo de la tierra, el cual produce que se mueva el magma dentro del manto, dicha materia se mueve en un patrón conocido como célula convección, que se forma cuando un material emerge, enfría y eventualmente, se hunde. A medida que el material frío se hunde, se calienta y vuelve a emerger (Kuroiwa, 2002).

Según Olcese (2004) y Cisternas (2005), mencionan que como el Perú se encuentra dentro del área que recorre el Cinturón de Fuego del Pacífico, es considerado uno de los países con mayor potencial sísmico, que es donde ocurren más del 80 % de los sismos que afectan el planeta. Como el territorio peruano se encuentra sobre las placas de Nazca y la Sudamericana, sucediendo un proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, efecto que repercute directamente con la actividad sísmica en el Perú y tiene su origen en la fricción que dicho proceso produce. La placa de Nazca se desplaza hacia el este, y la placa sudamericana se desplaza hacia el oeste, con una velocidad relativa entre ambas placas de 8,4 cm/año.

El impacto relativo de cada terremoto es diferente para todos los países, debido a la diferencia en su política y su economía. En la figura 1 se muestra las pérdidas económicas causadas por los sismos desde 1972 hasta el 2012 de cada nación con relación del PBI; en Perú los promedios de pérdidas anuales alcanzaron aproximadamente el 4% del PBI ( Daniell, Kazhai y Wenzel, 2012, p. 201).

**Figura 1:** Pérdidas económicas anuales en promedio desde 1970 a 2012 en función de PBI.



**Fuente:** Pérdida anual promedio (en% PIB ) de los terremotos de más de 112 años de 245 naciones (Daniell et al., 2012).

Perú, es dividido en cuatro zonas de acuerdo a la percepción de sismicidad, el tipo característico de los movimientos, la atenuación respecto al epicentro y la información de las referentes neotectónicas, tal como lo dice la norma E030 del año 2018.

**Figura 2:** Zonas sísmicas del Perú.



**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Norma Técnica Diseño Sismorresistente NTP.E030 (2018)

Varios terremotos ocurridos en Centro y Sur América han afectado edificios escolares, especialmente el evento del Perú de 1970 que provocó la pérdida de varios miles de aulas; y el evento de el Salvador del año 2001 en donde el 50% de las víctimas fueron niños en escuelas. El evento de Nazca, en 1996 puso de manifiesto que el cumplimiento con las normas de diseño sismorresistente de 1977 era insuficiente para proteger las escuelas, lo que dio lugar a una nueva norma en 1997, bastante más exigente, y que condujo a edificaciones más seguras como fue demostrado en el terremoto de Arequipa de 2001 (López, 2009).

En el año 1992 el gobierno peruano crea el Instituto Nacional de Infraestructura Educativa y Salud (INFES) e inicia un programa de construcción intensiva de locales escolares diseñados con los juicios sismorresistentes de la época. La norma peruana de esa época subestima los desplazamientos laterales. En el año 1996, después del terremoto de Nazca de magnitud de 7.7 grados, algunos colegios recientemente construidos habían sido dañados; en 1997 se modifica la norma sismorresistente. La norma viene siendo continuamente actualizada con mayor conocimiento del comportamiento sísmico de las edificaciones, teniendo actualizaciones en el año 2003, 2014 y 2016. Sin embargo, el gobierno no tiene un plan de reforzamiento para todas las edificaciones construidas con normativas anteriores a la vigente (Blanco, 2005).

Chuquillanqui (2015) publica para RPP, que según El instituto de Integración determinó que siete de cada diez colegios públicos de nuestro país deberían demolerse debido a problemas en su estructura o ser rehabilitados. Correo (2013), la Contraloría advierte del mal estado de los colegios del norte y centro oriente del país con riesgo de derrumbes en la infraestructura de 24 instituciones, poniendo en riesgo a miles de escolares.

En el Perú, cada vez que ha sucedido un evento telúrico que afecta las estructuras de las edificaciones se suelen hacer reforzamientos para reparar los danos. De este modo, el estado tiene la necesidad de invertir tanto en el reforzamiento como en la reparación de cada edificio perteneciente a este. Los costos de estas reparaciones son muy elevados, y en algunos casos sobrepasan el gasto que, si se hubieran hecho antes del sismo, o se hubiera hecho una construcción más sismo resistente. Siendo de esta manera es indispensable el desarrollo de una metodología nacional para la protección de las edificaciones educativas, para hacer frente a los movimientos telúricos, con el objetivo de sistematizar el uso de los escasos recursos que se invierten por parte del estado en educación (Astorga & Aguilar, 2006).

Según la Norma Técnica E 0.30 las instituciones educativas pertenecen a la categoría de edificaciones esenciales (A2), por lo tanto, es necesario conocer el nivel de riesgo sísmico, ya que estas edificaciones servirán como refugio después de un desastre. La normatividad sobre Diseño Sismorresistente en nuestro país, NTE.030 (2018) fue modificada el 22 de octubre del 2018 con la Resolución Ministerial N° 355-2018-Vivienda y publicada el 23 de octubre del 2018 en el diario oficial “El Peruano”, actualmente ésta es la normativa que regula los diseños sísmicos de las edificaciones en el Perú, lo cual nos da a conocer que todas las edificaciones construidas anteriormente a esta modificación, corren algún tipo de riesgo sísmico analizado con esta norma.

### **1.1.2. Descripción del problema**

Las edificaciones escolares han demostrado reiteradamente ser especialmente vulnerables durante fenómenos sísmicos. Las instituciones públicas en las cuales se requiere la asistencia obligatoria de estudiantes, sufren daños considerables durante terremotos de moderada a elevada severidad en el mundo entero, causando cuantiosas y trágicas pérdidas de vidas. Miles de personas han muerto en la última década porque el conocimiento y la tecnología existente no han sido aplicados para salvaguardar sus vidas (López, 2009).

La normativa publicada en la reglamentación “Reglamentos Nacional de Construcción” emitidos en el año 1970 y difundida en 19977 también conocida como “Normas de Diseño Sismo Resistente”, con la finalidad de prevenir los desastres por la alta sismicidad del territorio peruano, donde se muestra por primera vez el mapa de zonificación sísmica del Perú, desde entonces la norma viene siendo modificada con el fin, de adecuar el diseño a las nuevas tecnologías en sismorresistencia y los avances científicos en el campo de la sismología, a fin de disminuir la vulnerabilidad en las edificaciones nuevas (Mosqueira, 2012).

La Institución Educativa Publica César Vallejo del Centro Poblado Santiago de Chanta Alta del Distrito de la Encañada, Provincia y Región de Cajamarca, fue creada el 29 de abril de 1987 con Resolución Directoral Departamental N° 0747. Cuenta con la construcción de 05 módulos; 02 módulos son de tres pisos, en los cuales el primero y el segundo piso son de techo aligerado y el tercero piso son con cobertura liviana (tijerales de madera con cobertura de teja andina); 01 módulo de dos pisos, el primero piso es de techo aligerado y el segundo piso cobertura liviana (tijerales de madera con cobertura de teja andina). Los dos módulos restantes son de un piso con cobertura

tipo teja andina. Esta institución educativa alberga a 148 alumnos (según la dirección de la institución educativa pública César Vallejo, Matrícula 2018)

La Institución Educativa Pública César Vallejo, se encuentra ubicada en una zona 2, sobre un suelo de baja resistencia con clasificación SUCS CH (Arcilla de alta plasticidad), según el estudio de mecánica de suelos. La obra fue finalizada en abril del 2013, sin embargo, presenta fisuras en las paredes, asentamientos e infiltraciones; Por tal motivo se plantea determinar el nivel de riesgo sísmico de dicha institución, y así poder plantear medidas para la mejora del comportamiento estructural frente a inminentes movimientos sísmicos, y de esta manera evitar pérdidas económicas y humanas. Ver Fig. 3(a), Fig. 3(b), Fig. 3(c). Fig. 3(d).

**Figura 3:** (a) Pabellones de la Institución César Vallejo módulo M1, (b) Fisuras en unión tabique muro, (c) Infiltraciones, (d) Grietas en columnas por falla en junta de construcción.



(a)



(b)



(c)



(d)

La institución educativa César Vallejo se encuentra ubicada en una zona 2 (Norma E 030, 2016) y diseñado bajo criterios de normas antiguas. Además, según la Norma Técnica E 030 (2016) es una edificación esencial lo cual implica que su función no debe interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo severo. Para predecir los posibles efectos de los sismos en los módulos de dicha institución es necesario conocer el riesgo sísmico al que está expuesto.

### **1.1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es el riesgo sísmico de la infraestructura Educativa Publica César Vallejo - Chanta Alta debido a la vulnerabilidad y peligro sísmico en el distrito de Encañada - 2018?

## **1.2. Justificación**

Se argumenta la investigación presente, debido a la ubicación geográfica y la categoría de la I.E.P. César Vallejo, con el fin de determinar el riesgo sísmico, así también verificará el cumplimiento con las teorías propuestas en el Reglamento Nacional de edificaciones E-030, ya que, en la última modificación de esta, no está permitido el sistema estructural aporticado para una edificación tipo A2 ubicado en la zona 2.

Esta investigación está enfocada en reconocer el estado estructural actual en el que se encuentran las instituciones, además del nivel de deterioro que presentan ante las amenazas sísmicas, lo cual permitirá plantear propuestas de mejoramiento funcional que permitan alargar su vida útil de estas edificaciones, en beneficio de los escolares y del personal que allí labora.

## **1.3. Delimitación de la investigación**

En la presente investigación se determinó el riesgo sísmico al que está expuesto la infraestructura pública César Vallejo, se realiza en función de la vulnerabilidad y del peligro.

## **1.4. Limitaciones.**

- Para determinar el acero existente en la infraestructura, solo se ha tenido en cuenta los planos de liquidación de obra.



- Para la caracterización de la estructura y determinar las propiedades de los elementos estructurales se realizó el ensayo de esclerometría y el estudio de mecánica de suelos, para poder realizar el modelamiento en el programa ETABS.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Determinar el riesgo sísmico de la Infraestructura pública César Vallejo en Chanta Alta distrito la Encañada-2018.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de la Infraestructura Educativa Pública César Vallejo.
- Determinar el peligro sísmico de la Infraestructura Educativa Pública César Vallejo.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Giraldo (2017) en su estudio titulado *“Evaluación de la Amenaza y el Riesgo Sísmico en el Sub-Sahara Africano”*, logró construir un modelo de sismicidad para la zona del Sub-Sahara Africano cubierta por los países de Etiopía, Kenia y Uganda, en el cual se definió un catálogo sísmico completo y actualizado. Se llevó a cabo un análisis de amenaza sísmica para 8 periodos, donde se manifiesta la notable actividad sísmica de la zona de estudio. Se ha determinado el impacto de la amenaza por sismo en función a pérdidas monetarias por km<sup>2</sup> concluyendo que las capitales de cada país son las localidades que reportan las mayores pérdidas superando los 10,000 dólares por km<sup>2</sup>; las pérdidas presentadas en centros de salud no superan los 100 millones de dólares y las pérdidas en las instituciones educativas fueron alrededor de 313, 63 y 186 millones de dólares.

Horta (2017) en su estudio titulado *“Estudio de vulnerabilidad sísmica de estructuras altas en el sector norponiente de Santiago”* empleando métodos de identificación de estructuras, ha realizado un estudio de vulnerabilidad sísmica mediante el uso de instrumentos de identificación de estructuras y de prospección geofísica del suelo circundante concluyendo que existe una alta vulnerabilidad debido a la coincidencia entre la frecuencia predominante del suelo y una de las primeras tres formas modales del edificio; para lo cual se realizó una exploración geotécnica y de identificación de propiedades dinámicas de los edificios analizando los fenómenos de doble resonancia, tanto en el suelo como en la estructura.

Moquete (2012) en su estudio de nombre *“Evaluación del riesgo sísmico en edificios especiales: Escuelas”*. *Evaluación aplicada en Barcelona, en la que se ha utilizado la técnica el “Método del Índice de Vulnerabilidad” (MIV)*, definiendo el efecto sísmico como “intensidad macrosísmica” y la edificación utilizando el coeficiente de vulnerabilidades; el grado de daño esperado se obtiene aplicando funciones semiempíricas en las que se relacionan la intensidad y el coeficiente de vulnerabilidad. El método es puesto en práctica sobre un escenario en el que cabe la posibilidad sísmica, con un porcentaje de evento sísmico elevado, basados en

“intensidades macrosísmicas” sin considera el efecto del suelo. Concluyendo que las escuelas estudiadas tienen un peligro entre moderado y bajo.

Coronel, A. López y Betancourt (2010) en su estudio titulado “*Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad*”, presenta una metodología que permite estimar niveles de riesgo sísmico a partir de la información recopilada de las características estructurales básicas que condicionan su desempeño sísmico; bajo la hipótesis de que los edificios fueron diseñados siguiendo la normativa correspondiente a la época de construcción, se estiman los desplazamientos cedente y último de cada edificio. Se define el daño mediante cuatro estados de daño y se construyen curvas de fragilidad sísmica basadas en una distribución lognormal. Se determinó que 547 edificios escolares del estado Sucre de los cuales se encontró que un 53% de ellos presentan un nivel de riesgo muy alto o un riesgo relativamente mayor al resto, al igual que 69% de los 83 edificios escolares evaluados en la Ciudad de Cumaná.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

Quispe (2016) en su tesis magistral “*Evaluación estructural de los C.E.S. estatales entre el tiempo de servicio versus el riesgo, de su infraestructura actual en la ciudad de Juliaca*”. Los análisis sísmicos ejecutados a las edificaciones CES estatales (Edificaciones Importantes- Categoría A) las cuales presentaban deficiencias estructurales considerables, tienen como objetivo conocer y verificar el cumplimiento de la normativa E.030 – 2003 y los parámetros que establece. Se obtuvo los resultados del análisis estructural y sísmico de cada infraestructura, en función a la resistencia de las cargas verticales y horizontales según el sistema estructural y las características del material en los C.E.S estatales se observó que ninguna de las estructuras en los centros educativos analizados implementa los requisitos mínimos de la norma E030-2003.

Parillo (2015) en su tesis de nombre “*Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Primarios Estatales de la Ciudad de Juliaca*”, en su estudio evalúa la vulnerabilidad de edificaciones esenciales “A” según el RNE, para lo cual realizó EMS y la determinación de las características mecánicas de los materiales predominantes; el análisis estructural y sísmico utilizó un programa de cómputo que relaciona las fuerzas actuantes de las cargas verticales con las fuerzas actuantes de las cargas horizontales, las que determina su sistema estructural conjuntamente con los materiales empleados en la construcción, de lo que se concluye que pocas

estructuras del total de las analizadas, no han implementado los requisitos mínimos de las normativas de construcción, y que en un promedio del 80% presentan carencias estructurales considerables, resultando un balance perjudicial en el comportamiento sísmico de las estructuras. Del análisis sísmico se deduce que las distorsiones en el eje X son mayores a los normados en la E-030, como consecuencia las estructuras no tendrán un buen comportamiento ante un sismo severo en la dirección X-X; las distensiones de las edificaciones sobre el eje “Y”, si se encuentran dentro de los límites permitidos por las normativas de construcción.

Poción (2017) en su tesis titulada “*Análisis y evaluación del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos-Piura*”. Universidad Nacional de Piura, Perú; evalúa la vulnerabilidad sísmica según lo propuesto por INDECI-2006 en su texto “Manual Básico para la estimación de Riesgo”. Concluyendo que el nivel de riesgo sísmico para viviendas de albañilería en el centro del Distrito de Catacaos es ALTO.

### **2.1.3. Antecedentes Locales.**

Mosqueira (2012) en su tesis de nombre “*Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca*”, elabora modelos mediante programas computacionales que permiten evaluar el comportamiento estructural en función de sus características, los resultados de los modelos estructurales fueron procesados en fichas, las cuales permite determinar la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de cada estructura, el estudio finalmente especifica que el edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) y que presenta en su infraestructura niveles de riesgo sísmico elevado que varía en el rango de 1 a 1.5.

Paredes (2015) en su tesis titulada “*Nivel de riesgo sísmico en la I.E San Marcos; provincia de San Marcos – 2014*” analiza la vulnerabilidad de las infraestructuras aporticadas en concordancia a la ecuación propuesta por Kuroiwa, concluyendo que, la institución educativa “San Marcos” tienen un riesgo sísmico alto, debido a que presenta vulnerabilidad y peligro sísmico altos; siendo la causa de esta vulnerabilidad elevada, el deficiente comportamiento sísmico que presenta la infraestructura, además de la inestabilidad de tabiques y su pésimo estado de conservación en el que se encuentran los módulos que conforman la institución educativa.

Marín (2014) en su tesis titulada *“Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I.E Estatal Ramón Castilla y Marquesado; del distrito de Jaén – Cajamarca”*. Evalúa la vulnerabilidad con el modelo italiano de Benedetti y Petrini, concluye que dichas instalaciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta con una media equivalente, causada por el mal desempeño a los movimientos sísmicos (desplazamiento relativo de entrepiso menores a lo normado y falla en la columna por estar seccionada), del alto desbalance en los pilares y muros, además su irregular estado de conservación.

Valdivia (2019) en su tesis titulada *“Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-206 y la E.030-2016”*; concluye en que, el análisis estructural de la edificación en estudio aplicando la norma E-030-2016 en la ciudad de Cajamarca, influye significativamente en la resistencia de la edificación, esto genera en el diseño resultados más conservadores con referencia a las fuerzas internas, debido a la diferencia de parámetros sísmicos para las aceleraciones pseudoespectrales que determinan cuan resistente tiene que ser la edificación a partir del coeficiente de reducción respecto a la irregularidad en planta para tener las distorsiones relativas inelásticas, en comparación con la norma E.30-2016.

Campos (2019) en su tesis titulada *“Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca”*; evalúa la vulnerabilidad sísmica con el método de índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, el peligro sísmico se analizó con el programa de cómputo R-CRISIS, con la cual se obtuvo la aceleración máxima del suelo (PGA), su calificación se efectuó de acuerdo con los niveles de peligro establecido en el GSHAP (Global Seismic Hazard Assessment Program). Concluyendo con un índice de vulnerabilidad de 67.6, calificándola como alta.

Quispe (2019), en su tesis titulada *“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las aulas del centro educativo primario N°10237 del distrito de Cutervo-Cajamarca”*; para determinar la vulnerabilidad sísmica utilizó el método del índice de vulnerabilidad sísmica, propuesta por investigadores italianos en 1984 y los sub parámetros utilizados fueron tomados del estudio de vulnerabilidad sísmica en el casco urbano de Valdivia en concordancia con la normativa peruana. Teniendo los siguientes resultados: que la que la edificación estudiada no cumple con las distorsiones de entrepiso, presentando piso blando y columna corta, las columnas no resisten

momentos producidos por el sismo, las zapatas no cumplen para transmitir esfuerzos en el terreno, concluyendo que el índice de vulnerabilidad de la edificación estudiada es de 40.96 % que corresponde a una vulnerabilidad alta.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Sismo**

Un terremoto es un movimiento brusco de la tierra o vibración repentina causada por la liberación de energía, acumulada durante un largo tiempo provocada por el movimiento de las placas tectónicas, las cuales conforman la corteza del planeta tierra; movimientos que producen desde el epicentro ondas sísmicas que se expanden hasta llegar a la superficie provocando los movimientos del terreno llamados sacudidas sísmicas (Kuroiwa, 2002).

La liberación de grandes cantidades de energía mecánica producidas al interior de la tierra genera ondas sísmicas debido a la ruptura en la fuente sísmica, liberándose ondas sísmicas que transportan la energía del hipocentro a la superficie. Para el estudio de los sismos es necesario identificar dos puntos imaginarios, uno de ellos es el foco o hipocentro, que es el centro de propagación de las ondas sísmicas. Desde la marca (foco) donde se inicia la ruptura en el interior de la tierra, cuando esta ocurre en la corteza del planeta (hasta 70 km de profundidad) se denomina superficial. Si ocurre entre los 70 y los 300 km de profundidad se denomina intermedio y si es de mayor hondura: profundo; consecuentemente se producirá un efecto de reflexión de las ondas sísmicas en la superficie de la tierra paralelas al foco se le denominan epicentro. Las ondas sísmicas se clasifican en ondas internas y en ondas externas, las primeras se esparcen por el interior de la tierra hacia la superficie, mientras que las segundas se transmiten en la superficie, siendo estas las que más perjudican las estructura (Kuroiwa, 2002).

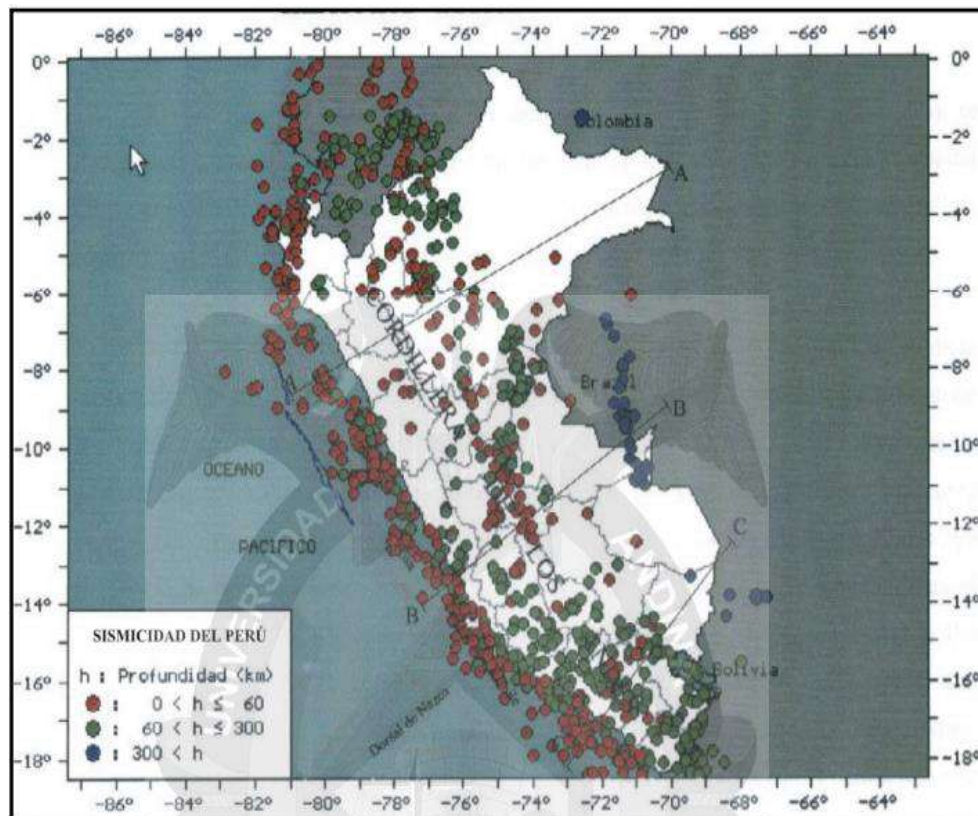
### **2.2.2. Sismos en el Perú**

Los sismos en el Perú se deben a la subducción de la Placa Oceánica de Nazca bajo la Placa Continental Sudamericana, así mismo otro foco superficial de sismicidad se ubica en el interior del brasileño bajo la Cordillera Andina debido al proceso formador de la cordillera de los andes, siendo estos con menor magnitud y frecuencia (Quispe, 2016).

La actividad sísmica instrumental que se dio durante los años 1960 y 1995 ( $m_b \geq 5.0$ ), mostro características en la distribución espacial, según Tavera y Buforn

(1998), características que permiten identificar sismos por foco: foco superficial (circular), foco intermedio (cuadrangular) y foco profundo, los primeros se dan en zonas oceánicas y se expanden en dirección paralela al perfil de la costa, los segundos se expanden por la superficie irregularmente, y finalmente los profundos ocurren mayormente en la región Sur en el margen peruano-boliviano además en la región central cerca al margen peruano-brasileño, como se puede apreciar en la figura 4 (Quispe, 2016).

**Figura 4:** Distribución de los sismos según la profundidad de los focos.



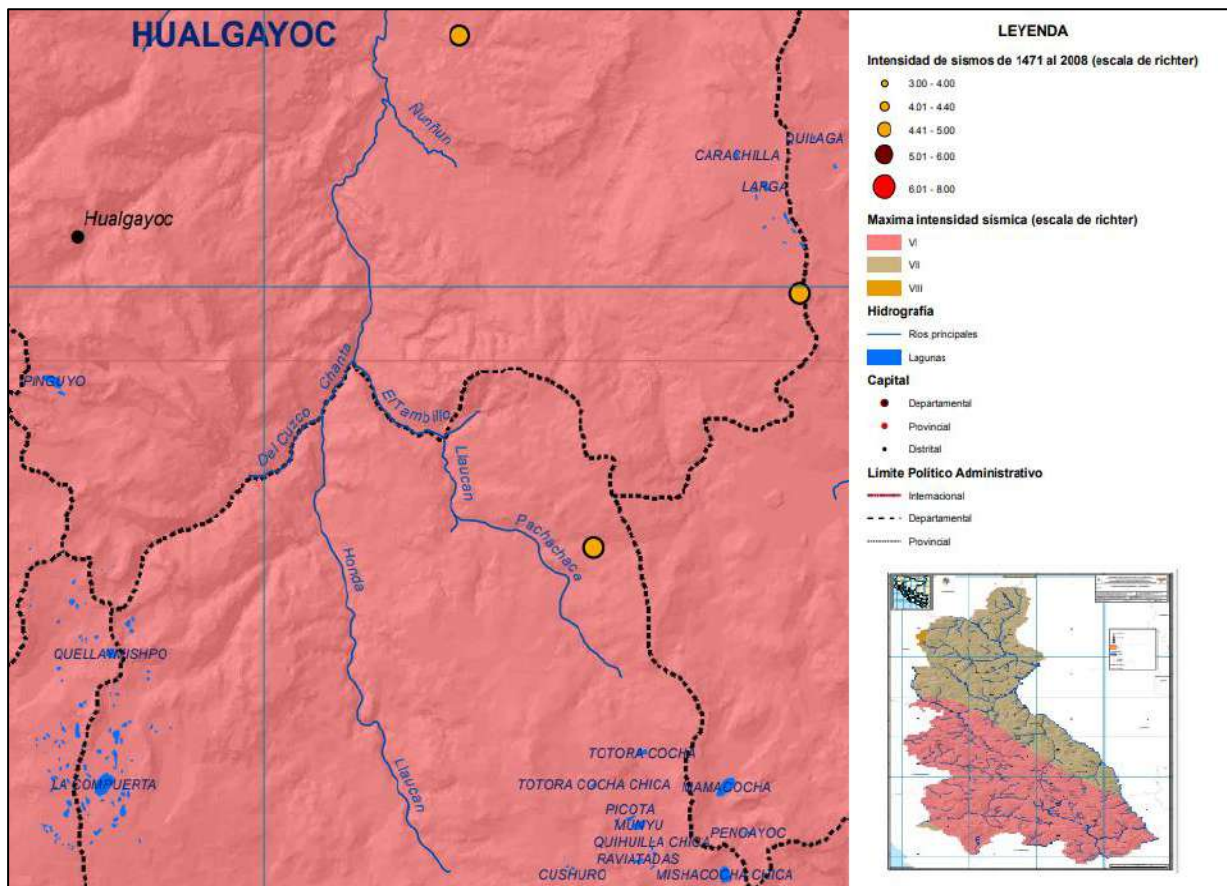
**Fuente:** Quispe, 2016.

### 2.2.3. Sismos en Cajamarca

El IGP menciona que por el largo periodo de silencio sísmico que existe en Cajamarca, es lógico especular que un inminente evento sísmico de elevada magnitud, producto de la acumulación de las fuerzas intervinientes en los movimientos al interior de la corteza bajo suelo cajamarquino, terreno que presenta una formación geológica, naturaleza de sus suelos y remanentes volcánicos que incrementan la probabilidad del evento sísmico (Mosqueira, 2012).

En la figura 05 podemos identificar que cerca del centro poblado Chanta alta se han generado sismos de 3.00 a 4.00 grados de intensidad en la escala de Richter.

**Figura 5:** Mapa de sismicidad de la región Cajamarca, junio del 2013.



**Fuente:** Gobierno Regional de Cajamarca, 2013.

#### 2.2.4. Centros educativos en el Perú:

En el 2014 el censo a las infraestructuras educativas efectuadas por el INEI con coordinación del ministerio de educación concluyen que más de la mitad de edificaciones eran vulnerables a amenazas sísmicas; alrededor del 48% de las edificaciones existentes requieren ser sustituidas por problemas estructurales, cerca del 18%, reforzadas, y solo la tercera parte de la infraestructura escolar pública estaba en buen estado; para lo cual se calcula una inversión de s/.77 000 millones (MINEDU, 2016).

Los sismos ocurridos en el Perú ocasionaron severos daños en las instituciones educativas en la mayoría de los casos, muchas escuelas y colegios han sido construidos con el efecto de columna corta, convirtiéndolas en edificaciones sumamente vulnerables. La implementación de la Normativa de Construcción de 1997 acrecentó la rigidez aproximada alrededor de un 30% en la dirección flexible, y disminuyó la deflexión lateral permisible de 0.01 a 0.007 y también se incrementó el



coeficiente de uso (U) para centros educativos de 13/100 a 15/100 por ser edificaciones esenciales (Kuroiwa, 2010).

### 2.2.5. Peligro sísmico:

Bozzo & Barbat (1995) definen como peligro sísmico a la probabilidad del suceso telúrico en un tiempo, lugar y de intensidad referencial determinada. El estudio del peligro sísmico en una zona, está dirigido a estimar el desplazamiento del terreno o la dimensión del sismo. Estas estimaciones describen los posibles efectos que se provocarían si el evento se diera, calculando a priori valores aproximados de velocidad, aceleración, desplazamiento o intensidad macro sísmica de la zona.

**Figura 6:** Parámetros principales de los que depende el peligro sísmico.



**Fuente:** Quispe, 2016.

### 2.2.6. Vulnerabilidad sísmica

Producto de un evento sísmico con características específicas. Este coeficiente de vulnerabilidad es una cualidad intrínseca en la estructura, la que es independiente de la peligrosidad de la zona, lo que significa que las estructuras pueden ser vulnerables, a pesar de no estar en riesgo sísmico (Bozzo & Barbat, 1995).

- **Vulnerabilidad estructural:**

Las estructuras están compuestas por diversos elementos (columnas, vigas, diafragmas, mampostería, etc.), las que soportan la edificación, con el propósito común de resistir y transmitir las fuerzas causadas por el peso del edificio y lo que este contenga, a la cimentación y luego al suelo, en un flujo constante de tensiones, los cuales muestran el grado de fragilidad de las estructuras (Quispe, 2016).

- **Vulnerabilidad no estructural:**

Es el grado producido por todos los elementos o componentes no estructurales (vidrios, tabiques, puertas, ventanas, etc.) susceptibles de sufrir daños de gravedad debido a un sismo. Estos daños pueden ocasionar que las estructuras queden inhabilitarles además de poder causar un elevado saldo por la cantidad de pérdidas humanas y económicas (Quispe, 2016).

- **Vulnerabilidad funcional:**

Las edificaciones suscitan emergencias que se caracterizan por presentar un incremento desmedido en la demanda de servicios que en estas brindan, produciéndose un déficit en la oferta de la prestación de servicios como derivación del impacto sísmico, creándose de esta manera una situación alarmantemente crítica, que caracteriza un incremento violento del riesgo de colapso utilitario de las edificaciones. La que deriva en la incapacidad de proveer los servicios inmediatos de atención por emergencia sísmica y la postrera reparación de la entidad afectada (Quispe, 2016).

#### **2.2.7. Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica:**

Gómez & Loayza (2014) refieren que, según las observaciones realizadas en estudios de sismos anteriores, por especialistas y el IGP, la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones depende en primera instancia de una serie de factores y detalles que deben identificarse y evaluarse con el mayor cuidado posible, bajo los siguientes parámetros:

**Tabla 1:** Parámetros de vulnerabilidad sísmica.

<b>FACTOR</b>	<b>DETALLE</b>
<b>Aspectos Geométricos</b>	<i>Irregularidad en planta de la edificación.</i>
	<i>Irregularidad en elevación de la edificación.</i>
	<i>Conjunto de muros en las dos direcciones.</i>
<b>Aspectos Constructivos</b>	<i>Calidad de las juntas sísmicas.</i>
	<i>Tipo y disposición del ladrillo.</i>
	<i>Calidad de los materiales.</i>
	<i>Calidad de la mano de obra.</i>
<b>Configuración Estructural</b>	<i>Muros confinados y reforzados</i>
	<i>Detalles de columnas y vigas de confinamiento</i>
	<i>Vigas de amarre y amarre de cubiertas</i>
	<i>Características de las aberturas</i>
	<i>Tipo y disposición del entrepiso.</i>
<b>Suelos</b>	<i>Blandos</i>
	<i>Intermedios</i>
	<i>Duros</i>
<b>Entorno</b>	<i>Topografía</i>
	<i>Geografía</i>
<b>Cimentación</b>	<i>Cimientos corridos</i>

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2016.

#### **2.2.8. Riesgo Sísmico:**

El riesgo sísmico en un lugar depende del peligro y la vulnerabilidad, estos factores deben coexistir y producirse simultáneamente, para que este surja consecuentemente. Esta valúa y mide las consecuencias sociales y económicas potenciales, del resultado causado por un sismo, al ocasionarse la falla estructural por haber sobrepasado la resistencia de la edificación (Gómez & Loayza, 2014).

La vulnerabilidad es directamente proporcional al riesgo, el que se incrementa dependiendo de esta, teniendo en cuenta que el peligro no se puede excluir ni minimizar, ya que es una variable de suceso natural, se determinará el riesgo sísmico teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

**Tabla 2:** Cualificación del riesgo sísmico

<b>CALIFICATIVO</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>PELIGRO</b>	
Riesgo Alto	Daños graves, colapso parcial y colapso total.	Alta	Peligro
Riesgo Medio	Pequeñas fisuras, grietas y con posibilidad de daños estructurales importantes.	Media	Peligro
Riesgo Bajo	Probablemente no sufrirán daños o sufrirán daños leves.	Baja	Peligro

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

### **2.2.9. Comportamiento sísmico:**

#### **2.2.9.1 Comportamiento sísmico espectral:**

##### **A. Aceleración espectral.**

En la que NTE-030 se establece la ecuación para calcular la Aceleración Espectral ( $S_a$ ), para simular un evento sísmico, utilizando los factores y constantes intervinientes, a través de un espectro de diseño, donde la  $S_a$  es el resultado del coeficiente, del producto entre la Aceleración de la Gravedad ( $g$ ) por el producto de los factores (Factor de zona( $Z$ ) \* Factor de uso( $U$ ) \* Factor de suelo ( $S$ ) \* Factor de ampliación sísmica( $C$ )) dividido entre el Factor de Reducción por Ductilidad ( $R$ ).

$$S_a = \frac{Z.U.S.C}{R} * g \quad \dots (1)$$

Se describe cada uno de los elementos intervinientes en el siguiente orden: Factor de zona en la Tabla 03; Factor de uso en la Tabla 04; Factor de suelo en la Tabla 05; y Factor de reducción por ductilidad en la Tabla 07.

##### **B. Factor zona.**

Este factor es el resultante de la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018), factor asignado de acuerdo a la zona sísmica del terreno en el cual se encuentra la estructura.

**Tabla 3:** Factores de zona

<b>Zona</b>	<b>(Z)</b>
<b>4</b>	0.45
<b>3</b>	0.35
<b>2</b>	0.25
<b>1</b>	0.1

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

### **C. Categoría de las Edificaciones y Factor de uso (U).**

El valor de **U** se establece a partir de la categoría que se le ha dado a la edificación, según determina la NTE-030

**Tabla 4:** Categoría de las Edificaciones y Factor de uso

<b>CATEGORÍA</b>	<b>FACTOR U</b>
<b>A - Edificios Esenciales</b>	$\leq 1.5$
<b>B - Edificios Importantes</b>	1.3
<b>C - Edificios Comunes</b>	1.0
<b>D - Edificios Temporales</b>	A criterio del Proyecto

**Fuente:** Elaboración propia basada en la Norma E.030 - 2018

### **D. Factor Suelo(S).**

El valor que este factor toma, es resultado de la relación directamente proporcional entre el suelo (espesor de plataforma, cualidades mecánicas) y la zona (la velocidad de propagación de las ondas de corte y el período fundamental de vibración) (Mosqueira, 2012).

Para lo que se debe considerar el perfil de suelo según tipo, de acuerdo a las condiciones locales, usando los valores que correspondan al factor de ampliación de suelo  $S$  y los periodos  $T_P$  y  $T_I$  dados en las tablas 05 y 06 (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018).

**Tabla 5: Factores de suelo "S"**

		SUELO			
		S0	S1	S2	S3
ZONA	Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
	Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
	Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
	Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

**Tabla 6: Periodos TP y TI**

		PERFIL DE SUELO			
		S0	S1	S2	S3
TP (seg.)		0.30	0.40	0.60	1.00
TL (seg.)		3.00	2.50	2.00	1.60

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

### E. Coeficiente Básico de Reducción de Fuerza Sísmica (R).

**Tabla 7: Sistemas estructurales**

SISTEMA ESTRUCTURAL	R0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
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 Diseño Sismorresistente, 2018.

## F. Factores de Ampliación Sísmica (C).

Este factor (C) se determina en función del **Periodo de la estructura (T)** dependiendo del **Periodo que define la plataforma del factor C (Tp)** y del **Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (Tl)**, de la siguiente manera: (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018).

$$\begin{aligned} T < T_p & \quad C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 \frac{T_p}{T} \\ T < T_L & \quad C = 2.5 \frac{T_p T_p}{T} \end{aligned} \quad \dots (2)$$

### 2.2.9.2 Derivas de Entrepiso:

Con el fin de controlar los daños los códigos de diseño sismo resistente utilizan un parámetro llamado deriva de entrepiso, cuyo valor máximo depende de muchos factores como el material, el tipo de sistema estructural de cargas laterales, el nivel de carga axial que presenta el entrepiso, el nivel detallado de los elementos estructurales y el nivel de daño que esté dispuesto a aceptar en la estructura (Andrade, 2004).

El desplazamiento lateral relativo es la diferencia de los desplazamientos laterales entre dos niveles contiguos, derivados por la aplicación sobre la estructura de las sollicitaciones sísmicas y se determina como lo explica la ecuación 03 (Andrade, 2004):

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1} \quad \dots (3)$$

Donde:

$\Delta_i$ : Desplazamiento lateral relativo del nivel  $i$ .

$\delta_i, \delta_{i-1}$ : Desplazamientos laterales en los niveles  $i$  e  $i - 1$ .

Para calcular la distorsión o deriva de entrepiso se usa la siguiente expresión:

$$\Delta = \frac{\Delta_i}{h_{ei}} \quad \dots (4)$$

Donde:

$h_{ei}$ : Altura del entreciso  $i$ .

El máximo desplazamiento relativo de entreciso no deberá exceder la fracción de la altura de entreciso (distorsión) que se indica en la siguiente tabla (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018):

**Tabla 8:** Límites para la Distorsión De Entreciso.

MATERIAL PREDOMINANTE	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

### 2.2.9.3 Junta Sísmica:

Toda estructura debe mantener un espacio o margen entre las próximas que inicia a partir del terreno natural, que permita evitar el contacto durante algún movimiento sísmico. Este margen no debe ser menor a los  $\frac{2}{3}$  de la sumatoria de los desplazamientos máximos que tengan todas las estructuras o edificios contiguos, ni menor que  $\frac{6}{1000} h$ , siendo la **altura (h)** medida desde el piso hasta el nivel que se quiera evaluar. (NTE E.030, 2016)

$$s = 0.006 h \geq 0.03 \quad \dots(5)$$

### 2.2.9.4 Cargas a las que se someten las vigas:

Para determinar el momento actuante en las vigas de la estructura se usará la combinación de cargas propuesta por el RNE NTE-060, MTC (2009), generándose una envolvente con los valores máximos positivos y negativos de los momentos internos que se generan (Mosqueira, 2012).



Combinación de cargas para  $M_u$

$$M_u = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV} \quad \dots(6)$$

Donde:

$M_u$ : Momento ultimo actuante.

$M_{CM}$ : Momento actuante por carga muerta.

$M_{CV}$  : Momento actuante por carga viva.

$M_{CS}$ : Momento actuante por carga de sismo.

Para establecer el momento nominal resistente de las secciones de las vigas doblemente reforzadas, se usará la ecuación (4) (Ottazi, 2008).

$$M_n = A' s . f' s (d - d') + 0.85 f' c . b . a \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots(7)$$

$$M_u = 1.25(M_{CM} + M_{CV}) \pm M_{CS}$$

$$M_u = 0.9 M_{CM} \pm M_{CS}$$

Donde:

$M_n$ : Momento nominal resistente.

$f_s$ : Esfuerzo del acero en compresión.

$A_s$ : Acero en tracción.

$A's$ : Acero en compresión.

$d$ : Peralte efectivo.

$d'$ : Peralte efectivo del acero en compresión.

$b$ : ancho de la sección.

$a$ : altura del bloque a compresión.

**Tabla 9:** Relación de los momentos nominales resistentes y actuantes.

MOMENTO NOMINAL 1	RELACIÓN	MOMENTO NOMINAL 2	RESULTADO
Momento nominal resistente	$\geq$	Momento nominal actuante	La viga es la adecuada
Momento nominal resistente	$<$	Momento nominal actuante	La viga es la inadecuada

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.2.9.5 Comportamiento de columnas:

Para fijar el acero que demanden las columnas para una edificación específica se han de tomar en cuenta los efectos sísmicos, por lo que se hizo considerando el RNE, determinándose el acero requerido por columnas usando el Software ETABS, que relaciona los elementos sometidos a flexo compresión y flexión biaxial, este cálculo se basa en la relación del diámetro de la barra de acero y la cantidad de varillas que se use en la sección. Luego se determinará teniendo en cuenta las siguientes relaciones:

**Tabla 10:** Barras de acero de refuerzo

N°	Diámetro pulg	Área (cm <sup>2</sup> )
2	1/4"	0.32
3	3/8"	0.71
4	1/2"	1.27
5	5/8"	1.98
6	3/4"	2.85
8	1"	5.07

**Fuente:** Morales, 2014.

Para determinar el acero existente en las columnas de los módulos se tomó en cuenta el número de barras y el diámetro de las barras de acero que tiene la sección.

**Tabla 11:** Relación entre acero existente y necesario

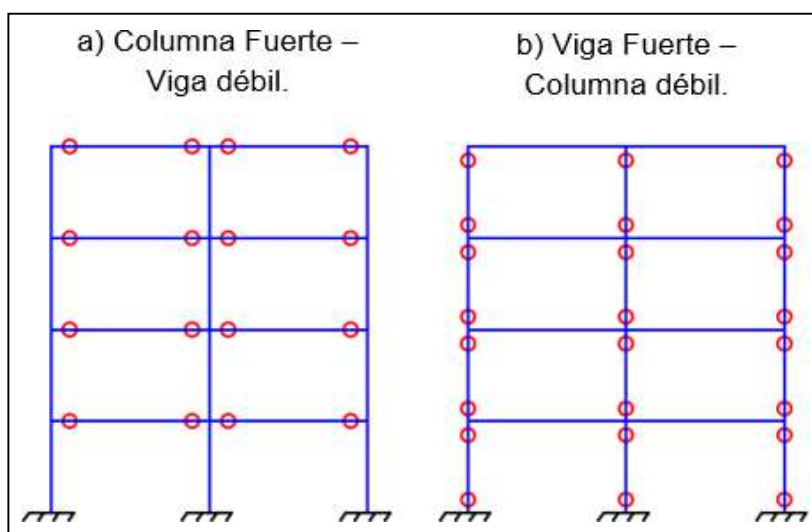
	RELACIÓN		
Acero existente	$\geq$	Acero necesario	La sección de la columna es adecuada
Acero necesario	$<$	Acero existente	La sección de la columna es inadecuada

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2.9.6 Falla Frágil en Edificaciones:

Para determinar el tipo de falla de las edificaciones, se identificará los elementos en los cuales se produce falta inicial, si esta se ha producido en las columnas ocasionará un fallo de fragilidad del sistema estructural, mientras que, si se produce en las vigas, generará una falla dúctil del sistema estructural (Mosqueira, 2012).

**Figura 7:** Mecanismo de rótulas plásticas.



**Fuente:** Gonzáles, 2017.

Para luego de analizar el tipo de comportamiento frente a la falla inicial según la siguiente tabla.

**Tabla 12:** Tipos de Comportamiento frente a la Falla Inicial

TIPO	DESCRIPCIÓN
Comportamiento adecuado	Cuando las vigas y columnas existentes soportan suficientemente las cargas a las que están sometidas, y mientras los desplazamientos relativos de entrepiso son $>7/1000$
Comportamiento aceptable	Cuando las vigas y columnas existentes soportan justamente las cargas a las que están sometidas, donde las vigas soportan cargas muertas y vivas, pero ante cargas sísmicas están propensas a fallos, mientras que los desplazamientos relativos de entrepiso son $<7/1000$
Comportamiento inadecuado	Cuando las vigas y columnas existentes no soportan suficientemente las cargas a las que están sometidas y los desplazamientos relativos de entrepiso son $> 7/1000$

**Fuente:** Elaboración propia

### a. Resistencia mínima a flexión de columnas

Las resistencias a flexión de las columnas en las caras de los nudos deben satisfacer la ecuación 8, donde la sumatoria de las resistencias se opongan con una relación de mayor o igual valor a los momentos de las vigas (Norma Técnica Concreto Armado, 2009):

$$\sum M_{nc} \geq 1.20. \sum M_{nv} \quad \dots (8)$$

Donde:

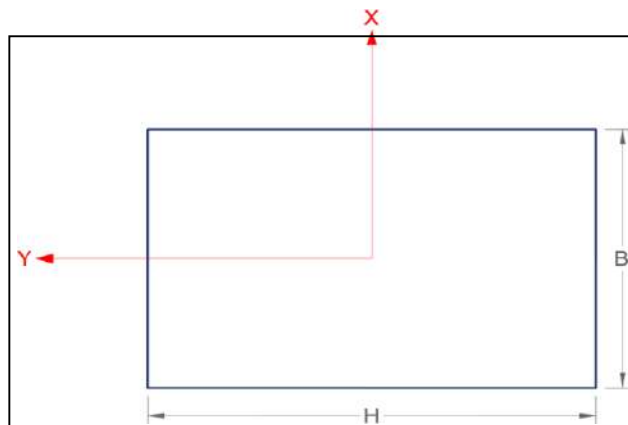
$\sum M_{nc}$ : Suma de momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

$\sum M_{nv}$ : Suma de momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

### b. Momentos de inercia en columnas

La dirección en la cual la columna es más resistente a momento flexionante causado por sismo, se puede determinar con el momento de inercia, ya que mientras mayor sea el momento inercial o mayor módulo de sección, esto disminuirá el esfuerzo flexionante actuante y se reducirá la deformación, como se aprecia en la figura 8 (Mosqueira, 2012).

**Figura 8:** Croquis de columna típica



**Fuente:** Elaboración Propia.

$$Z_x = \frac{B.H^2}{6} \rightarrow Z_y = \frac{B.H^2}{16} \quad \dots(9)$$

$$I_{xx} = \frac{B.H^3}{12} \rightarrow I_{yy} = \frac{B.H^3}{12}$$

Donde:

*I<sub>xx</sub>*: Momento de inercia en la dirección *x*.

*I<sub>yy</sub>*: Momento de inercia en la dirección *y*.

*Z<sub>x</sub>*: Módulo de sección en la dirección *x*.

*Z<sub>y</sub>*: Módulo de sección en la dirección *y*.

*B*: Base de la columna.

*H*: Altura de la columna.

### c. Estado actual de la edificación

Para determinar el estado en el que se encuentra una edificación se ha de hacer una evaluación que localice en los tabiques, columnas y vigas, las fallas como fisuras, grietas, deflexiones y asentamientos, determinándose de esta manera el estado en base al calificativo de buena, regular, o mala calidad.

#### 2.2.10. Inestabilidad de tabiques

La evaluación de la estabilidad de muros (tabiques), se determina entre la relación del momento actuante que producen las cargas perpendiculares al muro, y el momento resistente que producen las cargas paralelas al muro (Norma Técnica Albañilería, 2006).

El **momento flector (M)** se distribuye respecto al valor de longitud donde M se determina en kg-m/m, procedente de la carga sísmica "  $\omega$  ", calculándose con la siguiente fórmula (NTE-070, 2006).

$$M = m.w.a^2 \quad \dots (10)$$

En dónde:

*m*: es el coeficiente de momento (ver tabla 14)

*a*: es la dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

$\omega$ : es la carga por área unitaria de muro.

La magnitud de la carga  $\omega$ , en kg/m<sup>2</sup> para un metro cuadrado de muro se determinó mediante la ecuación N° 11 (Norma Técnica Albañilería, 2006).

$$W = \frac{F}{L.h} \quad \dots (11)$$

Donde:

*F*: Fuerza de diseño de tabique.

*L*: Longitud del tabique.

*h*: Altura del tabique.

Los elementos no estructurales, sus anclajes, y sus conexiones deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (*F*) asociada a su peso (*Pe*):

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e \quad \dots (12)$$

Donde:

*F*: Fuerza sísmica horizontal de diseño.

*Fi*: Fuerza sísmica en el nivel "i".

*C1*: Coeficiente sísmico.

*Pe*: Peso del tabique.

Los elementos no estructurales localizados a nivel de la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal calculada con: (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018):

$$F = 0.5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e \quad \dots (13)$$

Donde:

*Z*: Factor de zona.

*U*: Factor de uso.

*S*: Factor de suelo

A continuación, se calcularán las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel "i", según corresponda, usando la siguiente ecuación: (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018)

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad \dots (14)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot (h_j)^k} \quad \dots (15)$$

Donde:

*ai*: Factor de distribución de fuerza sísmica horizontal para cada nivel.

*V*: Cortante sísmico en la base de la estructura.

*k*: Exponente relacionado con el periodo *T* de vibración de la estructura *T*, en la dirección considerada.

Para el cálculo del exponente "*k*", se consideran las siguientes ecuaciones: (Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018).

$$* \quad \text{Para } \leq 0.50 \text{ segundos:} \quad k = 1 \quad \dots(16)$$

$$* \quad \text{Para } > 0.50 \text{ segundos:} \quad k = 0.75 + 0.5.T \leq 2.00 \quad \dots (17)$$

El peso volumétrico de la albañilería ( $\gamma$ ) puede adoptarse como 1800 kg/m<sup>3</sup> para la albañilería confinada de arcilla o sílico - calcárea y 2000 kg/m<sup>3</sup> para la albañilería hecha con ladrillos de concreto vibrado. Mientras que para la albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado puede emplearse 2300 kg/m<sup>3</sup> cuando el muro está completamente relleno y 2000 kg/m<sup>3</sup> cuando el muro está parcialmente relleno (San Bartolomé, 2005).

**Tabla 13:** Coeficiente sísmico C1

CONDICIÓN	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 Diseño Sismorresistente, 2018.

El coeficiente de momento y la dimensión crítica del paño de albañilería en metros se determina en función del número de bordes arriostrados como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 14:** Valores del coeficiente de momentos “M” y dimensión crítica “a”

CASO 1. 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	0,125	
=								
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	0,106	0,112	0,128	0,132
=								0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES								
a = Altura del muro								
m	0,125							
=								
CASO 4. MURO EN VOLADIZO								
a = Altura del muro								
m	0,5							
=								

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

Utilizando la siguiente formula vamos a establecer el momento resistente a la tracción por flexión del muro: (Mosqueira Moreno & Tarque Ruíz, 2005)

$$Mr = 1.703 \cdot t^2 \quad \dots (18)$$

*En dónde:*

*Mr:* es el momento resistente a tracción por flexión (TN f m/m)

*t:* es el espesor bruto del muro en metros.

*Concluyéndose: en las siguientes relaciones:*

**Tabla 15:** Relación entre Momento resistente y actuante

Relación			
Ma	≤	Mr	El muro es estable.
Ma	>	Mr	El muro es inestable

**Fuente:** Elaboración propia.



### 2.3. Definición de términos básicos

- **Ensayo de esclerometría:** *“Estudio no destructivo que permite tasar la resistencia a compresión de concretos endurecidos, usando el instrumento esclerómetro”* (Calavera, 2005).
- **Fallo/a:** *“Es el término de la capacidad funcional efectiva de un elemento o de la estructura para desempeñar la función requerida”* (Calavera, 2005).
- **Escala de Richter:** *“Es una escala de magnitud, es decir mide la energía y la amplitud de las ondas sísmica, es una escala logarítmica en base 10, es decir cada valor que aumenta tiene 10 veces mayor desplazamiento que el anterior. Respecto a la energía liberada se calcula que cada valor que aumenta se libera entre 30 y 32 veces más energía que el valor anterior”* (Servicio Geológico Mexicano, 2017).
- **Escala de Mercalli:** *“Se basa en los efectos catastróficos del sismo. La intensidad puede variar por múltiples factores como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios”* (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

## **CAPÍTULO III. HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis.**

El nivel de riesgo sísmico de la infraestructura Educativa César Vallejo es alto.

### **3.2. Variables.**

- **Variable Independiente**

Peligro sísmico y vulnerabilidad sísmica

- **Variables dependientes**

Nivel de riesgo sísmico

### 3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de la hipótesis

Título: “Riesgo sísmico de la infraestructura educativa pública César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca - 2018”

Hipótesis	Definición conceptual de las variables /categorías	Definición operacional de las variables/categorías			
		Variables Dependientes	Variables Independientes	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
El nivel de riesgo sísmico de la Institución Educativa César Vallejo es alto.	Riesgo Sísmico: Daño que podría presentar una estructura específica como consecuencia del peligro sísmico que la amenaza y de vulnerabilidad inherente. (Muños, Qiun, & Tinman, 1999)-Variable Dependiente.	Riesgo Sísmico	Peligro Sísmico	Sismicidad	Norma de diseño Sismorresistente E.030
				Suelo	Ensayo de suelo
				Topografía y pendiente	Observación-Ficha de Reporte
		Riesgo Sísmico	Vulnerabilidad Sísmica	Comportamiento de la estructura	Modelo estructural en Etabs E.030
				Estado actual de las estructuras	Observación
				Estabilidad de tabiquería y parapetos	Modelo estructural en Etabs

## CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Ubicación geográfica.

Departamento	:	CAJAMARCA
Provincia	:	CAJAMARCA
Distrito	:	ENCAÑADA
Centro Poblado	:	SANTIAGO DE CHANTA ALTA

La Institución Educativa Pública César Vallejo está ubicada en el distrito de Encañada en las coordenadas 9240706.49 N, 778448.02 E; a una altitud promedio de 3300 m.s.n.m.

### 4.2. Diseño de la investigación

El método de investigación usado en este trabajo será aplicando la ecuación planteada por Kuroiwa (2002), la cual es aplicable para edificaciones de albañilería confinada, que al aplicarse se obtiene el valor numérico del peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico, para fijar después una calificación buena, regular o mala dependiendo el estado de la estructura. Mosqueira (2012) en su Tesis doctoral "*Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca*", adaptó esa metodología para edificaciones aporticadas, usando la ecuación 19.

$$\text{Riesgo Sísmico} = 0.5 \times \text{peligro Sísmico} + 0.5 \times \text{vulnerabilidad sísmica} \dots (19)$$

Examinando la vulnerabilidad estructural con la vulnerabilidad no estructural se estableció la vulnerabilidad sísmica, donde la primera se estableció en relación del comportamiento sísmico y el estado actual de la estructura, mientras que la segunda, se estableció en relación de la estabilidad de los tabiques.

Se estipuló el comportamiento sísmico basado en el Reglamento Nacional de Edificación, se usó el programa computacional (ETABS 16.2.0 versión estudiantil). Este programa nos ha permitido evaluar, desplazamiento lateral, distorsiones angulares, momento nominal actuante, también se verificó si las secciones de vigas y columnas existentes son adecuadas.

En base a lo especificado en el RNE se analizó el comportamiento estructural, según la Norma Técnica de Edificaciones (NTE): NTE-020 de Cargas,

NTE-030 de Diseño Sismorresistente y NTE-060 de Diseño de concreto (Mosqueira, 2012).

Con el fin de obtener el espectro de pseudo-aceleración, se usa los parámetros dados en la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 de acuerdo a las características de la institución educativa pública César Vallejo; luego este espectro fue cargado al modelo estructural para simular los efectos sísmicos.

**Tabla 16:** Parámetros para la obtención del espectro de la pseudo-aceleración

Ítem	Parámetro	Valor	Descripción
<b>Factor zona</b>	Z	0.25	Para el distrito de la encañada, provincia de Cajamarca.
<b>Factor de uso</b>	U	1.5	Para la categoría A2 (edificaciones esenciales).
<b>Factor de suelo</b>	S	1.4	Para suelos del tipo flexible (Tipo $S_3$ )
<b>Factor de ampliación sísmica</b>	C	$2.5\left(\frac{T_p}{T}\right)$	Factor de ampliación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
<b>Periodo que define la plataforma del espectro</b>	$T_p$	1	Depende del factor S.
<b>Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas</b>	RX	8	Porticos especiales resistentes a momentos
	RY	3	Albañilería confinada
<b>Aceleración espectral</b>	$S_a$	$\frac{ZUCS}{R}g$	Define el espectro de pseudo-aceleración

**Fuente:** Norma Técnica Diseño Sismorresistente, 2018.

Luego determinamos el tipo de comportamiento, en función a las consideraciones de la tabla 12.

El estado actual de la infraestructura fue evaluado teniendo en cuenta las fisuras, grietas, deflexiones y asentamientos en tabiques, vigas y columnas, el estado de puede ser considerado: bueno, regular, o mala calidad.

Para evaluar la estabilidad de los tabiques, se ha comparado el momento actuante producido por las cargas perpendiculares al plano del muro y se ha comparado con el momento resistente paralelo al plano del muro como lo especifica la tabla N° 15 (Norma Técnica Albañilería, 2006).

#### A. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se considera el estado actual de la edificación, comportamiento sísmico y la estabilidad de tabiques, observables en los porcentajes de la tabla 17, para su cálculo se reemplaza los valores asignados en la ecuación (20) y se asigna la calificación de alta, media o baja según la tabla 18.

**Tabla 17:** *Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.*

Estructural		No estructural	
Comportamiento Sísmico (60%)	Estado Actual (30%)	Estabilidad de Muros (10%)	
Inadecuada      3	Mala calidad      3	Todos inestables      3	
Aceptable      2	Regular calidad      2	Algunos estables      2	
Adecuada      1	Buena calidad      1	Todos estables      1	

**Fuente:** Mosqueira & Tarque, 2005.

$$V_s = 0.6 \times C_s + 0.3 \times E_a + 0.1 \times E_m \quad \dots (20)$$

Donde:

$V_s$  = Vulnerabilidad sísmica

$C_s$  = Comportamiento Sísmico

$E_a$  = Estado Actual

$E_m$  = Estabilidad de Muros

**Tabla 18:** Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad sísmica	Baja	Media	Alta
Rango	1 a 1.4	1.5 a 2.1	2.2 a 3

**Fuente:** Mosqueira & Tarque, 2005.

## B. Evaluación del peligro sísmico.

En la evaluación del peligro sísmico el que se cualifica en el rango de alto, medio o bajo, se ha considerado la sismicidad, el tipo de suelo y la topografía de la zona sobre la que está construida la estructura.

Orrillo (2017) en su tesis adapta la metodología en estudio (ecuación propuesta por Kuroiwa) para la normativa E030-2016 para edificaciones aporticadas, debido a la modificación de tres zonas a cuatro zonas sísmicas.

La sismicidad se asigna según la zona sísmica sobre la cual se ubica la estructura, este coeficiente explica la aceleración máxima del terreno con la probabilidad de 10 % de ser sobrepasado en 50 años. En la NTE-030 se establece cuatro zonas sísmicas en función a su aceleración como lo detalla la tabla 19. Luego de identificar la zona en la que se ubica nuestra edificación se adoptará un valor de 1 para la sismicidad baja, 2 para las sismicidades media baja y media alta, y 3 para sismicidad alta (Orrillo, 2017).

**Tabla 19:** Clasificación de zonas sísmicas

SISMICIDAD	ZONA	DESCRIPCIÓN
BAJA	Z1	La aceleración máxima del terreno es un 10% de g, con una probabilidad de 10% de ser excedida
MEDIA	Z2	La aceleración máxima del terreno es del 25% de la (g), con una probabilidad del 10% de ser excedida.
	Z3	la aceleración máxima del terreno del 35% de g, con una probabilidad del 10% de ser excedida.
ALTA	Z4	La aceleración máxima del terreno del 45% de g, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

**Fuente:** Orrillo, 2017.

El tipo de suelo se evalúa teniendo en cuenta lo estipulado en el RNE, específicamente en la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” (2018), donde se los clasifica de acuerdo al promedio de velocidad de propagación de las ondas de corte, como muestra la tabla 20.

**Tabla 20:** Clasificación de acuerdo al promedio de velocidad de propagación de las ondas de corte

<b>Tipo de Perfil</b>	<b>Composición del suelo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Velocidad de propagación de ondas de corte</b>
<b>S<sub>0</sub></b>	Roca Dura	Rocas sanas	mayor que 1500 m/s
<b>S<sub>1</sub></b>	Roca o Suelos Muy Rígidos	Rocas y los suelos muy rígidos	El período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0,25 s
<b>S<sub>2</sub></b>	Suelos Intermedios	Sitios con características intermedias entre S1 y S3	$0,25s < x < 0,6s$
<b>S<sub>3</sub></b>	Suelos Flexibles	Estratos de gran espesor	El período fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0,6 s.
<b>S<sub>4</sub></b>	Condiciones Excepcionales	Suelos excepcionalmente flexibles	$X < 0,6s$

**Fuente:** elaboración propia.

La valuación topográfica se encuentra se da en función del reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso (D. S. N° 017/09-AG, 2009), considerándose plana si la pendiente es menor a 15 %, media si la pendiente es mayor a 15 %, pero menor a 50 % y pronunciada aquella cuya pendiente es mayor a 50 %.



**Tabla 21:** Valores de los parámetros de peligro sísmico.

<b>Sismicidad</b>		<b>Suelo</b>		<b>Topografía</b>	
<b>(40%)</b>		<b>(40%)</b>		<b>(20%)</b>	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

**Fuente:** Mosqueira & Tarque, 2005.

En la tabla 22 se puede apreciar los posibles valores resultados para el peligro sísmico, pudiendo ser baja, media o alta.

**Tabla 22:** Combinación de los parámetros para la evaluación del peligro sísmico.

Sismicidad (40%)	Estructural						Pesos (%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Suelo (40%)			Topografía (20%)							
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	40	40	20		
							40	40	20		
BAJA	x			x			3	1	1	Bajo	1.80
	x				x		3	1	2	Medio	2.00
	x					x	3	1	3		2.20
		x		X			3	2	1		2.20
		x			X		3	2	2	2.40	
		x				x	3	2	3	2.60	
			x	X			3	3	1	Alto	2.60
			x		X		3	3	2		2.80
		x			x	3	3	3	3.00		
MEDIA	x			X			2	1	1	Bajo	1.40
	x				x		2	1	2		1.60
	x					x	2	1	3	Medio	1.80
		x		X			2	2	1		1.80
		x			x		2	2	2		2.00
		x				x	2	2	3		2.20
			x	X			2	3	1		2.20
			x		x		2	3	2		2.40
		x			x	2	3	3	Alto	2.60	
ALTA	x			X			1	1	1	Bajo	1.00
	x				x		1	1	2		1.20
	x					x	1	1	3		1.40
		x		X			1	2	1		1.40
		x			x		1	2	2		1.60
		x				x	1	2	3	1.80	
			x	X			1	3	1	Medio	1.80
			x		x		1	3	2		2.00
		x			x	1	3	3	Alto		2.20

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 21, para calificar numéricamente el peligro sísmico, el valor obtenido es comparado con los rangos numéricos evaluados en la tabla 21, asignándole una calificación de peligro sísmico alto, medio o bajo.

$$Ps = 0.4 \times Si + 0.4 \times S + 0.2 \times top \quad ..(21)$$

Donde:

*Ps: Peligro sísmico*

*Si: Sismicidad*

*S: Suelo*

*top: Topografía*

**Tabla 23:** Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico.

Sismicidad	Peligro Sísmico	Rango
Alta	Bajo	1.8
	Medio	2 a 2.4
	Alto	2.6 a 3
Media	Bajo	1.4 a 1.6
	Medio	1.8 a 2.4
	Alto	2.6
Bajo	Bajo	1 a 1.6
	Medio	1.8 a 2
	Alto	2.2

**Fuente:** Mosqueira y Tarque, 2005

### C. Evaluación del riesgo sísmico

Para la calificación numérica del Riesgo Sísmico, se reemplazan los valores numéricos de Vulnerabilidad y Peligro Sísmico en la ecuación 19. El valor obtenido se compara con la calificación del Riesgo Sísmico mostrado en la Tabla 24 lo que nos permite asignar el Nivel de Riesgo Sísmico de los módulos evaluados.

*“Riesgo sísmico alto, representa que la edificación sufrirá daños importantes ante un sismo severo (aceleración sísmica de 0,45 de la aceleración de la gravedad),*

existe gran probabilidad que la edificación colapse ya que no tiene un adecuado comportamiento sísmico y se encuentra sobre suelo flexible” (Mosqueira, 2012).

“Riesgo sísmico medio, representa que la edificación tiene aceptable comportamiento sísmico y se encuentra sobre un suelo rígido o intermedio. Los pórticos y muros de la edificación podrían sufrir daños menores y algunos parapetos podrían colapsar parcial o totalmente” (Mosqueira, 2012).

“Riesgo sísmico bajo, representa que la edificación tiene adecuado comportamiento sísmico y el estado actual de la edificación es de regular a buena. La edificación se encuentra sobre suelo rígido sin pendiente y solo podría sufrir el colapso parcial o total de sus tabiques” (Mosqueira, 2012).

**Tabla 24:** Calificación del riesgo sísmico numérica.

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	3	2	1
Peligro			
3	3	2.5	2
2	2.5	2	1.5
1	2	1.5	1

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Peligro			
3	Baja	Medio	Medio
2	Medio	Medio	Alto
1	Medio	Alto	Alto

**Fuente:** Mosqueira, 2012.

### 4.3. Métodos de investigación.

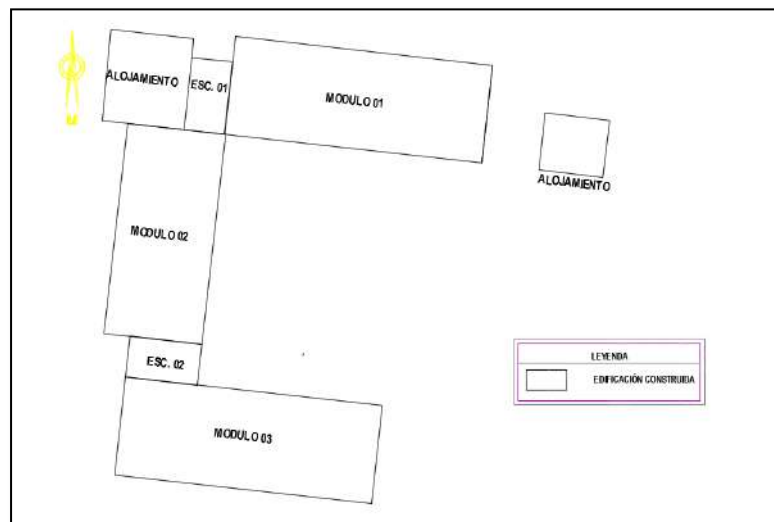
Se utilizó el método deductivo, ya que producto de la observación de los factores particulares se ha obtenido proposiciones generales, obteniendo conclusiones generales a partir de premisas particulares.

### 4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

#### 4.4.1. Población.

La población está constituida por las edificaciones asignadas para labores académicas y administrativas de la I.E. César Vallejo.

**Figura 9:** Campus de la institución educativa César Vallejo.



**Fuente:** Archivos de la Municipalidad Distrital de Encañada, de las obras ejecutadas.

#### 4.4.2. Muestra.

La muestra se seleccionó empleando un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a la obtención de planos y costo de la edificación; está constituido por los módulos 1,2 y 3. Edificaciones asignadas para desarrollar labores académicas y administrativas de la Institución educativa César Vallejo.

#### **4.4.3. Unidad de análisis.**

La unidad de análisis se consideró a los elementos estructurales (columnas, vigas y losas aligeradas) que conforman cada pabellón de la I. E. P. César Vallejo, edificaciones aporticadas.

#### **4.4.4. Unidad de observación**

La unidad de observación será la evaluación del comportamiento de las vigas y columnas.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

Dentro de los instrumentos para la recolección de la información, contamos con las siguientes actividades:

- **Observación:** Identifica el estado actual del sistema estructural para identificar las fallas. También fue necesario realizar el levantamiento arquitectónico, verificándose el uso de los ambientes, permitiendo determinar las cargas a las que está sometida la edificación.
- **Ensayos:** Se efectuó el ensayo de esclerometría con la finalidad de evaluar la resistencia a compresión del concreto existente en las columnas y vigas.

Se realizó el ensayo de mecánica de suelos, para determinar las propiedades mecánicas (tipo de suelos, resistencia a compresión) del tipo de suelos de cimentación de la estructura.

#### **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

El procesamiento de datos se realizó en forma computarizada utilizando el software ETABS, otros programas como Autocad, Microsoft Word, Microsoft Excel.

También se realizó la toma de fotografías para determinar el estado actual de la edificación.

#### 4.7. Matriz de consistencia metodológica

TITULO: Riesgo sísmico en la institución educativa pública César Vallejo - Chanta alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca - 2018									
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Sub Variable	Indicadores	Índices	Fuente	Metodología	Población y Muestra
<p><b>Pregunta general:</b> ¿Cuál es el riesgo sísmico de la infraestructura Educativa Pública César Vallejo - Chanta Alta debido a la vulnerabilidad y peligro sísmico del distrito la Encañada - 2018?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el riesgo de la Infraestructura Pública César Vallejo en Chanta Alta distrito la Encañada- 2018.</p>	<p>El nivel de riesgo sísmico de la Institución Educativa César Vallejo es alto debido a la vulnerabilidad alta y peligro medio.</p>	<p>Riesgo sísmico</p>	<p>Peligro sísmico</p>	<p>Grado de Sismicidad</p>	<p>Baja Media Alta</p>	<p>Reglamento Nacional de edificaciones (E.030,2016)</p>	<p>Observación, análisis y deducción.</p>	<p><b>Población</b> Las edificaciones asignadas para labores académicas y administrativas de la I.E. César Vallejo.</p>
					<p>Tipo de Suelo</p>	<p>Blando Intermedio Rígido</p>	<p>Estudio de Mecánica de suelos (EMS)</p>		
					<p>Topografía y pendiente</p>	<p>Plana Media Pronunciada</p>	<p>Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor</p>		
	<p>Vulnerabilidad Sísmica</p>			<p>Comportamiento de la estructura</p>	<p>Adecuado Aceptable Inadecuado</p>	<p>Edificios</p>			
				<p>Estado actual de las edificaciones</p>	<p>Bueno Regular Malo</p>	<p>Edificios</p>			
				<p>Estabilidad de tabiques</p>	<p>Todos estables Algunos estables Todos inestables</p>	<p>Edificios</p>			
									<p><b>Muestra:</b> Modulo 01, 02 y 03</p>

## CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Presentación de resultados.

#### A. Descripción de la edificación

Los módulos analizados de la institución educativa pública Cesar Vallejo, presenta un sistema estructural aporticado. La construcción se realizó en el año 2013.

Los muros y tabiques de albañilería son de ladrillo de arcilla cocida en todos los módulos, los entrepisos están constituidos por losas aligeradas armadas en una dirección y ladrillo hueco de arcilla de 0.30 m X 0.30 m X 0.2 m.

El techo de los módulos está formado por tijerales de madera y una cubierta de teja andina. La conexión entre niveles es mediante una escalera de concreto armado en forma de “U” aisladas del módulo.

**Tabla 25:** Ambientes que conforman el módulo 01.

<b>MODULO 01</b>	
<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREAS</b>
<b>PRIMER PISO</b>	<b>106.24 m2</b>
AULA 1	55.31 M2
AULA 2	55.31 M2
SSHH VARONES	25.41 M2
SSHH MUJERES	25.52 M2
<b>SEGUNDO PISO</b>	<b>163.33 m2</b>
SALA TIC	55.58 m2
SALA DE PROFESORES + DEPOSITO	22.02 m2
SSHH VARONES	6.54 m2
SSHH MUJERES	6.54 m2
DIRECCION+SSHH	18.20 m2
SECRETARIA+ARCHIVO	27.65 m2
DEPOSITO	13.52 m2
TÓPICO	13.28 m2
<b>TERCER PISO</b>	<b>166.47 m2</b>
AULA 6	55.58 m2
AULA 7	55.31 m2
AULA 8	55.58 m2
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>436.04 m2</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Tabla 26:** Ambientes que conforman el módulo 01.

<b>MÓDULO 02</b>	
<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREAS</b>
<b>PRIMER PISO</b>	<b>138.80 m2</b>
LABORATORIO	82.98 m2
SUM	55.82 m2
<b>SEGUNDO PISO</b>	<b>137.66 m2</b>
COMEDOR	55.58 m2
COCINA	13.34 m2
TALLER PRODUCTIVO	55.58 m2
ALMACÉN	13.16 m2
<b>TERCER PISO</b>	<b>137.66 m2</b>
AULA 9	55.58 m2
DEPOSITO 9	13.16 m2
AULA 10	55.58 m2
DEPOSITO 10	13.34 m2
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>414.12 m2</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 27:** Ambientes que conforman el módulo 03.

<b>MODULO 03</b>	
<b>PRIMER PISO</b>	<b>174.66 m2</b>
BIBLIOTECA	120.93 m2
DEPOSITO DE LIBROS	27.17 m2
DEPOSITO DE MATERIAL DEPORTIVO	13.28 m2
DEPOSITO GENERAL	13.28 m2
<b>SEGUNDO PISO</b>	<b>111.28 m2</b>
AULA 3	55.71 m2
AULA 4	55.57 m2
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>284.94 m2</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

## **B. Características de los materiales**

Las características consideradas se las obtuvo de las especificaciones técnicas de los planos de la edificación y verificación in situ. También fue necesario realizar los Ensayos de Esclerometría y así obtener la resistencia a compresión del

concreto endurecido. Los datos obtenidos fueron procesados según la ASTM C850 y posteriormente utilizados en el modelamiento de la estructura el Software ETABS 2016 versión estudiantil.

➤ Resistencia a la compresión de columnas y vigas.

Los ensayos de esclerometría se realizaron según la ASTM C850. Para efectos de modelamiento, tomamos el 90% de la resistencia obtenida del ensayo de esclerometría debido al margen de error; según la tabla 28 que muestra la resistencia del concreto endurecido en columnas y vigas:

**Tabla 28:** Resultados del ensayo de esclerometría.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN						
Módulos	N° piso	Columnas		Vigas		f'c Modulo (0.9)x(a)x(b)
		Columna f'c kg/cm2	Promedio (a)	Viga f'c kg/cm2	Promedio (b)	
M1	1	270.00	297.00	246.00	255.00	250.00
	2	315.00		232.00		
	3	305.00		286.67		
M2	1	259.00	273.00	276.67	240.00	230.00
	2	295.00		222.00		
	3	265.00		222.00		
M3	1	220.00	228.00	213.33	223.00	205.00
	2	235.00		232.50		

**Fuente:** Elaboración Propia.

➤ Módulo de elasticidad

$$E = 15000\sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

➤ Peso específico

$$\gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

➤ Recubrimiento de columnas y vigas

Columnas: 5 cm

Vigas: 4 cm

Elementos de confinamiento: 2.5 cm

➤ Propiedades y especificaciones técnicas del Acero

Esfuerzo de fluencia  $F_Y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Peso específico  $\gamma = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Módulo de elasticidad  $E = 2 \times 10^7 \text{ (Tn/m}^2)$

### C. Metrado de cargas.

Según la NTP E.020 se obtuvieron las cargas muertas, vivas y vivas de techo.

### D. Modelo Estructural.

El modelo idealizado de la estructura en el programa ETABS 2016 se elabora en base a la información obtenida de los planos de la edificación, metrado de cargas y ensayo de esclerometría realizado.

Según la categoría A de la norma E-030, para las edificaciones que esta comprende, se ha de calcular el peso de la estructura sumándole la carga permanente y total de la estructura, con el 0.5 de carga viva (CV) y el 0.25 de la carga viva de techo (CVT), considerándose que la ubicación es empotrada en la base.

$$P = PP + CM + 0.5 CV + 0.25 CVT$$

P	=	Peso de la edificación
PP	=	Peso propio de la edificación
CM	=	Carga Muerta
CV	=	Carga Viva
CVT	=	Carga viva de techo

## E. Comportamiento Sísmico del Edificio.

### a) Derivas de entrepiso en la dirección X y Y.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.007, límite establecido por norma para estructuras de concreto armado (Tabla 08).

**Tabla 29:** Verificación de derivas de entrepiso en la dirección X.

Derivas de entrepiso en la dirección X						
Modulo	Nivel	Altura(m)	Drift(ETAB S)	Deriva(Drift *0.75*R)	E.030	E.03 (Deriva<0.007)
1	Base	0.0	0.0000	0.0000		
	1	3.65	0.000527	0.0032	0.007	Cumple
	2	7.15	0.000766	0.0046	0.007	Cumple
2	Base	0.0	0.0000	0.0000		
	1	3.65	0.000587	0.0035	0.007	Cumple
	2	7.15	0.000869	0.0052	0.007	Cumple
3	Base	0	0.0000	0.0000		
	1	3.65	0.000323	0.0019	0.007	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 30:** Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y.

Derivas de entrepiso en la dirección Y						
Modulo	Nivel	Altura(m)	Drift(ETAB S)	Deriva(Drift *0.75*R)	E.030	E.03 (Deriva<0.007)
1	Base	0.0000	0.0000	0.0000		
	1	3.6500	0.0004	0.0008	0.0070	Cumple
	2	7.1500	0.0007	0.0016	0.0070	Cumple
2	Base	0.0000	0.0000	0.0000		
	1	3.6500	0.0006	0.0013	0.0070	Cumple
	2	7.1500	0.0007	0.0015	0.0070	Cumple
3	Base	0.0000	0.0000	0.0000		
	1	3.6500	0.0004	0.0008	0.0070	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

### b) Juntas de construcción

Se determinó el espesor de la junta sísmica según la fórmula 05 (Pg. 42), la cual se comparó con la norma E030-2018.

**Tabla 31: Espesor de junta sísmica.**

Modulo	Junta Existente (cm)	Mínimo	Evaluación
M1	0	6.39	No cumple
M2	0	6.39	No cumple
M3	0	4.29	No cumple

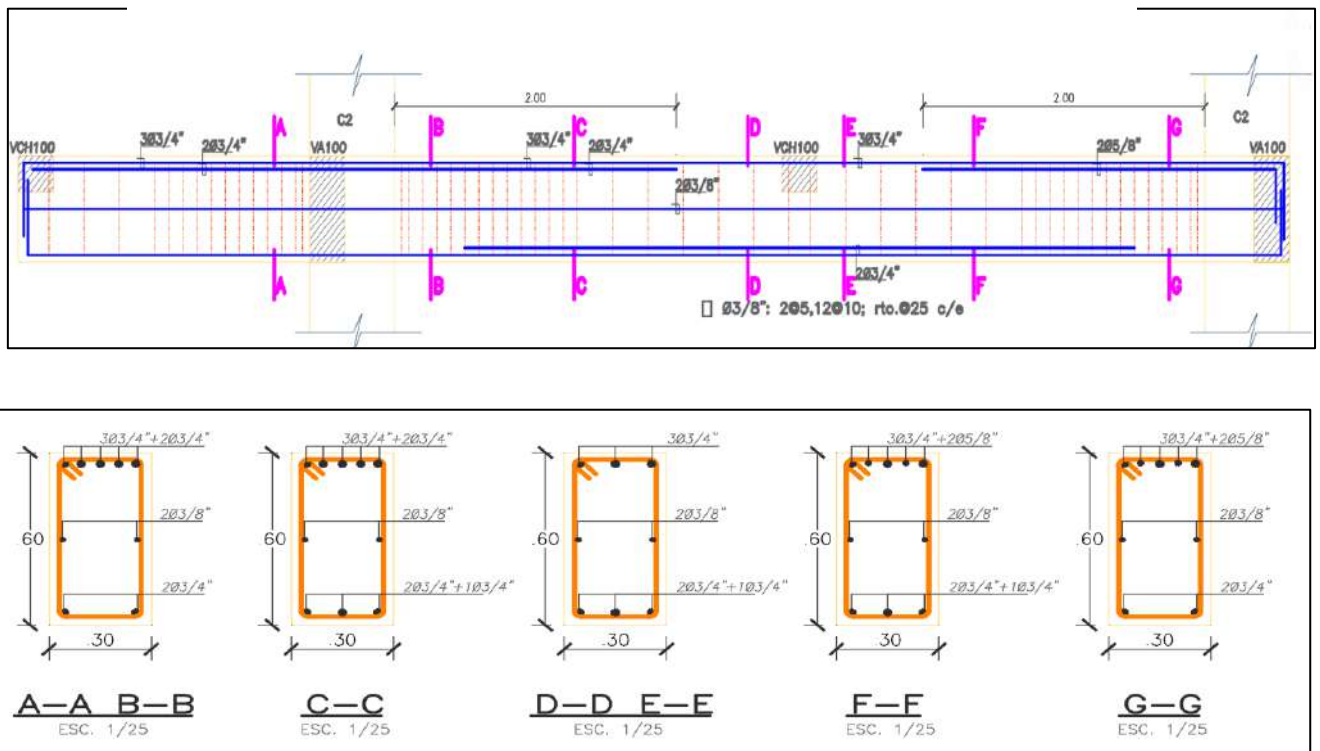
Fuente: Elaboración Propia.

## F. Evaluación del comportamiento de vigas.

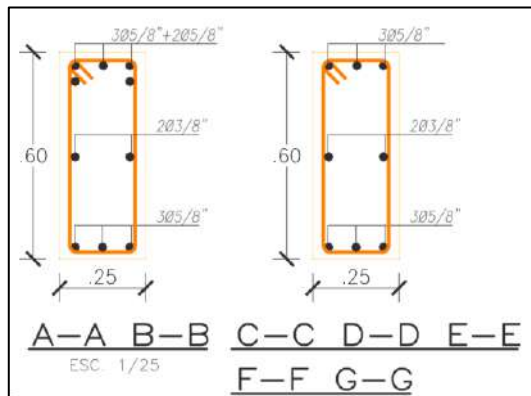
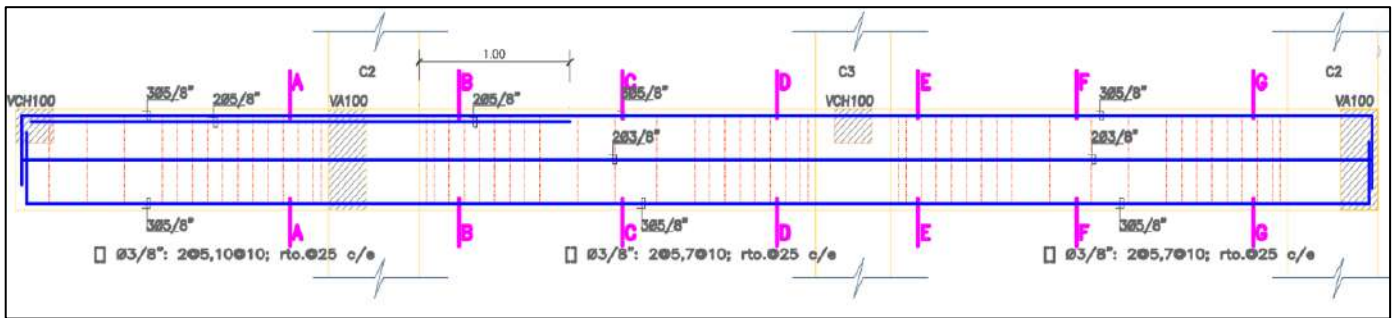
Con el propósito de establecer si el comportamiento de las vigas es el adecuado, se determinaron los momentos actuantes y resistentes de cada viga.

Los resistentes, se calcularon con la fórmula N° 07 (Pg. 43) y los momentos actuantes se hallaron del modelo estructural realizado en el programa ETABS 2016. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las secciones de cada viga:

**Figura 10: Esquema de viga principal 30X60 m de los módulos M1, M2 y M3**



**Figura 11:** Esquema de viga de amarre 25X60 m de los módulos M1, M2 y M3.



### Vigas en techo del Primer Nivel –Modulo 01

#### ✓ Vigas Principales

**Tabla 32:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 01.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	-12.60	-12.60	-18.40	18.40	18.40	18.41	-12.66
Mn actuante (con sismo)	VP-2-AC	-19.73	-29.02	5.05	22.65	22.71	8.07	-25.22
	VP-3-AC	-18.66	-29.67	5.26	23.23	23.28	8.37	-25.66
	VP-4-AC	-18.76	-27.82	5.32	21.27	21.27	7.48	-22.94
	VP-5-AC	-18.62	-25.76	5.06	18.65	18.67	7.45	-21.16
	VP-6-AC	-19.68	-25.06	5.13	17.79	17.78	7.16	-20.03
	VP-2-AC	-19.73	-29.02	3.13	22.65	22.71	8.87	-25.22
Mn actuante (sin sismo)	VP-3-AC	-18.66	-29.67	3.57	23.23	23.28	7.50	-25.66
	VP-4-AC	-18.76	-27.82	3.65	21.27	21.27	6.36	-22.94
	VP-5-AC	-18.62	-25.76	3.28	18.65	18.67	6.29	-21.16
	VP-6-AC	-19.68	-25.06	3.33	17.79	17.78	5.84	-20.03

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 33:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 01.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	-13.07	-13.07	13.07	13.07	13.07	13.07	13.07
Mn actuante (con sismo)	VP-1-AC	-9.79	-3.29	-0.46	2.35	-1.98	0.49	2.82
	Tn/m	VP-7-AC	-9.81	-3.25	-0.46	2.32	-1.99	0.49
Mn actuante (sin sismo)	VP-1-AC	-9.79	-0.93	-0.16	0.51	-0.07	0.21	0.37
	Tn/m	VP-7-AC	-9.81	-0.92	-0.17	0.49	-0.10	0.19

Fuente: Elaboración Propia.

### ✓ Vigas Secundarias

**Tabla 34:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 100(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 01.

SECCIÓN	VA 100 (25x60)		VCH 100 (25x20)		
	M(-)	M(+)	M(-)	M(+)	
Mn (resistente)	Tn/m	-17.04	17.04	-3.05	3.05
Mn actuante (con sismo)	Tn/m	-6.40	4.27	1.45	0.82
Mn actuante (sin sismo)	Tn/m	-1.82	2.72	-1.45	0.82

Fuente: Elaboración Propia.

## Vigas en techo del Segundo Nivel –Modulo 01

### ✓ Vigas Principales

**Tabla 35:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-200(30X60) en el módulo 01.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G	
Mn (resistente)	Tn/m	-12.60	-12.60	-18.40	18.40	18.40	18.41	-12.66	
Mn actuante (con sismo)	VP-2-AC	-9.54	-22.35	5.76	16.03	16.02	7.04	-19.88	
	VP-3-AC	-9.11	-25.31	6.75	18.53	18.53	8.00	-22.78	
	VP-4-AC	-9.02	-22.96	5.93	16.49	16.49	7.36	-20.68	
	Tn/m	VP-5-AC	-9.11	-25.23	6.63	18.64	18.64	8.02	-22.66
	VP-6-AC	-9.53	-22.27	5.59	16.14	16.14	6.95	-19.73	
	Mn actuante (sin sismo)	VP-2-AC	-9.54	-20.67	3.72	16.03	16.02	5.10	-18.00
VP-3-AC		-9.11	-23.56	4.09	18.53	18.53	5.67	-20.82	
VP-4-AC		-9.02	-20.98	3.72	16.49	16.49	5.17	-18.21	
Tn/m		VP-5-AC	-9.12	-23.48	4.32	18.64	18.64	5.79	-20.68
VP-6-AC		-9.53	-20.60	5.59	16.14	16.14	4.91	-17.82	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 36:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-201(25X60) en el módulo 01.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	-13.07	-13.07	13.07	13.07	13.07	13.07	13.07
Mn actuante (con sismo)	VP-1-AC	-5.20	-1.66	-0.18	1.32	1.01	0.29	1.41
	Tn/m	VP-7-AC	-5.19	-1.64	-0.18	1.30	0.99	0.28
Mn actuante (sin sismo)	VP-1-AC	-5.20	-0.46	0.00	0.38	0.01	0.17	0.21
	Tn/m	VP-7-AC	-5.19	-0.44	-0.02	0.36	0.00	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

### ✓ Vigas Secundarias

**Tabla 37:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 200(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 01.

SECCIÓN	VA 200 (25x60)		VCH 100 (25x20)		
	M(-)	M(+)	M(-)	M(+)	
Mn (resistente)	Tn/m	-12.95	12.95	-3.05	3.05
Mn actuante (con sismo)	Tn/m	-5.40	3.54	-0.78	0.54
Mn actuante (sin sismo)	Tn/m	-1.47	1.82	-0.78	0.54

Fuente: Elaboración Propia.

### Vigas en techo del Primer Nivel –Modulo 02

#### ✓ Vigas Principales

**Tabla 38:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 02.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G	
Mn (resistente)	Tn/m	12.52	12.52	18.32	18.32	18.32	18.31	12.57	
Mn actuante (con sismo)	VP-2-AC	-19.67	-25.75	7.95	19.06	19.06	6.68	-22.31	
	VP-3-AC	-18.70	-32.02	6.42	24.56	24.56	7.88	-27.98	
	Tn/m	VP-4-AC	-18.70	-32.02	6.41	24.56	24.56	8.11	-27.98
	VP-5-AC	-19.65	-25.59	5.17	19.04	19.04	6.95	-22.22	
Mn actuante (sin sismo)	VP-2-AC	-19.67	-25.62	3.74	19.06	19.06	6.10	-21.38	
	VP-3-AC	-18.70	-32.02	5.59	24.56	24.56	7.36	-27.98	
	Tn/m	VP-4-AC	-18.70	-32.02	5.59	24.56	24.56	7.71	-27.98
	VP-5-AC	-19.65	-25.59	4.02	19.04	19.04	6.22	-21.35	

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 39:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 02.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	12.96	12.96	12.89	12.89	12.89	12.89	12.89
Mn actuante (con sismo)	VP-1-AC	-9.80	-3.77	-0.48	2.77	2.37	0.54	3.42
	Tn/m	VP-6-AC	-9.78	-3.71	-0.47	2.72	-2.45	0.57
Mn actuante (sin sismo)	VP-1-AC	-9.80	-0.80	-0.12	0.45	-0.13	0.19	0.39
	Tn/m	VP-6-AC	-9.78	-0.80	-0.12	0.45	0.12	0.19

Fuente: Elaboración Propia.

### ✓ Vigas Secundarias

**Tabla 40:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 100(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 02.

SECCIÓN	VA 100 (25x60)		VCH 100 (25x20)		
	M(-)	M(+)	M(-)	M(+)	
Mn (resistente)	Tn/m	16.94	16.94	2.16	2.16
Mn actuante (con sismo)	Tn/m	-9.23	7.02	-0.97	0.68
	Mn actuante (sin sismo)	Tn/m	-1.97	2.85	-0.97

Fuente: Elaboración Propia.

### Vigas en techo del Segundo Nivel –Modulo 02

#### ✓ Vigas Principales

**Tabla 41:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-200(30X60) en el módulo 02.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G	
Mn (resistente)	Tn/m	12.52	12.52	18.32	18.32	18.32	18.31	12.57	
Mn actuante (con sismo)	VP-2-AC	-19.54	-27.14	6.41	15.36	15.36	8.98	22.01	
	VP-3-AC	-18.74	-34.61	8.49	22.83	22.83	11.12	29.42	
	Tn/m	VP-4-AC	-18.75	-34.59	8.47	22.83	22.83	11.36	-29.39
	VP-5-AC	-19.52	-27.03	6.29	15.35	15.34	8.98	-21.89	
Mn actuante (sin sismo)	VP-2-AC	-19.54	-22.77	2.23	15.36	15.36	5.46	-16.44	
	VP-3-AC	-18.74	-31.24	4.60	22.83	22.83	7.51	-24.86	
	Tn/m	VP-4-AC	-18.75	-31.23	4.26	22.83	22.83	7.83	-24.86
	VP-5-AC	-19.52	-22.76	2.23	15.35	15.34	5.35	-16.42	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 42:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-201(25X60) en el módulo 02.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	12.96	12.96	12.89	12.89	12.89	12.89	12.89
Mn actuante (con sismo)	VP-1-AC	-9.89	-2.38	0.15	1.73	-1.35	0.34	1.88
	Tn/m	VP-6-AC	-9.87	-2.33	-0.30	1.68	-1.31	0.33
Mn actuante (sin sismo)	VP-1-AC	-9.89	-0.84	-0.15	0.45	-0.03	0.17	0.26
	Tn/m	VP-6-AC	-9.87	-0.84	-0.14	0.46	-0.28	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

### ✓ Vigas Secundarias

**Tabla 43:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.A. 200(25x60) y V.C.H.(25x20) en el módulo 02.

SECCIÓN	VA 200 (25x60)		VCH 200 (25x20)		
	M(-)	M(+)	M(-)	M(+)	
Mn (resistente)	Tn/m	12.89	12.89	2.16	2.16
Mn actuante (con sismo)	Tn/m	-8.54	6.32	0.55	-0.90
	Mn actuante (sin sismo)	Tn/m	-1.98	2.68	0.55

Fuente: Elaboración Propia.

### Vigas en techo del Primer Nivel –Módulo 03

#### ✓ Vigas Principales

**Tabla 44:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-100(30X60) en el módulo 03.

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G	
Mn (resistente)	Tn/m	-12.42	-12.42	18.21	18.22	18.22	18.19	-12.45	
Mn actuante (con sismo)	VP-2-AC	-20.47	-25.55	2.71	13.70	13.70	5.43	-18.72	
	VP-3-AC	-19.34	-28.60	4.41	15.69	15.69	6.06	-23.15	
	VP-4-AC	-19.34	-25.91	3.01	13.87	13.88	5.89	-20.47	
	Tn/m	VP-5-AC	-19.37	-28.63	3.24	15.71	15.72	6.13	-13.17
	VP-6-AC	-20.24	-25.25	2.68	13.52	13.53	5.33	-19.75	
	VP-2-AC	-20.47	-25.55	0.08	13.70	13.70	3.40	-18.72	
Mn actuante (sin sismo)	VP-3-AC	-19.34	-28.50	0.16	15.69	15.69	4.04	-21.81	
	VP-4-AC	-19.34	-25.50	0.12	13.87	13.88	4.00	-18.81	
	Tn/m	VP-5-AC	-19.37	-28.54	0.73	15.71	15.72	3.92	-21.84
	VP-6-AC	-20.24	-25.24	-0.07	13.52	13.53	3.50	-18.49	

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 45:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 03

SECCIÓN	VIGA	A-A	B-B	C-C	D-D	E-E	F-F	G-G
Mn (resistente)	Tn/m	12.84	12.84	12.81	12.81	12.81	12.81	12.81
Mn actuante (con sismo)	VP-1-AC	-10.17	-3.15	-0.28	1.64	-1.39	0.27	2.38
	VP-7-AC	-9.94	-3.13	-0.27	1.64	-1.39	0.28	2.38
Mn actuante (sin sismo)	VP-1-AC	-10.17	-1.51	-0.19	0.52	-0.24	0.15	0.61
	VP-7-AC	-9.94	-1.49	-0.17	0.52	-0.24	0.16	0.61

Fuente: Elaboración Propia.

### ✓ Vigas Secundarias

**Tabla 46:** Momentos nominal resistente y actuante en viga V.P.-101(25X60) en el módulo 03

SECCIÓN	VA 100 (25x60)		VCH 100 (25x20)	
	M(-)	M(+)	M(-)	M(+)
Mn (resistente) Tn/m	16.85	16.85	2.09	2.09
Mn actuante (con sismo) Tn/m	-6.72	3.00	-0.98	0.56
Mn actuante (sin sismo) Tn/m	-4.30	2.61	-0.98	0.55

Fuente: Elaboración Propia.

## G. Evaluación del comportamiento de columnas.

Para determinar el comportamiento de las columnas en la edificación, se realizó la comparación de la cantidad de acero existente en la sección, con la cantidad de acero que ésta requiere.

El acero existente en cada sección se determinó de acuerdo a los planos estructurales del edificio y la Tabla 10, el acero necesario se halló con el programa ETABS 2016.

Figura 13: Secciones de columnas analizadas módulo 01 y 02.

SECCION	ACERO	
<p><b>C-1</b></p>	$8 \ \phi \ 3/4'' +$ $8 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$
<p><b>C-2</b></p>	$8 \ \phi \ 3/4'' +$ $8 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$
<p><b>C-3</b></p>	$8 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 8\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$

Figura 12: Secciones de columnas analizadas módulo 03.

SECCION	ACERO	
<p><b>C-1</b></p>	$8 \ \phi \ 3/4'' +$ $12 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$
<p><b>C-2</b></p>	$8 \ \phi \ 3/4'' +$ $8 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$
<p><b>C-3</b></p>	$8 \ \phi \ 5/8''$	$[ ] \ \phi 3/8'', 2\phi 5 + 8\phi 10$ RESTO $\phi \ 0.20$

Los resultados del análisis se detallan a continuación:

**Tabla 47:** Acero existente y Necesario en columnas del -M1.

PRIMER NIVEL-M1						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	7A	7C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	45.8	41.2	45.8	41.1	12.5	12.5

PRIMER NIVEL-M1										
TIPO	Columna 02									
EJE	A2	A3	A4	A5	A6	C2	C3	C4	C5	C6
Acero Existente										
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario										
cm2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5

SEGUNDO NIVEL-M1						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	7A	7C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	33.8	33.8	33.8	33.8	12.5	12.5

SEGUNDO NIVEL-M1										
TIPO	Columna 02									
EJE	A2	A3	A4	A5	A6	C2	C3	C4	C5	C6
Acero Existente										
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario										
cm2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5

TERCER NIVEL-M1						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	33.8	33.8	33.8	33.8	12.5	12.5

TERCER NIVEL-M1						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	33.8	33.8	33.8	33.8	12.5	12.5

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 48:** Acero existente y Necesario en columnas del –M2.

PRIMER NIVEL-M2						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	68.2	66.7	62.5	61.6	12.5	12.5

PRIMER NIVEL-M2								
TIPO	Columna 02							
EJE	A2	A3	A4	A5	C2	C3	C4	C5
Acero Existente								
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario								
cm2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5

SEGUNDO NIVEL-M2						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	53.8	34.4	71.3	33.8	12.5	12.5

SEGUNDO NIVEL-M2								
TIPO	Columna 02							
EJE	A2	A3	A4	A5	C2	C3	C4	C5
Acero Existente								
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario								
cm2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5

TERCER NIVEL-M2						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	46.6	46.6	46.6	46.6	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	33.8	33.8	33.8	33.8	12.5	12.5

TERCER NIVEL-M2								
TIPO	Columna 02							
EJE	A2	A3	A4	A5	C2	C3	C4	C5
Acero Existente								
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario								
cm2	35.5	48.8	48.7	0	35.5	41.7	41.6	33.8

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 49:** Acero existente y Necesario en columnas del –M3.

PRIMER NIVEL-M3						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	7A	7C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	38.8	38.8	38.8	38.8	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	23.8	23.8	23.8	23.8	12.5	12.5

PRIMER NIVEL-M3										
TIPO	Columna 02									
EJE	A2	A3	A4	A5	A6	C2	C3	C4	C5	C6
Acero Existente										
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario										
cm2	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5

SEGUNDO NIVEL-M3						
TIPO	Columna 01				Columna 03	
EJE	1A	1C	6A	6C	1B	7B
Acero Existente						
cm2	38.8	38.8	38.8	38.8	15.8	15.8
Acero Necesario						
cm2	23.8	23.8	23.8	23.8	12.5	12.5

SEGUNDO NIVEL-M3										
TIPO	Columna 02									
EJE	A2	A3	A4	A5	A6	C2	C3	C4	C5	C6
Acero Existente										
cm2	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
Acero Necesario										
cm2	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5

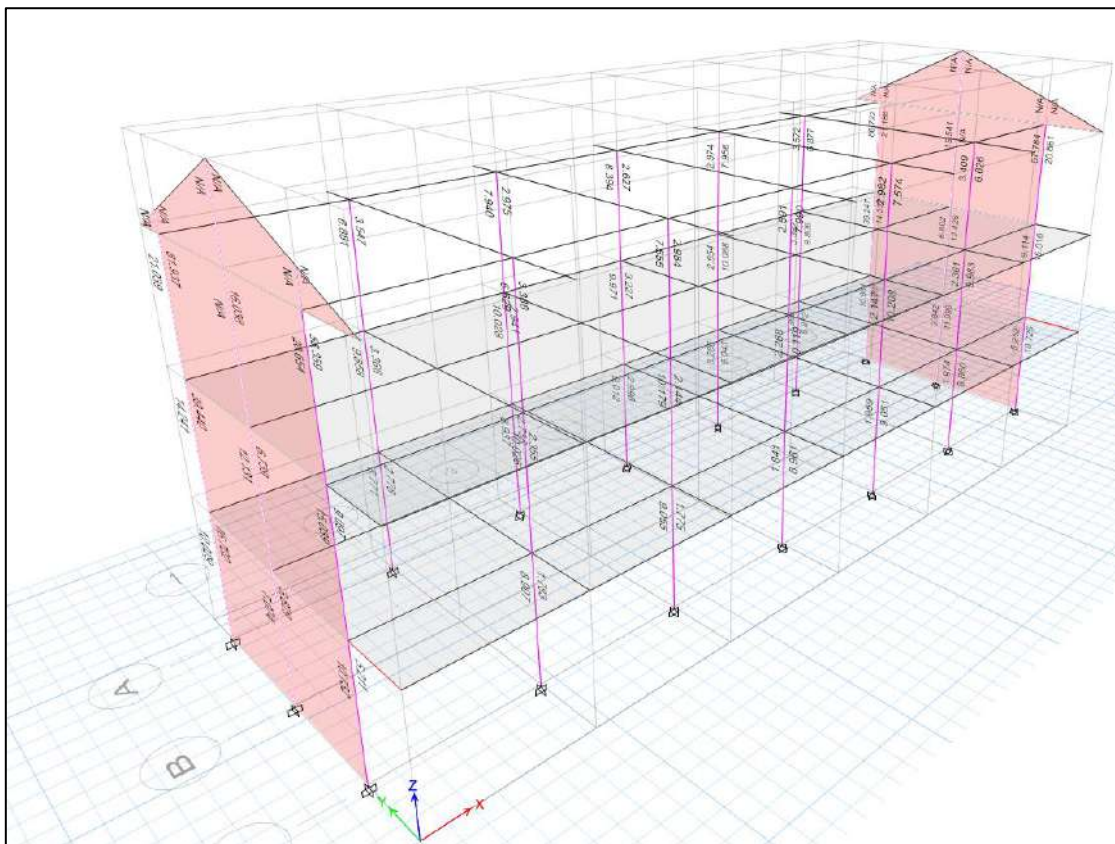
Fuente: Elaboración Propia.

## H. Evaluación del tipo de falla.

Para determinar si el tipo de falla de la edificación es frágil o dúctil, se debe evaluar qué tipo de elementos estructurales son los que fallan primero, si las columnas fallan antes que las vigas, la edificación tendrá una falla frágil y de darse el caso en que las vigas fallen primero, se dará una falla dúctil en la edificación.

Para este análisis se ha usado el software ETABS 2016, el cual hace la verificación de la fórmula N° 8 (Pg. 46). Las siguientes figuras indican la unión columna fuerte viga débil.

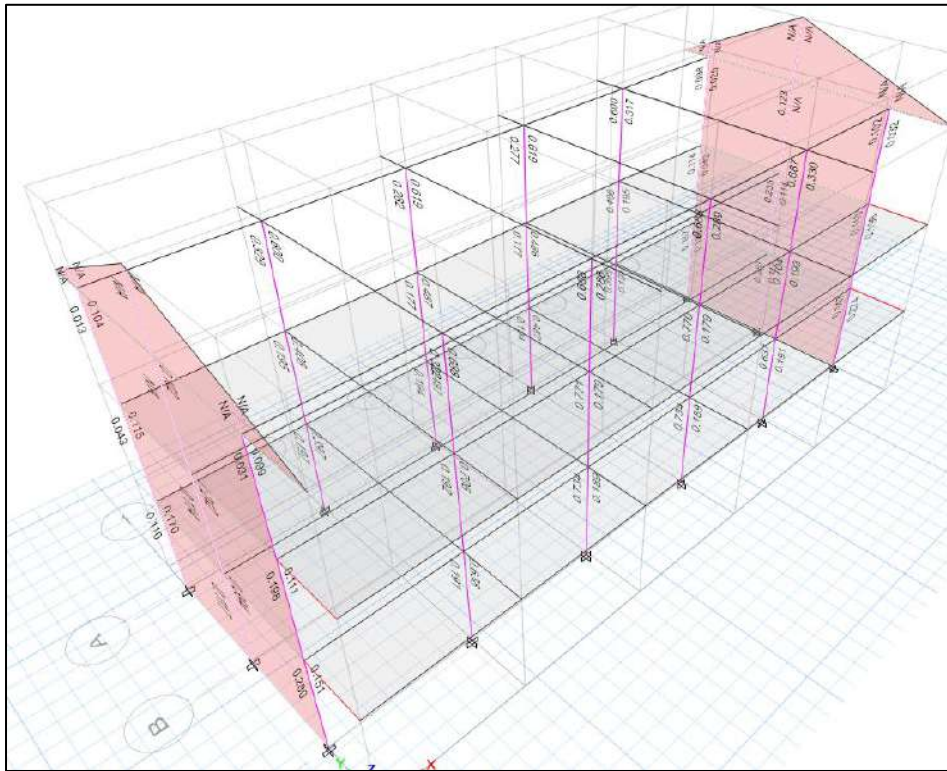
**Figura 14:** Mecanismo de falla del M1



Fuente: Elaboración Propia.

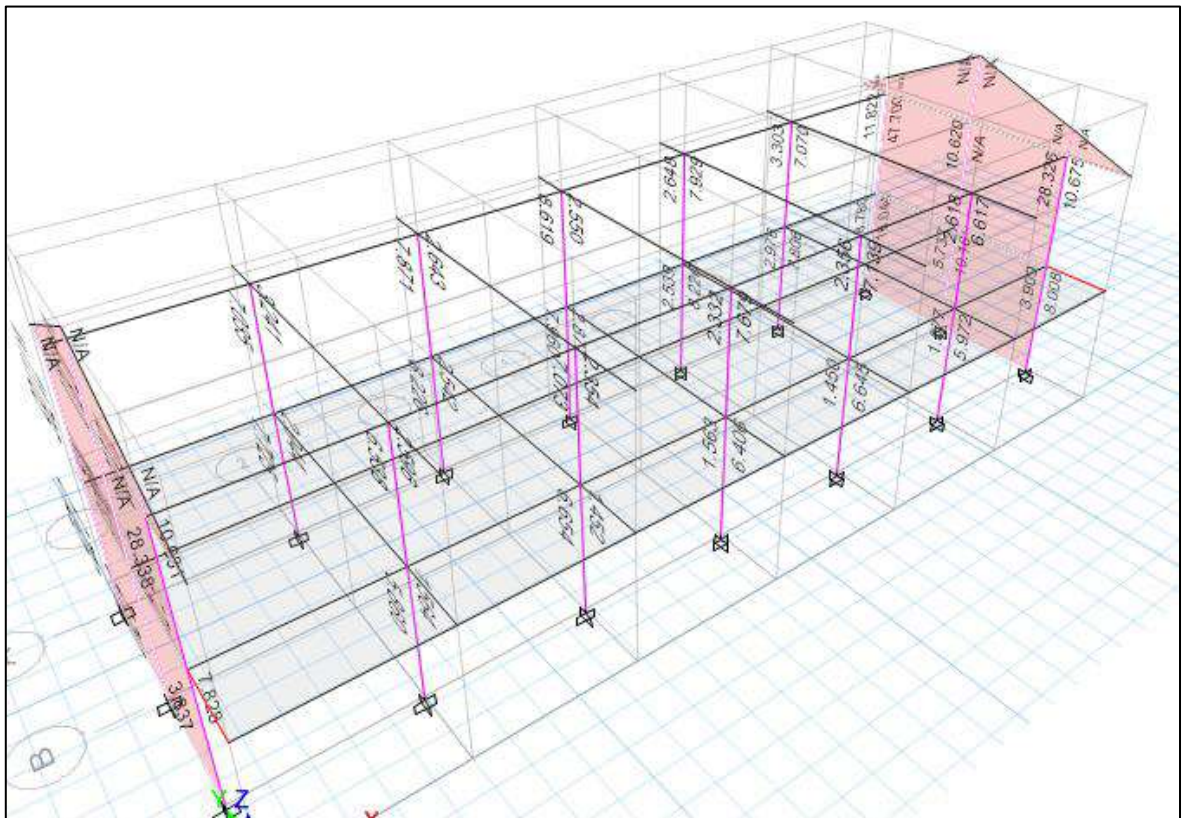


**Figura 15: Mecanismo de falla del M2**



**Fuente: Elaboración Propia.**

**Figura 16: Mecanismo de falla del M3.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

## I. Estado actual del edificio.

Luego de haber realizado las visitas a la edificación y verificar su estado actual, se ha podido observar que la estructura presenta grietas.

**Figura 17:** Grietas en unión tabique muro.



**Figura 18:** (a)(b) Filtraciones y Humedad en paredes



**Figura 19:** No existe junta de construcción entre el módulo M1 y escalera.



**Figura 20:** No existe junta sísmica entre el módulo M2 y escalera.



**Figura 21:** (a)(b) Rajaduras debido a malos procesos constructivos.



#### **J. Inestabilidad de tabiques.**

Para el análisis de la inestabilidad de los tabiques presentes en la estructura, se ha determinado el momento actuante haciendo uso de la fórmula N° 10 y los resultados obtenidos del modelamiento en programa ETABS 2016, para el cálculo del momento resistente, se ha utilizado la fórmula N° 18 (Pg. 51). Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

- **Periodos de vibración de la estructura**

Del modelo estructural en ETABS 2016, se hallan los tres primeros modos de vibración de la estructura, de los cuales dos son traslacionales y uno rotacional.

**Tabla 50:** Periodos de vibración de la estructura.

Periodos			
Estructura	Modo 01	Modo 02	Modo 03
	Translacional en la dirección X-X	Rotacional en la dirección Z-Z	Translacional en la dirección Y-Y
M1	0.332	0.180	0.179
M2	0.347	0.181	0.171
M3	0.190	0.165	0.143

**Fuente:** Elaboración Propia.

- **Cálculo de la fuerza cortante por nivel**

**Factor de K:** Este factor se calculó haciendo uso de las fórmulas N° 16 y N° 17 (Pg. 49).

**Tabla 51:** Factor K

Facto K			
Estructura	Modo 01	Modo 02	Modo 03
M1	1	1	1
M2	1	1	1
M3	1	1	1

**Fuente:** Elaboración Propia.

- **Fuerzas sísmicas horizontales en cada nivel**

**Tabla 52:** Fuerza sísmica horizontal para cada nivel.

Módulo	Nivel	Fuerza	Fuerzas	k	h(m)	$\alpha$	X-X		Y-Y	
		acumulado	por nivel				VX Tn	Fi Tn	VY Tn	Fi Tn
		Tn	Tn							
M1	3.000	316.880	316.880	1.000	3.500	0.318		51.448		137.194
	2.000	745.460	428.580	1.000	3.500	0.429	162.019	69.583	432.051	185.554
	1.000	987.545	242.085	1.000	3.650	0.253		40.989		109.303
M2	3.000	281.109	281.109	1.000	3.500	0.324		45.667		121.778
	2.000	660.938	379.829	1.000	3.500	0.437	141.054	61.704	376.143	164.545
	1.000	859.756	198.818	1.000	3.650	0.239		33.683		89.820
M3	2.000	267.703	267.703	1.000	3.500	0.470		42.963		114.568
	1.000	557.339	289.636	1.000	3.650	0.530	91.438	48.475	243.836	129.268

**Fuente:** Elaboración Propia.

- **Verificación de inestabilidad de tabiques**

**Tabla 53:** Inestabilidad de tabique del M1 Primer Nivel.

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe (Tn)	F (Tn)	Fuerza W (Tnf/m2)	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)						
<b>Primer Nivel</b>											
Dirección X-X											
X1	-	0.068	1.900	2.445	0.150	1.254	0.329	0.071	0.029	0.038	Estable
X2	-	0.080	1.900	2.825	0.150	1.449	0.380	0.071	0.045	0.038	Inestable
X3	-	0.115	1.000	2.825	0.150	0.763	0.200	0.071	0.065	0.038	Inestable
X4	-	0.109	1.000	2.445	0.150	0.660	0.173	0.071	0.046	0.038	Inestable
X5	-	0.080	1.900	2.825	0.150	1.449	0.380	0.071	0.045	0.038	Inestable
X6	-	0.061	1.900	1.612	0.150	0.827	0.217	0.071	0.011	0.038	Estable
X7	-	0.082	1.900	1.242	0.150	0.637	0.167	0.071	0.009	0.038	Estable
Dirección Y-Y											
Y1	-	0.057	3.100	2.750	0.250	3.836	1.007	0.118	0.051	0.106	Estable
Y2	-	0.097	3.100	5.750	0.250	8.021	2.106	0.118	0.378	0.106	Inestable

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 54:** Inestabilidad de tabique del M1 Segundo y Tercer Nivel.

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe	Fi	Pi	F	W	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn/m2)			
<b>Segundo Nivel</b>													
Dirección X-X													
X1	2.000	0.060	2.100	2.445	0.150	1.386	69.583	428.580	0.450	0.088	0.031	0.038	Estable
X2	2.000	0.107	1.200	2.825	0.150	0.915	69.583	428.580	0.297	0.088	0.075	0.038	Inestable
X3	2.000	0.072	2.100	2.825	0.150	1.602	69.583	428.580	0.520	0.088	0.050	0.038	Inestable
X3-1	2.000	0.102	1.200	2.445	0.150	0.792	69.583	428.580	0.257	0.088	0.054	0.038	Inestable
X4	2.000	0.072	2.100	1.560	0.150	0.885	69.583	428.580	0.287	0.088	0.015	0.038	Estable
X5	2.000	0.069	2.100	1.610	0.150	0.913	69.583	428.580	0.296	0.088	0.016	0.038	Estable
X6	2.000	0.072	2.100	2.810	0.150	1.593	69.583	428.580	0.517	0.088	0.050	0.038	Inestable
X7	2.000	0.090	2.100	1.250	0.150	0.709	69.583	428.580	0.230	0.088	0.012	0.038	Estable
X8	2.000	0.067	3.300	4.180	0.150	3.724	69.583	428.580	1.209	0.088	0.103	0.038	Inestable
X9	2.000	0.075	3.300	4.610	0.150	4.108	69.583	428.580	1.334	0.088	0.140	0.038	Inestable
Dirección Y-Y													
Y1	2.000	0.092	3.300	1.890	0.250	2.807	185.554	428.580	2.430	0.390	0.129	0.106	Inestable
Y2	2.000	0.055	3.300	3.000	0.250	4.455	185.554	428.580	3.858	0.390	0.194	0.106	Inestable
Y3	2.000	0.092	3.300	5.750	0.250	8.539	185.554	428.580	7.394	0.390	1.189	0.106	Inestable
<b>Tercer Nivel</b>													
Dirección X-X													
X1	2.000	0.102	1.200	2.455	0.150	0.795	51.448	316.880	0.258	0.088	0.054	0.038	Inestable
X2	2.000	0.107	1.200	2.825	0.150	0.915	51.448	316.880	0.297	0.088	0.075	0.038	Inestable
X3	2.000	0.072	2.100	2.825	0.150	1.602	51.448	316.880	0.520	0.088	0.050	0.038	Inestable
X4	2.000	0.069	2.100	1.615	0.150	0.915	51.448	316.880	0.297	0.088	0.016	0.038	Estable
X5	2.000	0.072	2.100	2.835	0.150	1.607	51.448	316.880	0.522	0.088	0.051	0.038	Inestable
X6	2.000	0.089	2.100	1.260	0.150	0.714	51.448	316.880	0.232	0.088	0.012	0.038	Estable
Dirección Y-Y													
Y1	2.000	0.092	3.300	5.750	0.250	8.539	137.194	316.880	7.394	0.390	1.189	0.106	Inestable

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 55: Inestabilidad de tabique del M2 Primer Nivel.**

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe	F	Fuerza W	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)	(Tn)	(Tn)	(Tnf/m2)			
<b>Primer Nivel</b>											
Dirección X-X											
X1	-	0.109	1.000	2.445	0.150	0.660	0.173	0.071	0.046	0.038	Inestable
X2	-	0.115	1.000	2.825	0.150	0.763	0.200	0.071	0.065	0.038	Inestable
X3	-	0.068	1.900	2.445	0.150	1.254	0.329	0.071	0.029	0.038	Estable
X4	-	0.060	1.900	1.640	0.150	0.841	0.221	0.071	0.011	0.038	Estable
X5	-	0.079	1.900	2.800	0.150	1.436	0.377	0.071	0.044	0.038	Inestable
X6		0.082	1.900	1.250	0.150	0.641	0.168	0.071	0.009	0.038	Estable
Dirección Y-Y											
Y1	-	0.057	3.100	2.750	0.250	3.836	1.007	0.118	0.051	0.106	Estable

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 56:** Inestabilidad de tabique del M2 Segundo y Tercer Nivel.

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe	Fi	Pi	F	W	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn/m2)			
<b>Segundo Nivel</b>													
Dirección X-X													
X1	2.000	0.102	1.200	2.445	0.150	0.792	61.704	379.829	0.257	0.088	0.054	0.038	Inestable
X2	2.000	0.107	1.200	2.825	0.150	0.915	61.704	379.829	0.297	0.088	0.075	0.038	Inestable
X3	2.000	0.072	2.100	2.825	0.150	1.602	61.704	379.829	0.520	0.088	0.050	0.038	Inestable
X4	2.000	0.102	1.200	2.445	0.150	0.792	61.704	379.829	0.257	0.088	0.054	0.038	Inestable
X5	2.000	0.060	2.100	2.445	0.150	1.386	61.704	379.829	0.450	0.088	0.031	0.038	Estable
X6	2.000	0.068	2.100	1.640	0.150	0.930	61.704	379.829	0.302	0.088	0.016	0.038	Estable
X7	2.000	0.071	2.100	2.790	0.150	1.582	61.704	379.829	0.514	0.088	0.048	0.038	Inestable
X8	2.000	0.090	2.100	1.250	0.150	0.709	61.704	379.829	0.230	0.088	0.012	0.038	Estable
X9	2.000	0.075	3.300	4.610	0.150	4.108	61.704	379.829	1.335	0.088	0.140	0.038	Inestable
Dirección Y-Y													
Y1	2.000	0.063	3.300	2.750	0.250	4.084	164.545	379.829	3.538	0.390	0.185	0.106	Inestable
Y2	2.000	0.103	3.300	1.570	0.250	2.331	164.545	379.829	2.020	0.390	0.099	0.106	Estable
Y3	2.000	0.094	3.300	1.850	0.250	2.747	164.545	379.829	2.380	0.390	0.126	0.106	Inestable
<b>Tercer Nivel</b>													
Dirección X-X													
X1	2.000	0.102	1.200	2.455	0.150	0.795	45.667	281.109	0.258	0.088	0.054	0.038	Inestable
X2	2.000	0.107	1.200	2.825	0.150	0.915	45.667	281.109	0.297	0.088	0.075	0.038	Inestable
X3	2.000	0.072	2.100	2.825	0.150	1.602	45.667	281.109	0.520	0.088	0.050	0.038	Inestable
X4	2.000	0.069	2.100	1.615	0.150	0.915	45.667	281.109	0.297	0.088	0.016	0.038	Estable
X5	2.000	0.072	2.100	2.835	0.150	1.607	45.667	281.109	0.522	0.088	0.051	0.038	Inestable
X6	2.000	0.089	2.100	1.260	0.150	0.714	45.667	281.109	0.232	0.088	0.012	0.038	Estable
Dirección Y-Y													
Y1	2.000	0.063	3.300	2.750	0.250	4.084	121.778	281.109	3.538	0.390	0.185	0.106	Inestable
Y2	2.000	0.103	3.300	1.570	0.250	2.331	121.778	281.109	2.020	0.390	0.099	0.106	Estable
Y3	2.000	0.094	3.300	1.850	0.250	2.747	121.778	281.109	2.380	0.390	0.126	0.106	Inestable

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 57: Inestabilidad de tabique del M3 Primer Nivel**

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe	F	Fuerza W	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)	(Tn)	(Tn)	(Tnf/m2)			
<b>Primer Nivel</b>											
Dirección X-X											
X1	-	0.084	1.900	2.945	0.150	1.511	0.397	0.071	0.051	0.038	Inestable
X2	-	0.118	1.000	3.025	0.150	0.817	0.214	0.071	0.077	0.038	Inestable
X3	-	0.117	1.000	2.955	0.150	0.798	0.209	0.071	0.073	0.038	Inestable
X4	-	0.084	1.900	2.945	0.150	1.511	0.397	0.071	0.051	0.038	Inestable
X5		0.052	1.900	1.810	0.150	0.929	0.244	0.071	0.012	0.038	Estable
X6	-	0.085	1.900	2.990	0.150	1.534	0.403	0.071	0.054	0.038	Inestable
X7		0.091	1.190	2.040	0.150	0.655	0.172	0.071	0.027	0.038	Estable
Dirección Y-Y											
Y1	-	0.084	3.100	4.850	0.250	6.766	1.776	0.118	0.234	0.106	Inestable
Y2	-	0.097	3.100	5.750	0.250	8.021	2.106	0.118	0.378	0.106	Inestable

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 58:** Inestabilidad de tabique del M3 Segundo Nivel.

Tabique	Factores		Dimensiones			Pe	Fi	Pi	F	W	Ma	Mr	Conclusión
	C1	m	h (m)	l(m)	t(m)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn)	(Tn/m2)			
<b>Segundo Nivel</b>													
Dirección X-X													
X1	2.000	0.109	1.200	2.945	0.150	0.954	42.963	267.703	0.306	0.087	0.082	0.038	Inestable
X2	2.000	0.110	1.200	3.025	0.150	0.980	42.963	267.703	0.315	0.087	0.087	0.038	Inestable
X3	2.000	0.076	2.100	2.945	0.150	1.670	42.963	267.703	0.536	0.087	0.057	0.038	Inestable
X4	2.000	0.078	2.100	3.025	0.150	1.715	42.963	267.703	0.550	0.087	0.062	0.038	Inestable
X5	2.000	0.059	2.100	1.820	0.150	1.032	42.963	267.703	0.331	0.087	0.017	0.038	Estable
Dirección Y-Y													
Y1	2.000	0.063	3.300	2.750	0.250	4.084	114.568	267.703	3.495	0.385	0.183	0.106	Inestable

**Fuente:** Elaboración Propia.

## K. Vulnerabilidad estructural.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente y la metodología en estudio, para la evaluación de la vulnerabilidad se ha obtenido los siguientes resultados,

**Tabla 59:** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Comportamiento	Estructural		No estructural		Nivel de vulnerabilidad
	60%	Estado Actual	30%	Tabiquería	
Adecuado:	1	Bueno:	1	Todos estables:	1 Medio
Aceptable: X	2	Regular: X	2	Algunos estables: X	2 Valor numérico
Inadecuado:	3	Malo:	3	Todos inestables	3 2

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para asignar los valores numéricos a los módulos M1, M2 y M3 se utilizó la tabla N°17, luego se determinó el valor numérico de la vulnerabilidad haciendo uso de la ecuación N° 20; obteniendo que los módulos M1, M2 y M3 tienen una vulnerabilidad sísmica media.

## L. Peligro sísmico.

Se determina haciendo uso de las Tablas 03, 19 y según la clasificación topográfica descrita en el capítulo anterior:

**Tabla 60:** Asignación de valores para la evaluación del Peligro Sísmico.

Parámetros	Calificación	Observación	Valor asignado
Sismicidad	Z2	Zona de sismicidad media	2
		Capacidad Portante de 0.69 Kg/cm <sup>2</sup>	
Suelo	S3	Suelo Flexible	3
Topografía y pendiente	Media	Pendiente mayor a 15 % pero menor que 50%	1

**Fuente:** Elaboración Propia.

De acuerdo a la ecuación 21 y la tabla 22 los módulos M1, M2 Y M3 tienen un peligro sísmico medio:

**Tabla 61** :Evaluación del peligro sísmico.

Sismicidad	40%	Suelo	40%	Topografía y Pendiente	20%	Nivel de Peligro sísmico
Baja		1 Rígido		1 Plana		1 Medio
Media	x	2 Intermedio		2 Media	x	2 Valor Numérico
Alta		3 Flexible	x	3 Pronunciada		3 2.4

**Fuente:** Elaboración Propia.

## M. Riesgo sísmico.

Se determina haciendo uso de la tabla 24, también se puede determinar mediante la ecuación 19.

**Tabla 62:** Evaluación de riesgo sísmico.

Vulnerabilidad sísmica	50%	Peligro sísmico	50%	Nivel de Riesgo sísmico		
Baja		3	Bajo	1	Medio	
Media	x	2	Medio	x	2	Valor Numérico
Alta		1	Alto	3	2	

**Fuente:** Elaboración Propia.

$$Riesgo\ Sísmico = (0.5 \times 2) + (0.5 \times 2.4)$$

$$Riesgo\ Sísmico = 2.2$$

De acuerdo a la tabla N° 24, Los módulos M1, M2 y M3 tienen un riesgo sísmico MEDIO.

## 5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

### 5.2.1. Evaluación de derivas de entrepiso.

En las tablas 22 y 23, se muestran los resultados del análisis de las derivas de entrepiso, observándose que éstas cumplen los límites permisibles para estructuras de concreto armado de acuerdo a la RNE E.030, el cual establece que la deriva debe ser menor que 7/1000.

Se observa que las derivas de entrepiso en la dirección "X" son mayores que en la dirección "Y", dando a entender que en la dirección "Y" es más rígido ante fuerzas laterales que la dirección "X".

### **5.2.2. Junta sísmica.**

En las tablas 31 se observa, que los módulos no cuentan con la junta de construcción, teniendo como consecuencia un mal comportamiento sísmico, ya que entre los módulos se genera el golpeteo.

La inexistencia de la junta sísmica entre los módulos, ha generado fisuras debido a la expansión y contracción térmica del concreto.

### **5.2.3. Evaluación del comportamiento de vigas.**

En el análisis realizado en las tablas 32 a la tabla 45, se puede observar que las secciones de vigas principales de (30x60) no son las adecuadas para resistir momentos actuantes por cargas vivas y muertas, ni mucho menos ante la acción sísmica, dichas secciones resultan ser insuficientes ya que el momento resistente es menor que el momento actuante; las vigas secundarias son las adecuadas para resistir los momentos actuantes por cargas vivas, muertas y cargas ante sismos.

Dado que las vigas principales no resisten la acción del momento actuante, están propensas a fallar generándose una rótula plástica en ellas y provocando el colapso parcial o total de la estructura.

La sección de las vigas principales no cumple con respecto a su diseño contractual, debido al cambio de normativa y la actualización de coeficientes de reducción de Fuerza Sísmica (R).

### **5.2.4. Evaluación del comportamiento de columnas.**

De los resultados mostrados en la tabla 47, 48 y 49, se puede observar que el acero colocado en las columnas es suficiente para soportar cargas vivas, muertas y por sismo. Con la excepción del M2 en el primer nivel en las columnas C1 soportan cargas últimas, pero para cargas sísmicas las secciones son insuficientes. Esto debido a que en el M2 cuenta con más carga viva, debido al uso de los ambientes.

### 5.2.5. Evaluación del tipo de falla.

En la figura 14, 15 y 16 se puede observar que los primeros elementos en fallar serían las vigas principales y secundarias del primer nivel y algunas vigas del segundo nivel, por lo que en la estructura se produce el tipo de falla dúctil; debido a que se cumple con la condición de columna fuerte-viga débil.

### 5.2.6. Evaluación del estado actual de la edificación.

Luego de evaluar visualmente a los módulos 01, 02 y 03 de la institución educativa Cesar Vallejo, se tiene que el estado actual de la edificación es regular, ya que presenta rajaduras, filtraciones y no tiene junta de construcción entre módulos y escaleras.

### 5.2.7. Evaluación de la inestabilidad de tabiques.

En las tablas del 52 al 58, se muestra los resultados de la evaluación de la inestabilidad de tabiques, los cuales indican que algunos son inestables ante cargas perpendiculares a su plano; ya que el momento actuante es mayor que el momento resistente.

**Tabla 63: Muros Inestables.**

Módulos	N° pisos	Muros Inestables
M1	1	X2, X3, X4, X5, Y2
	2	X2, X3, X3-1, X6, X8, X9, Y1, Y2, Y3
	3	X1, X2, X3, X5, Y1
M2	1	X1, X2, X5
	2	X1, X2, X3, X4, X7, X9, Y1, Y3
	3	X1, X2, X3, X5, Y1, Y3
M3	1	X1, X2, X3, X4, X6, Y1, Y2
	2	X1, X2, X3, X4, Y1

**Fuente:** Elaboración Propia.



#### **5.2.8. Nivel de vulnerabilidad sísmica.**

El valor calculado para la vulnerabilidad sísmica de los módulos M1, M2 y M3 de la institución pública César Vallejo es de 2, indicando que el nivel de vulnerabilidad es MEDIO; debido a los siguientes factores:

- ✓ Presenta un comportamiento estructural aceptable ya que las secciones de las columnas son suficientes para soportar las cargas a las cuales esta sometida, las vigas principales presentan un momento resistente menor al momento actuante, las vigas secundarias presentan un momento resistente mayor al momento actuante y los desplazamientos relativos son menores a 0.007.
- ✓ El estado actual de la edificación es regular, ya que presenta filtraciones, rajaduras y no existe junta de construcción entre los módulos.
- ✓ Algunos de los módulos son estables.

#### **5.2.9. Nivel de peligro sísmico.**

El valor calculado para el peligro sísmico de los módulos M1, M2 y M3 de la institución pública César Vallejo es de 2.4, indicando que el nivel de peligro es MEDIO. Debido a que se cuenta con una sismicidad media, un tipo de suelo S3 y una topografía mediana.

#### **5.2.10. Nivel de riesgo sísmico.**

El valor calculado para el riesgo sísmico de los módulos M1, M2 y M3 de la institución pública César Vallejo es de 2.2, indicando que el nivel de riesgo es MEDIO, debido a una vulnerabilidad media y un peligro sísmico medio.

### **5.3. Contrastación de hipótesis.**

Hecha la investigación, se rechaza la hipótesis planteada, ya que en el análisis, interpretación y discusión de resultados del estudio; el nivel de riesgo sísmico de la Institución Educativa César Vallejo es MEDIO.

## CAPÍTULO VI. PROPUESTA

### 6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

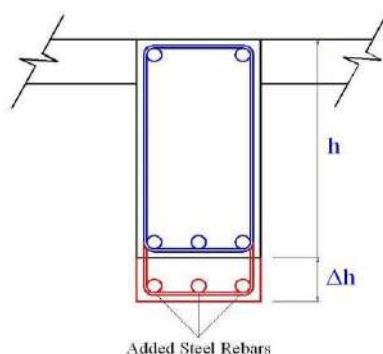
Desde la tabla N°32 al N° 46, se muestran los resultados del análisis sísmico realizado, donde las secciones de las vigas principales no son suficiente para resistir las fuerzas a la que esta sometidos en el sentido Y-Y, por lo que generaría que la estructura falle generando una rotula plástica en las vigas.

Los posibles daños que puede sufrir los módulos M1, M2 y M3 estarían en función de las vigas principales VP (30X60 cm), esto debido a que el momento actuante es mayor que el momento resistente. Teniendo en cuenta que si las vigas son mucho más fuertes (resistentes) se tendría que reforzar las columnas, para no generar mecanismos de falla debido a viga fuerte columna débil. De esta manera se logrará incrementar el desempeño estructural del elemento por encima de su desempeño original.

Para mejorar el comportamiento estructural de los módulos M1, M2 y M3 se debe realizar el reforzamiento de las secciones de las vigas principales y columnas, aplicando metodologías eficientes y eficaces; una de las metodologías que se podría adaptar a este problema es el recrecido de sección que consiste en:

- ✓ Recreido de la sección de vigas, como se muestra en la figura N° 23, permite añadir armadura a flexión y es de bajo coste. Dicha reparación exige la preparación de la superficie de adherencia y la correcta soldadura de una nueva armadura. El recrecido consiste en aumentar la sección de elementos de hormigón armado (generalmente columnas o vigas) con el fin de poder soportar cargas superiores (Ayala & Giraldo, 2018).

**Figura 22:** Recreido de la vigas.



Fuente: Ayala y Giraldo, 2018

- ✓ El reforzamiento de columnas mediante encamisado, consiste en vaciar una columna que embeba a la existente, reforzándolo frente a compresión, flexión, cortante y torsión. Esta metodología presenta grandes ventajas: 1) Compatibilidad entre el material original y el de refuerzo, 2) Amplia superficie de contacto, entre el concreto nuevo y el concreto original motivada por la retracción, la cual permite que las cargas se transmitan axialmente y por fricción entre los elementos, 3) Conexiones de las armaduras originales con las nuevas; 4) Baja conductividad térmica, es decir resistente al fuego y buen aislamiento para las armaduras, 5) Posibilidades de dar acabados arquitectónicos (Belizario, 2017).

Las fisuras y grietas que presenta las estructuras en los M1, M2 y M3 son debido a la inexistencia o falta de juntas apropiadas de contracción, dilatación o construcción. Dichas fisuras y grietas no se encuentran en los elementos estructurales (columnas, vigas y losas). Para las irregularidades encontradas se plantea las siguientes soluciones:

- Para las grietas en los parapetos se recomienda la construcción de las juntas correspondientes.
- El levantamiento del cerámico es debido a los malos procesos constructivos, se recomienda la reposición de todas las pizas que presenten rajaduras o patología.

## CONCLUSIONES

- Los módulos M1, M2 y M3 de la infraestructura pública Cesar Vallejo tiene un nivel de riesgo sísmico MEDIO, debido a su nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIO y peligro sísmico MEDIO.
- La sección de las vigas principales no son las adecuadas para resistir momentos actuantes por cargas vivas y muertas ni mucho menos ante la acción sísmica porque, el momento nominal actuante es mayor que el momento resistente, ver las tablas de la N° 32 a la N° 46.
- Las secciones de las columnas son suficiente para soportar cargas vivas, muertas y por sismo. Con la excepción del módulo M2 en el primer nivel en las columnas C1 soportan cargas muertas y vivas, pero para cargas sísmicas las secciones son insuficientes, ver las tablas de la N° 47 a la N° 49.
- El tipo de falla que se presenta en los módulos M1, M2 y M3 es la falla dúctil, ya que se cumple la condición columna fuerte viga débil, es decir la falla inicial se generará en la viga como se corroboró en el modelamiento ETABS.
- Las estructuras analizadas cumplen parcialmente con los requisitos mínimos normados según la E030-2018; no se permite el sistema estructural aporticado para edificaciones esenciales en la zona 2; los módulos M1, M2 y M3 no presentado irregularidades en altura ni en planta. De los resultados del modelamiento los desplazamientos relativos se encuentran dentro de los límites permitidos; no se cuenta con juntas de construcción entre las edificaciones; el momento resistente es menor al momento actuante de las vigas principales. Esto hace concluir que si el sismo actúa en la dirección Y-Y, no se tendría un buen comportamiento.

## RECOMENDACIONES

- Las fisuras y grietas que presenta la estructura en los M1, M2 y M3 son debido a la inexistencia o falta de juntas apropiadas de contracción, dilatación o construcción. Dichas fisuras y grietas no se encuentran en los elementos estructurales (columnas, vigas y losas).
- En la presente tesis solo se trabajó lo relacionado a riesgo sísmico, dejando abierto los temas de interacción suelo estructura y metodologías de reforzamiento en la Institución Educativa César Vallejo.
- Se recomienda a las instituciones pertinentes, realizar un estudio detallado para determinar la mejor solución de reforzamiento, lo cual permita la sostenibilidad de la Institución Educativa César Vallejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE INSÚA, L. E. (2004). "*Control de Derivas en las Normas de Diseño Sismorresistente*" [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ASTORGA MENDIZÁBAL, M. A., & AGUILAR VELEZ, R. (2006). "*Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*" [Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- AYALA GALINDO, J., & GIRALDO VARGAS, M. (2018). "*Las Estructuras de los Centros Educativos (Colegios) en el Siglo XX en el Perú Diversos Proyectos de Reforzamiento y Ejemplos de Estructuración de Edificaciones de la Universidad Católica del Perú*" [Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- BELIZARIO PACOMPIA, C. F. (2017). "*Reforzamiento Estructural de una Edificación de Concreto Armado de Dos Pisos con Fines de Ampliación*" [Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- BLANCO BLASCO, J. A. (2005). "*Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*" [Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- BOZZO ROTONDO, L. M., & BARBAT BARDALES, A. (1995). "*Técnicas Avanzadas de Diseño Sismorresistente*". Reverté S.A.
- BROTO, C. (2009). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción* (16°.ed). Links Internacional.
- CALAVERA, J. (2005). *Patología de estructuras de Hormigón armado y pretensado* (1°.ed). Instituto técnico de materiales y construcciones.
- CAMPOS IRIGOÍN, R. (2019). "*Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca*" [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chuquillanqui, F. (2015, septiembre 9). *Colegios*. RPP. <https://rpp.pe/lima/actualidad/siete-de-cada-diez-colegios-publicos-deben-demolerse-o-ser-rehabilitados-noticia-834039>
- CISTERNAS, M. (2005). Suelos enterrados revelan la prehistoria sísmica del centro-sur de Chile durante los últimos dos milenios. *2005*, 33, 19-31.
- CORONEL D, G., A. LÓPEZ, O., & BETANCOURT, N. (2010). "Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad". *2010*, 25, 81-94.

- CORREO, N. (2013, mayo 27). *Contraloría advierte mal estado de colegios con riesgo de derrumbes* | PERU. Correo; NOTICIAS CORREO. <https://diariocorreo.pe/peru/contraloria-advierete-mal-estado-de-colegios-97193/>
- Daniell, J., Khazai, B., Wenzel, F., & Vervaeck, A. (2012, enero 1). *The Worldwide Economic Impact of Earthquakes, Paper No. 2038*.
- GIRALDO GRISALES, S. (2017). "*Evaluación de la amenaza sísmica y el riesgo sísmico en el Sub-Sahara Africano*" [Tesis para obtener el grado de Magister]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2013). *Mapa de sismicidad de la región Cajamarca* [Map].
- GÓMEZ PRADO, W., & LOAYZA YAÑEZ, A. (2014). "*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho*" [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- GONZÁLES VÁSQUEZ, F. J. (2017). "*Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la universidad nacional de Cajamarca*" [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Horta Muñoz, I. V. (2017). "*Estudio de vulnerabilidad sísmica de estructuras altas en el sector norponiente de Santiago empleando métodos de identificación de estructuras*". <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170977>
- Kuroiwa Horiuchi, J., Edgardo Pando Merino, & Edgardo Pando Pacheco. (2010). *¡Alto a los Desastres! Viviendas seguras y saludables para los peruanos con menores recursos* (Primera edición). Umbral Ediciones.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. OPS- Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3297>
- Laucata, L., & Johan, E. (2013). "Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo". *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>
- López, O. A. (2009). "Indicadores de riesgo sísmico en edificios escolares de Venezuela". *Boletín Técnico*, 47(1), 17-46.
- Marín Marín, F. R. (2014). "Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I. E. Estatal Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén—Cajamarca". *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/83>
- MINEDU. (2016). *Por una Educación Con Dignidad, Inversión en infraestructura educativa 2011-2016*. Ministerio Nacional de Educación. <http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/inversion-en-infraestructura-educativa-2011%E2%80%932016.pdf>

- MOQUETE ROSARIO, F. E. (2012). "*Evaluación del riesgo sísmico en edificios especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona*" [Tesis para optar el grado de Maestría]. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Mosqueira, M. (2012). "Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería", Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 8(22), 43-58.
- Mosqueira Moreno, M. A., & Tarque Ruíz, S. N. (2005). "Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana". *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/850>
- Norma Técnica Concreto Armado, NTP-E060 (2009). [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)
- Norma Técnica Albañilería, NTP-E070 (2006). <http://https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
- Norma Técnica Diseño Sismorresistente, NTP-E030 Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA (2018). [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf)
- Olcese Huerta, M. D. (2004). *Peligros geológicos, fenómeno geodinámico: Tsunamis estudio del origen y consecuencias del tsunami del 23 de junio del 2001 en la costa sur del PERÚ*.
- Orrillo Rojas, J. D. (2017). "Riesgo Sísmico del edificio «2J» de la Universidad Nacional de Cajamarca". *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1497>
- OTTAZI PASINO, G. (2008). *Diseño en concreto armado*. Capítulo Peruano del American Concrete Institute (ACI PERU).
- Paredes Morales, J. (2014). "Nivel de riesgo sísmico en la I. E. San Marcos provincia San Marcos—2014". *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6661>
- Parillo, E. (2015). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Primarios Estatales de la Ciudad de Juliaca – 2015. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2550>
- PAZ TIGUILA, E. (2012). "*Procedimiento de cálculo para la elaboración de espectros sísmicos para el diseño sismorresistente de estructuras*". Universidad San Carlos de Guatemala.



- Poicón Cornejo, A. O. (2017). "Análisis y evaluación del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos-Piura". *Universidad Nacional de Piura / UNP*. <http://172.16.0.151/handle/UNP/1248>
- Quispe Huamán, W. (2019). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las aulas del Centro Educativo Primario N° 10237 del distrito de Cutervo—Cajamarca". *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2881>
- Quispe Huanca, M. (2016). "Evaluación Estructural de los C.E.S. Estatales entre el Tiempo de Servicio Versus el Riesgo, de su infraestructura Actual en la Ciudad de Juliaca". *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/651>
- San Bartolomé, Á. (2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 "Albañilería"*. capítulos 1 a 10.
- Servicio Geológico Mexicano. (2017, enero 15). *Escalas de los sismos*. [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion\\_complementaria/Escalas-sismos.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Informacion_complementaria/Escalas-sismos.html)
- Valdivia Chilón, J. F. (2019). "Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca". *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3351>

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE 01-ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA**



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán **Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
1	1	Columna M1	1	"A"	37	35	280
	2			"A"	32		
	3			"A"	36		
	4			"A"	38		
	5			"A"	35		
	6			"A"	35		
	7			"A"	32		
	8			"A"	35		
	9			"A"	35		
	10			"A"	32		
2	1	Columna M1	1	"A"	38	34	260
	2			"A"	34		
	3			"A"	36		
	4			"A"	32		
	5			"A"	32		
	6			"A"	33		
	7			"A"	37		
	8			"A"	31		
	9			"A"	32		
	10			"A"	35		
3	1	Viga M1	1	"A"	37	35	280
	2			"A"	31		
	3			"A"	33		
	4			"A"	35		
	5			"A"	31		
	6			"A"	35		
	7			"A"	39		
	8			"A"	38		
	9			"A"	35		
	10			"A"	38		
4	1	Viga M1	1	"A"	28	31	220
	2			"A"	28		
	3			"A"	35		
	4			"A"	34		
	5			"A"	31		
	6			"A"	35		
	7			"A"	35		
	8			"A"	29		
	9			"A"	27		
	10			"A"	28		
5	1	Viga M1	1	"A"	32	32	238
	2			"A"	31		
	3			"A"	34		
	4			"A"	35		
	5			"A"	30		
	6			"A"	35		
	7			"A"	29		
	8			"A"	30		
	9			"A"	33		
	10			"A"	30		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **270.00 kg/cm2** Columna  
**246.00 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:**

“Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018”

**Maestría:**

Ing. Karen Palomino Terán

**Fecha:**

21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
6	1	Columna M1	2	"A"	36	38	320
	2			"A"	36		
	3			"A"	40		
	4			"A"	39		
	5			"A"	37		
	6			"A"	40		
	7			"A"	38		
	8			"A"	40		
	9			"A"	36		
	10			"A"	37		
7	1	Columna M1	2	"A"	35	37	310
	2			"A"	38		
	3			"A"	39		
	4			"A"	37		
	5			"A"	35		
	6			"A"	35		
	7			"A"	36		
	8			"A"	38		
	9			"A"	41		
	10			"A"	39		
8	1	Viga M1	2	"A"	32	32	238
	2			"A"	30		
	3			"A"	28		
	4			"A"	35		
	5			"A"	35		
	6			"A"	29		
	7			"A"	31		
	8			"A"	32		
	9			"A"	32		
	10			"A"	33		
9	1	Viga M1	2	"A"	29	31	220
	2			"A"	33		
	3			"A"	34		
	4			"A"	35		
	5			"A"	28		
	6			"A"	30		
	7			"A"	32		
	8			"A"	30		
	9			"A"	32		
	10			"A"	30		
10	1	Viga M1	2	"A"	34	32	238
	2			"A"	32		
	3			"A"	32		
	4			"A"	30		
	5			"A"	32		
	6			"A"	28		
	7			"A"	30		
	8			"A"	35		
	9			"A"	34		
	10			"A"	35		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **315.00 kg/cm2** Columna  
**232.00 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán

**Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
11	1	Columna M1	3	"A"	38	36	290
	2			"A"	34		
	3			"A"	35		
	4			"A"	37		
	5			"A"	34		
	6			"A"	38		
	7			"A"	37		
	8			"A"	36		
	9			"A"	37		
	10			"A"	34		
12	1	Columna M1	3	"A"	38	38	320
	2			"A"	36		
	3			"A"	40		
	4			"A"	40		
	5			"A"	38		
	6			"A"	40		
	7			"A"	37		
	8			"A"	39		
	9			"A"	39		
	10			"A"	36		
13	1	Viga M1	3	"A"	39	36	290
	2			"A"	37		
	3			"A"	38		
	4			"A"	37		
	5			"A"	37		
	6			"A"	34		
	7			"A"	33		
	8			"A"	35		
	9			"A"	35		
	10			"A"	34		
14	1	Viga M1	3	"A"	36	36	290
	2			"A"	38		
	3			"A"	35		
	4			"A"	36		
	5			"A"	35		
	6			"A"	37		
	7			"A"	38		
	8			"A"	38		
	9			"A"	35		
	10			"A"	31		
15	1	Viga M1	3	"A"	38	35	280
	2			"A"	34		
	3			"A"	38		
	4			"A"	40		
	5			"A"	36		
	6			"A"	32		
	7			"A"	34		
	8			"A"	34		
	9			"A"	32		
	10			"A"	34		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **305.00 kg/cm2** Columna  
**286.67 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán **Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
26	1	Columna M2	1	"A"	32	35	280
	2			"A"	38		
	3			"A"	34		
	4			"A"	32		
	5			"A"	32		
	6			"A"	36		
	7			"A"	34		
	8			"A"	37		
	9			"A"	38		
	10			"A"	38		
27	1	Columna M2	1	"A"	32	32	238
	2			"A"	32		
	3			"A"	30		
	4			"A"	35		
	5			"A"	35		
	6			"A"	30		
	7			"A"	30		
	8			"A"	32		
	9			"A"	30		
	10			"A"	32		
28	1	Viga M2	1	"A"	35	36	290
	2			"A"	37		
	3			"A"	35		
	4			"A"	36		
	5			"A"	37		
	6			"A"	36		
	7			"A"	35		
	8			"A"	40		
	9			"A"	35		
	10			"A"	33		
29	1	Viga M2	1	"A"	36	35	280
	2			"A"	37		
	3			"A"	34		
	4			"A"	36		
	5			"A"	34		
	6			"A"	33		
	7			"A"	33		
	8			"A"	32		
	9			"A"	38		
	10			"A"	33		
30	1	Viga M2	1	"A"	29	34	260
	2			"A"	34		
	3			"A"	30		
	4			"A"	34		
	5			"A"	33		
	6			"A"	36		
	7			"A"	36		
	8			"A"	35		
	9			"A"	35		
	10			"A"	34		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **259.00 kg/cm2** Columna  
**276.67 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán **Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
21	1	Columna M2	2	"A"	30	37	310
	2			"A"	40		
	3			"A"	38		
	4			"A"	40		
	5			"A"	40		
	6			"A"	40		
	7			"A"	36		
	8			"A"	35		
	9			"A"	36		
	10			"A"	37		
22	1	Columna M2	2	"A"	37	35	280
	2			"A"	35		
	3			"A"	35		
	4			"A"	34		
	5			"A"	32		
	6			"A"	34		
	7			"A"	33		
	8			"A"	36		
	9			"A"	34		
	10			"A"	35		
23	1	Viga M2	2	"A"	31	32	238
	2			"A"	30		
	3			"A"	32		
	4			"A"	32		
	5			"A"	32		
	6			"A"	30		
	7			"A"	31		
	8			"A"	32		
	9			"A"	32		
	10			"A"	33		
24	1	Viga M2	2	"A"	31	29	190
	2			"A"	29		
	3			"A"	30		
	4			"A"	30		
	5			"A"	29		
	6			"A"	27		
	7			"A"	28		
	8			"A"	27		
	9			"A"	28		
	10			"A"	27		
25	1	Viga M2	2	"A"	32	32	238
	2			"A"	30		
	3			"A"	34		
	4			"A"	30		
	5			"A"	30		
	6			"A"	33		
	7			"A"	32		
	8			"A"	33		
	9			"A"	32		
	10			"A"	33		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **295.00 kg/cm2** Columna  
**222.00 kg/cm2** Viga





**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán

**Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
16	1	Columna M2	3	"A"	37	35	280
	2			"A"	38		
	3			"A"	36		
	4			"A"	37		
	5			"A"	34		
	6			"A"	36		
	7			"A"	33		
	8			"A"	35		
	9			"A"	34		
	10			"A"	33		
17	1	Columna M2	3	"A"	34	33	250
	2			"A"	37		
	3			"A"	33		
	4			"A"	32		
	5			"A"	30		
	6			"A"	32		
	7			"A"	32		
	8			"A"	33		
	9			"A"	33		
	10			"A"	33		
18	1	Viga M2	3	"A"	33	33	250
	2			"A"	31		
	3			"A"	33		
	4			"A"	30		
	5			"A"	38		
	6			"A"	38		
	7			"A"	33		
	8			"A"	34		
	9			"A"	31		
	10			"A"	30		
19	1	Viga M2	3	"A"	30	30	210
	2			"A"	30		
	3			"A"	29		
	4			"A"	30		
	5			"A"	29		
	6			"A"	30		
	7			"A"	32		
	8			"A"	29		
	9			"A"	29		
	10			"A"	31		
20	1	Viga M2	3	"A"	31	31	220
	2			"A"	30		
	3			"A"	31		
	4			"A"	30		
	5			"A"	31		
	6			"A"	33		
	7			"A"	32		
	8			"A"	30		
	9			"A"	29		
	10			"A"	30		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **265.00 kg/cm2** Columna  
**226.67 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805-02 / NTP 339.181**

**Tesis:**

“Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018”

**Maestría:**

Ing. Karen Palomino Terán

**Fecha:**

21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm2  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm2
37	1	Columna M3	1	"A"	32	31	220
	2			"A"	31		
	3			"A"	30		
	4			"A"	31		
	5			"A"	34		
	6			"A"	30		
	7			"A"	31		
	8			"A"	30		
	9			"A"	33		
	10			"A"	32		
38	1	Columna M3	1	"A"	30	31	220
	2			"A"	32		
	3			"A"	33		
	4			"A"	33		
	5			"A"	29		
	6			"A"	33		
	7			"A"	32		
	8			"A"	32		
	9			"A"	29		
	10			"A"	30		
39	1	Viga M3	1	"A"	33	30	210
	2			"A"	30		
	3			"A"	30		
	4			"A"	31		
	5			"A"	29		
	6			"A"	30		
	7			"A"	29		
	8			"A"	28		
	9			"A"	30		
	10			"A"	30		
40	1	Viga M3	1	"A"	30	30	210
	2			"A"	29		
	3			"A"	30		
	4			"A"	29		
	5			"A"	30		
	6			"A"	32		
	7			"A"	29		
	8			"A"	28		
	9			"A"	31		
	10			"A"	29		
41	1	Viga M3	1	"A"	32	31	220
	2			"A"	28		
	3			"A"	34		
	4			"A"	30		
	5			"A"	29		
	6			"A"	34		
	7			"A"	32		
	8			"A"	30		
	9			"A"	28		
	10			"A"	30		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **220.00 kg/cm2** Columna  
**213.33 kg/cm2** Viga



**MÉTODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C 805 -02 / NTP 339.181**

**Tesis:** "Riesgo sísmico de la infraestructura educativa publica César Vallejo - Chanta Alta, distrito la Encañada, provincia de Cajamarca-2018"

**Maestría:** Ing. Karen Palomino Terán **Fecha:** 21/12/2018

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

A) Modelo: KAIZACORP ZC3-A  
 B) Número de serie: 180315  
 C) Fecha de la última comprobación del ajuste: 12/08/2018

**IDENTIFICACIÓN DE ENSAYO**

A) Dimensiones: 15 x 15 cm<sup>2</sup>  
 B) Superficie: Muestra, seca y esmerilada.

ENSAYO N°	N° DE DISPARO	ESTRUCTURA	N° PISO	ANGULO DE IMPACTO	LECTURA DE IMPACTO	PROMEDIO	F'C promedio Kg/cm <sup>2</sup>
31	1	Columna M3	2	"A"	35	33	250
	2			"A"	33		
	3			"A"	31		
	4			"A"	32		
	5			"A"	32		
	6			"A"	34		
	7			"A"	34		
	8			"A"	32		
	9			"A"	33		
	10			"A"	32		
32	1	Columna M3	2	"A"	30	31	220
	2			"A"	31		
	3			"A"	32		
	4			"A"	34		
	5			"A"	30		
	6			"A"	30		
	7			"A"	31		
	8			"A"	31		
	9			"A"	33		
	10			"A"	32		
33	1	Viga M3	2	"A"	33	33	250
	2			"A"	37		
	3			"A"	33		
	4			"A"	30		
	5			"A"	32		
	6			"A"	35		
	7			"A"	30		
	8			"A"	33		
	9			"A"	30		
	10			"A"	32		
34	1	Viga M3	2	"A"	35	30	210
	2			"A"	30		
	3			"A"	30		
	4			"A"	28		
	5			"A"	30		
	6			"A"	30		
	7			"A"	30		
	8			"A"	27		
	9			"A"	30		
	10			"A"	29		
35	1	Viga M3	2	"A"	30	31	220
	2			"A"	33		
	3			"A"	32		
	4			"A"	29		
	5			"A"	30		
	6			"A"	33		
	7			"A"	30		
	8			"A"	30		
	9			"A"	32		
	10			"A"	31		
36	1	Viga M3	2	"A"	35	33	250
	2			"A"	33		
	3			"A"	30		
	4			"A"	31		
	5			"A"	35		
	6			"A"	31		
	7			"A"	33		
	8			"A"	36		
	9			"A"	32		
	10			"A"	30		

**Comentario:** Ninguna lectura difiere más de 6 del valor promedio

**RESULTADO**

Resistencia a la comprensión: **235.00 kg/cm<sup>2</sup>** Columna  
**232.50 kg/cm<sup>2</sup>** Viga

## APÉNDICE 02-PANEL FOTOGRÁFICO

**Fotografía 01:** Modulo 01,02 y 03 de la institución pública Cesar Vallejo.



**Fotografía 02 y 03:** Verificación de dimensiones y usos de los ambientes.



**Fotografía 04 y 05:** Fisura en unión pórtico-vano.



**Fotografía 05 y 06:** No existe junta de construcción entre módulos y escaleras



**Fotografía 07 y 08:** Fisuras y levantamiento de pisos.



**Fotografía 09 y 10:** Grietas en columnas y muros en el cerco perimétrico.



**Fotografía 11:** Excavación de calicata, para extraer la muestra para el estudio de mecánica de suelos.



Fotografía 12: Esclerometro calibrado



Fotografía 13: Ensayo de esclerometría en columna del módulo 01, segundo nivel.



**Fotografía 14:** Tres puntos para realizar el ensayo de esclerometría en vigas, dos puntos para el ensayo de esclerometría en columnannas.



**Fotografía 15 y 16:** Ensayo de esclerometría en vigas y columnas en el módulo 02, tercer nivel

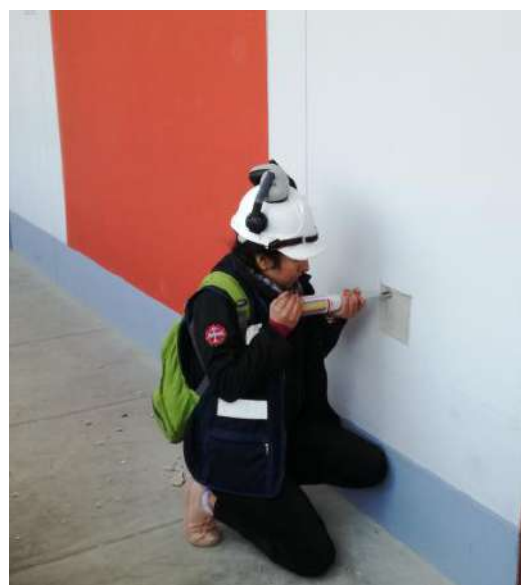




**Fotografía 17 y 18:** Ensayo de esclerometría en columnas y vigas el módulo 02, segundo nivel



**Fotografía 19 y 20:** Cuadrícula de 4x4 cm de lado, en cada cuadrícula se realizó una lectura. Impacto sobre la superficie con el esclerómetro en forma perpendicular.

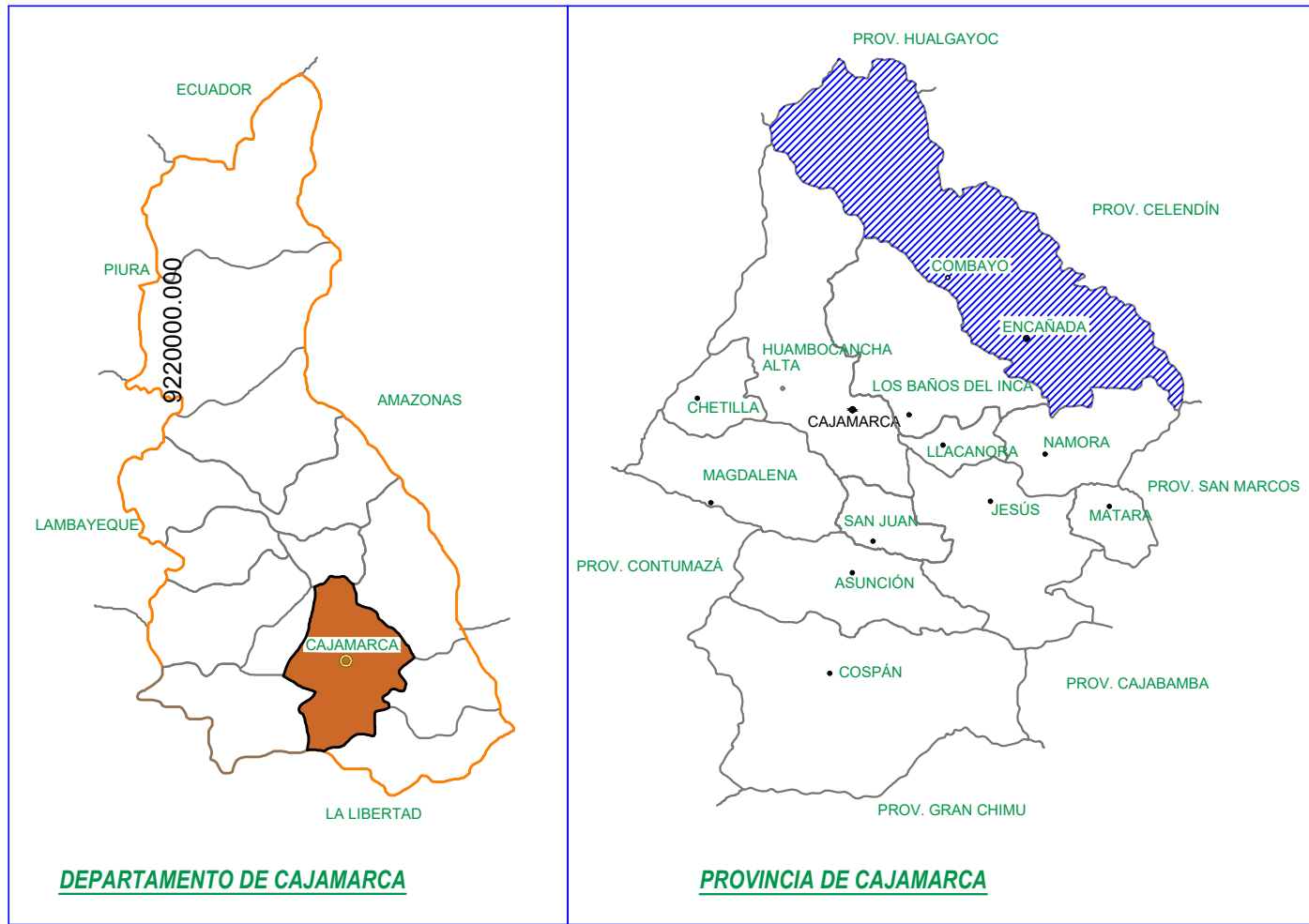


Fotografía 21 y 22: Ensayo de esclerometría en columnas y vigas el módulo 03.



## **APÉNDICE 03-PLANOS**

**UBICACIÓN DEPARTAMENTAL Y PROVINCIAL**



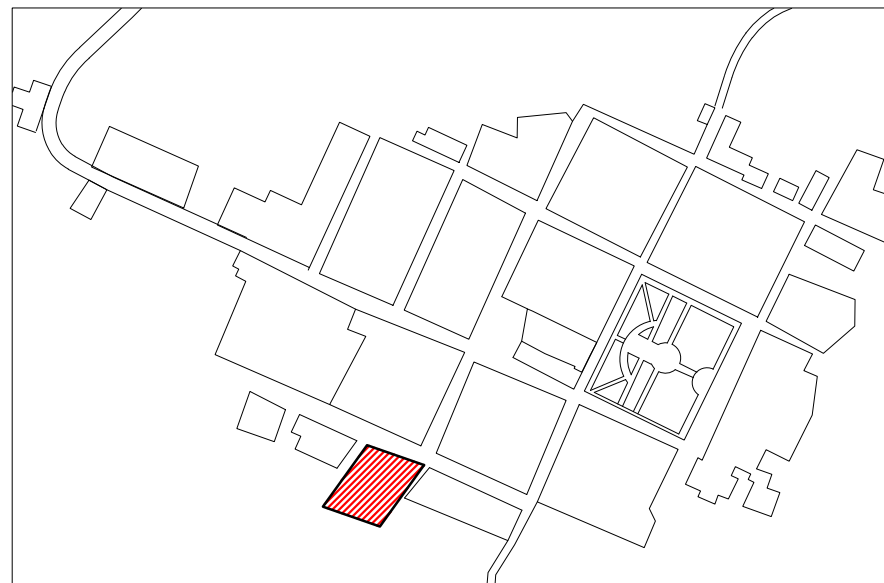
**DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

**PROVINCIA DE CAJAMARCA**



CAJAMARCA

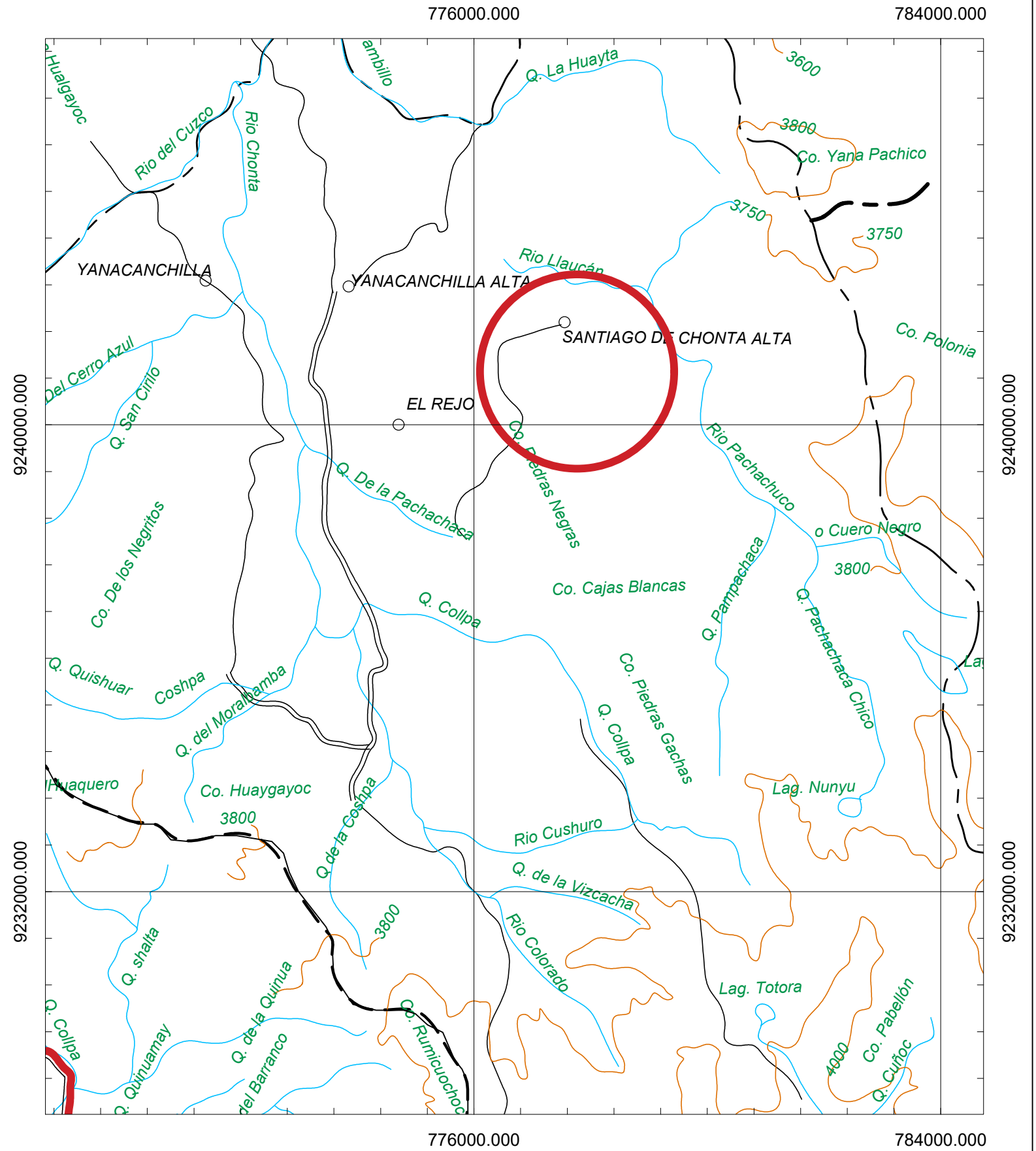
**RUTA DE ACCESO**




**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESCALA: 1: 5,000

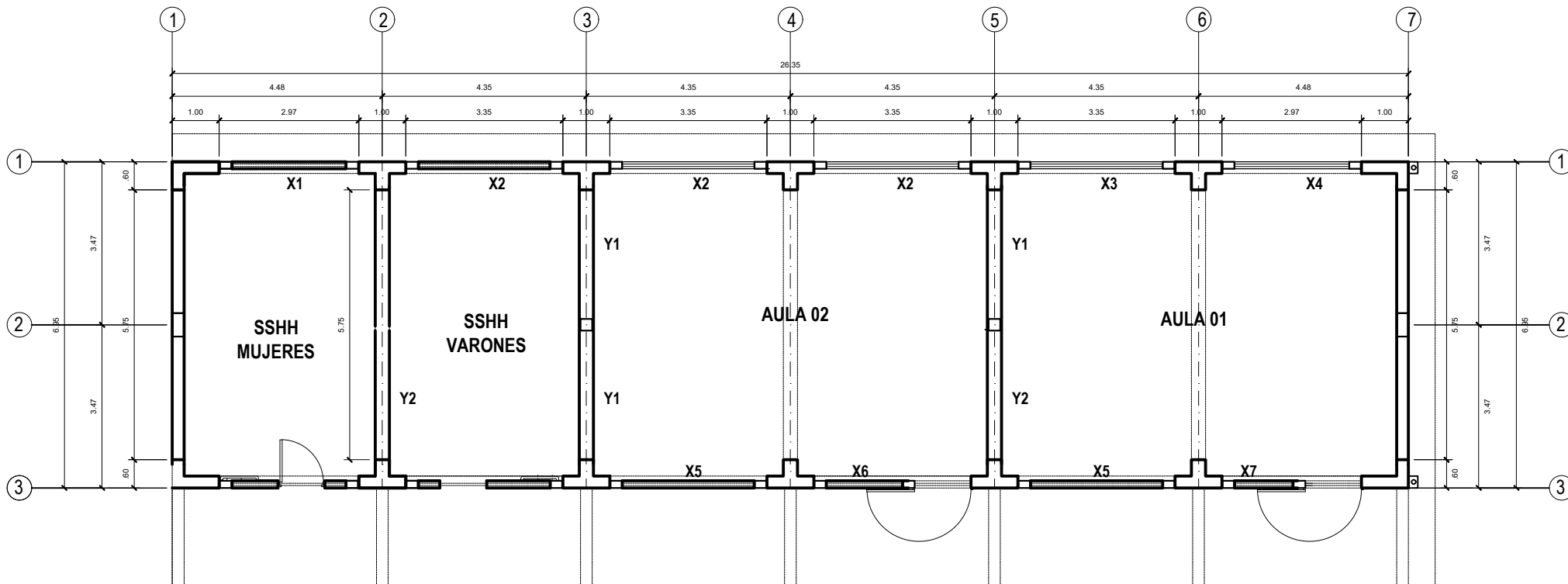
**UBICACIÓN**

DIRECCIÓN : PASAJE S/N  
LOCALIDAD : C.P. CHANTA ALTA  
DISTRITO : LA ENCAÑADA  
PROVINCIA : CAJAMARCA  
DEPARTAM. : CAJAMARCA




**PLANO DISTRITAL**

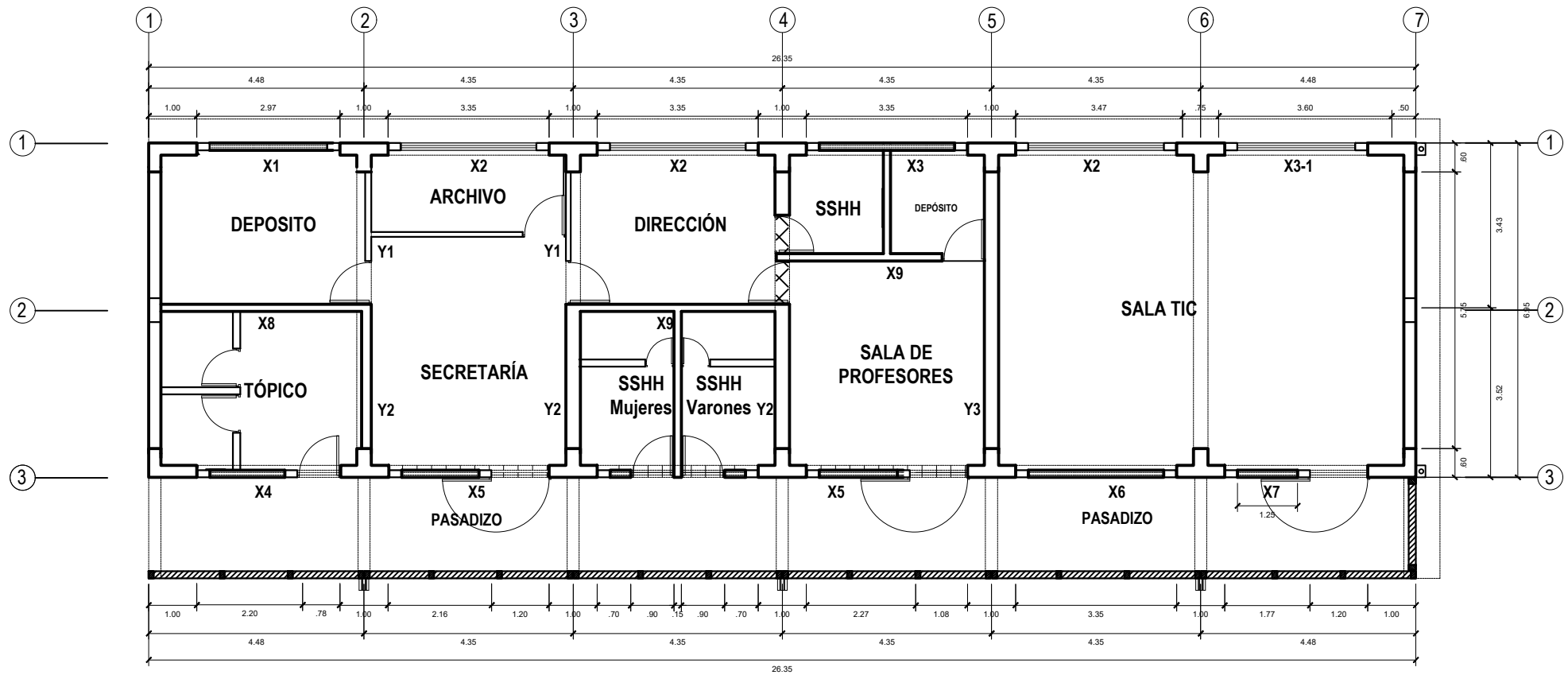
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
 ESCUELA DE POS GRADO	PLANO: LOCALIZACIÓN TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018 MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	LAMINA N°:  <b>P-L</b>
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA




**PLANTA 1º PISO**  
ESC 1/125

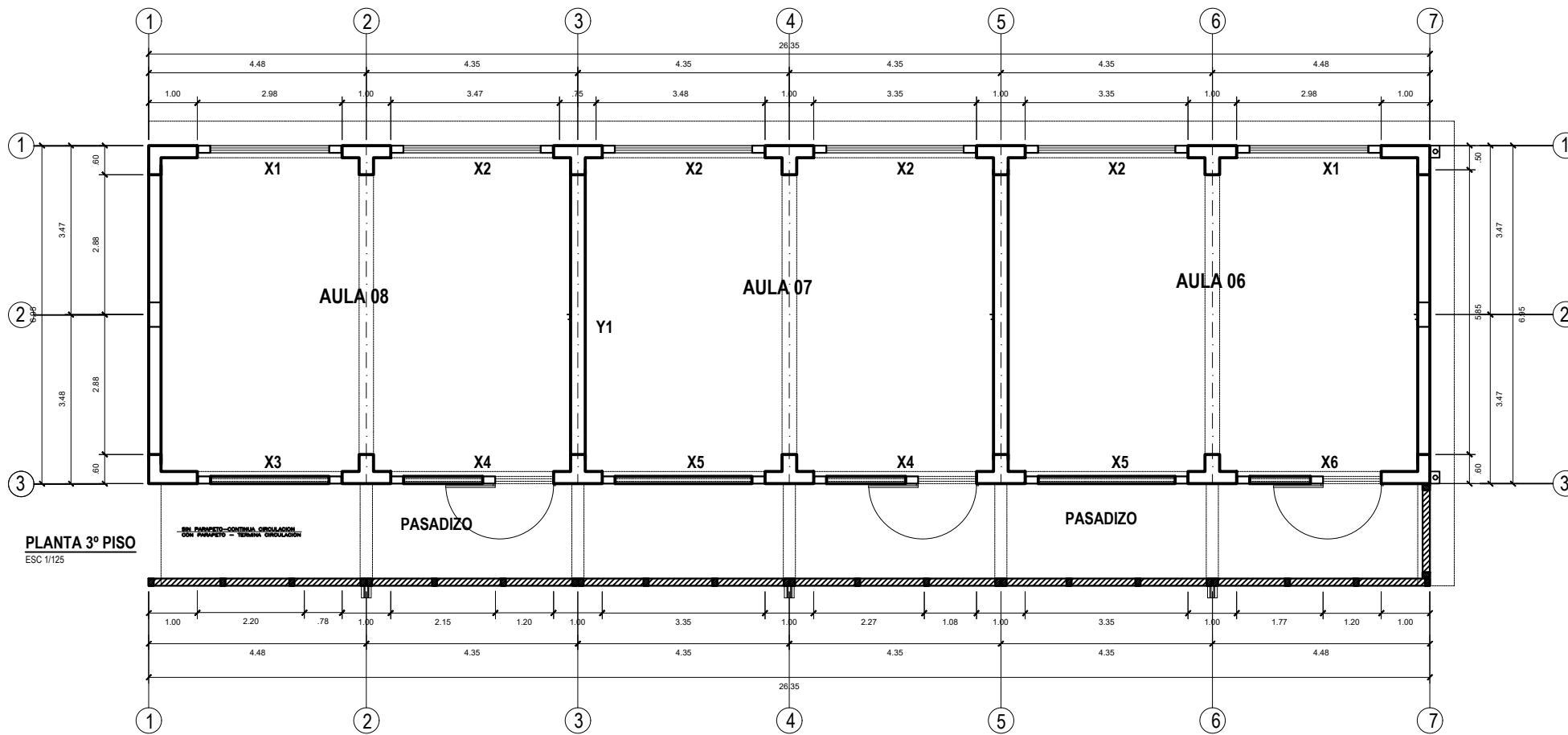
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
ESCUELA DE POS GRADO

	PLANO: Muros - Modulo 01 - Primer PISO	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>M1-01</b>
	MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA




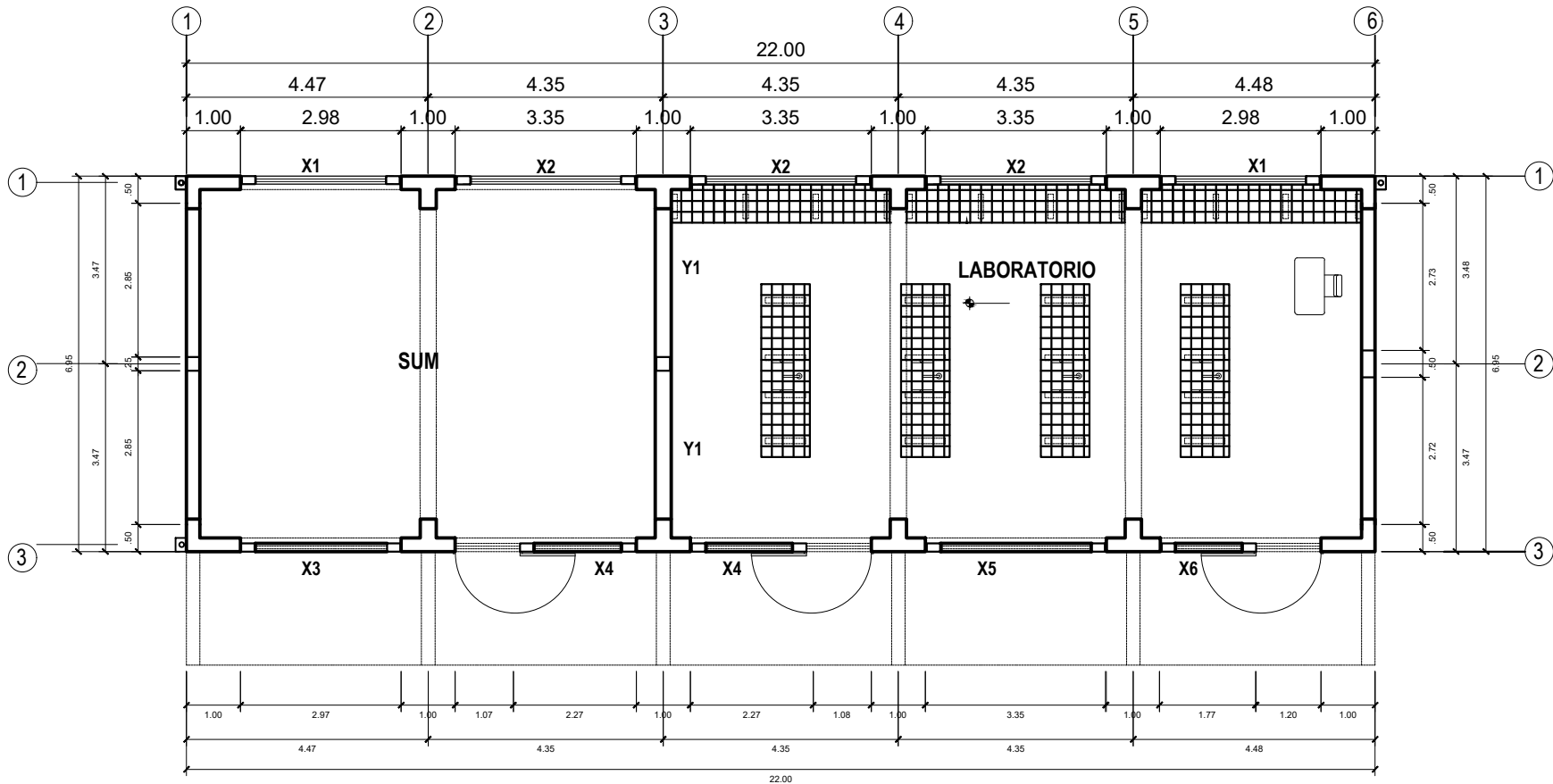
**PLANTA 2º PISO**  
ESC 1/125

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
 Escuela de Posgrado	PLANO: MUIROS - MODULO 01 - SEGUNDO PISO	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>M1-02</b>
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA




**PLANTA 3º PISO**  
ESC 1/125

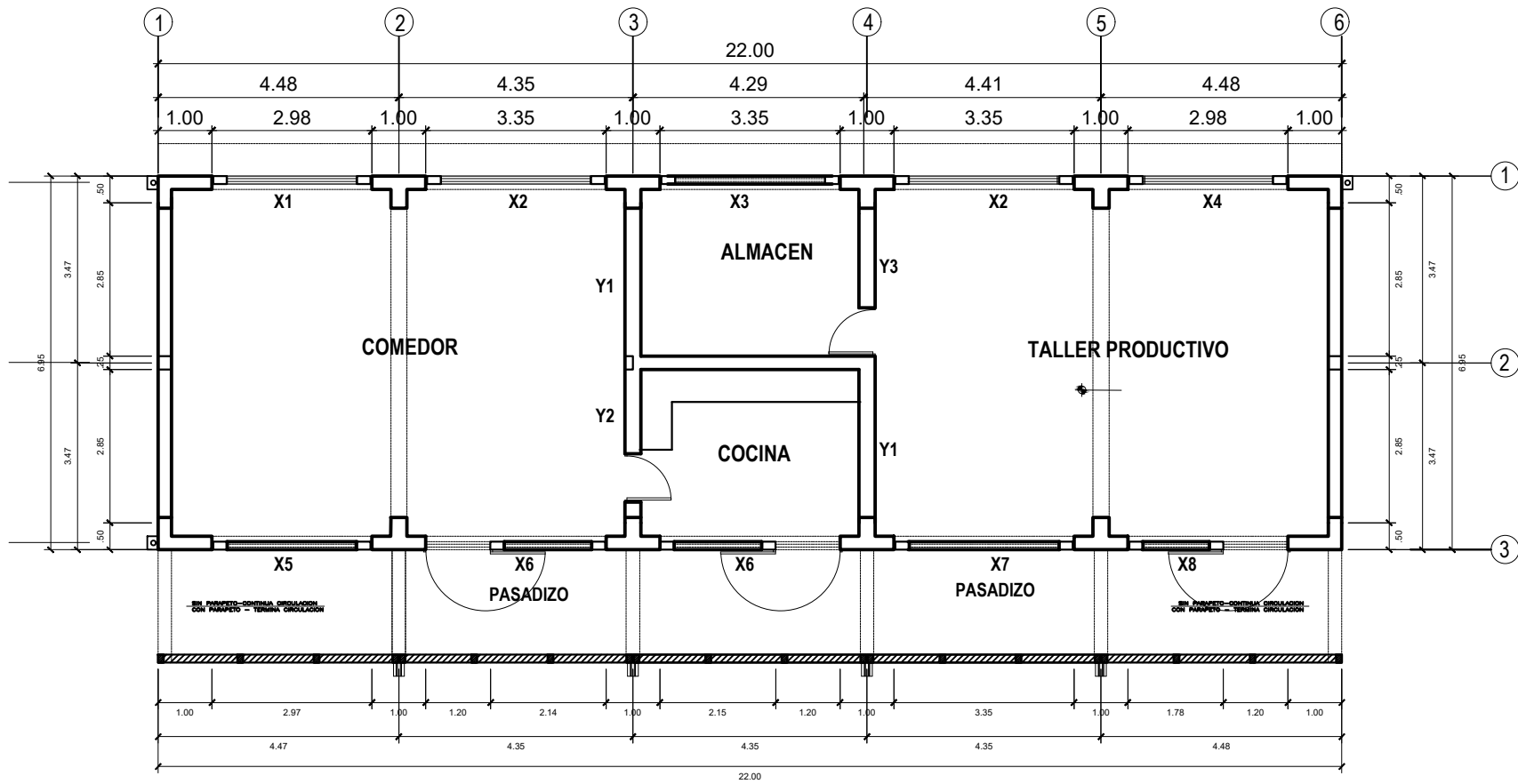
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
	PLANO: MUROS - MODULO 01 - TERCER PISO	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>M1-03</b>
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA




**PLANTA 1º PISO**  
ESC 1/125

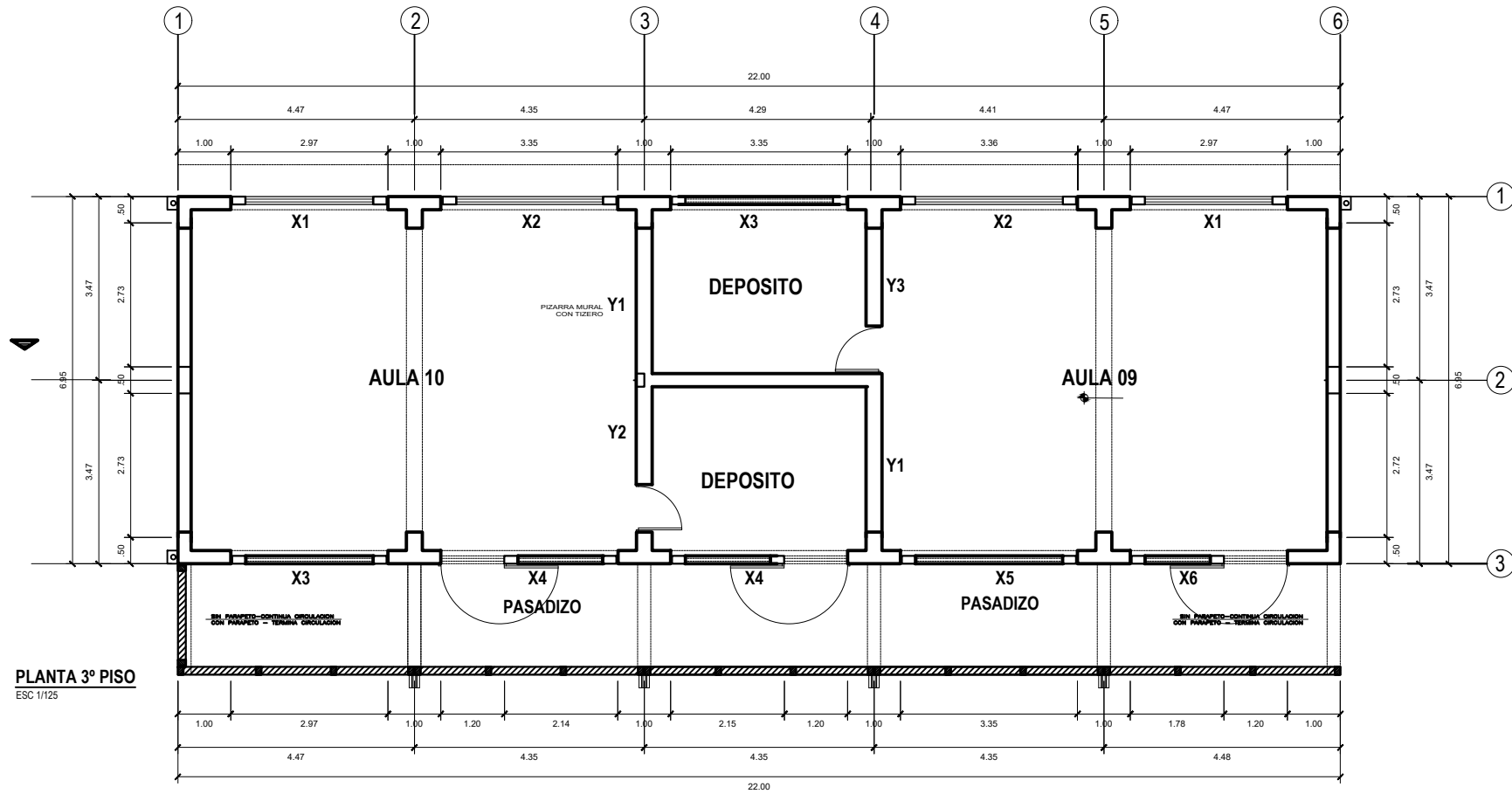
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
 Facultad de Posgrado	PLANO: Muros - Modulo 02 - Primer PISO	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>M2-01</b>
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA






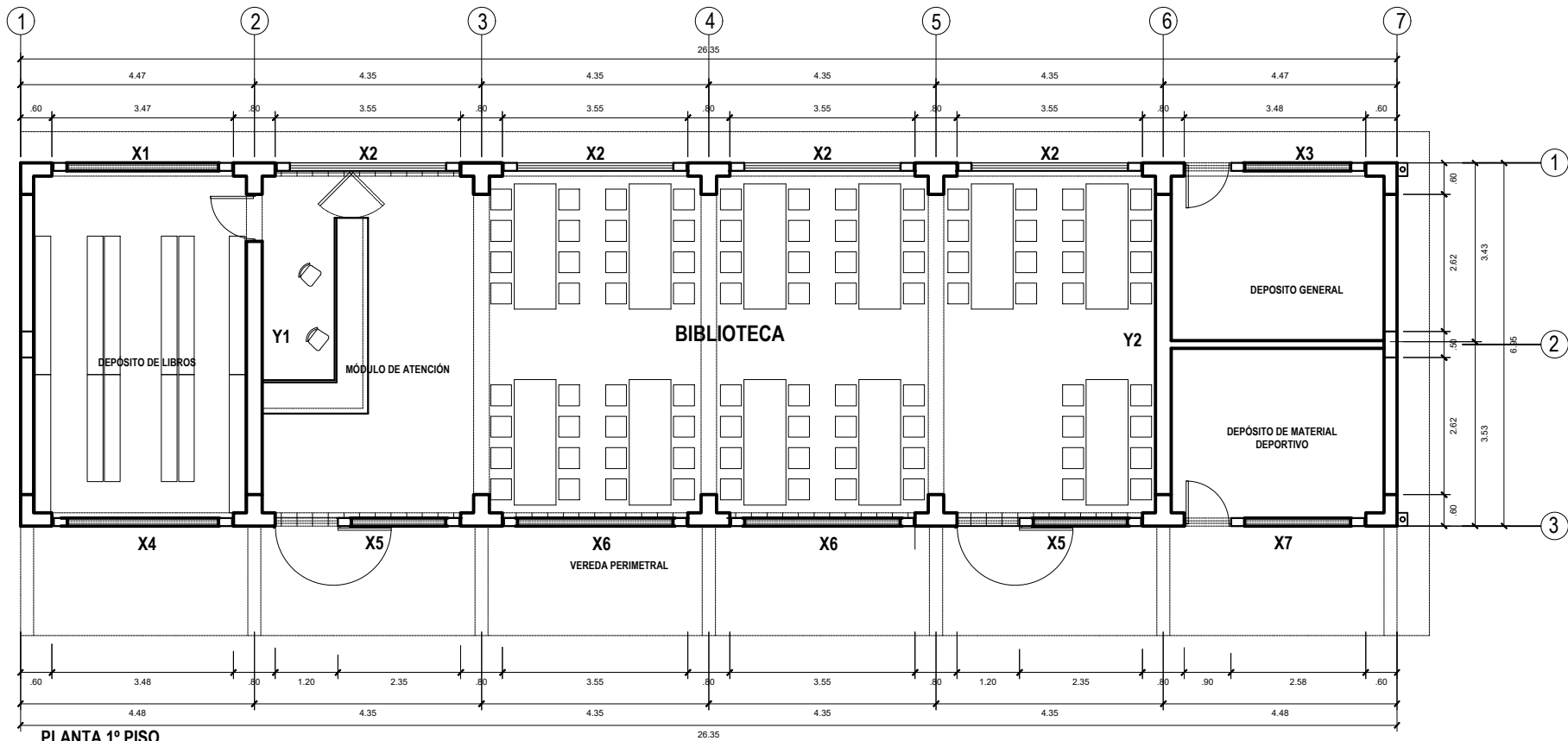
**PLANTA 2º PISO**  
ESC 1/125

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
	PLANO: MUROS - MODULO 02 - SEGUNDO PISO TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018 MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	LAMINA N°:
		<b>M2-02</b>
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA



PLANTA 3° PISO  
ESC 1/125

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
 Escuela de Posgrado	PLANO: MUIROS - MODULO 02 - TERCER PISO	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>M2-03</b>
	MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA



**PLANTA 1º PISO**

ESC 1/125

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 ESCUELA DE POS GRADO

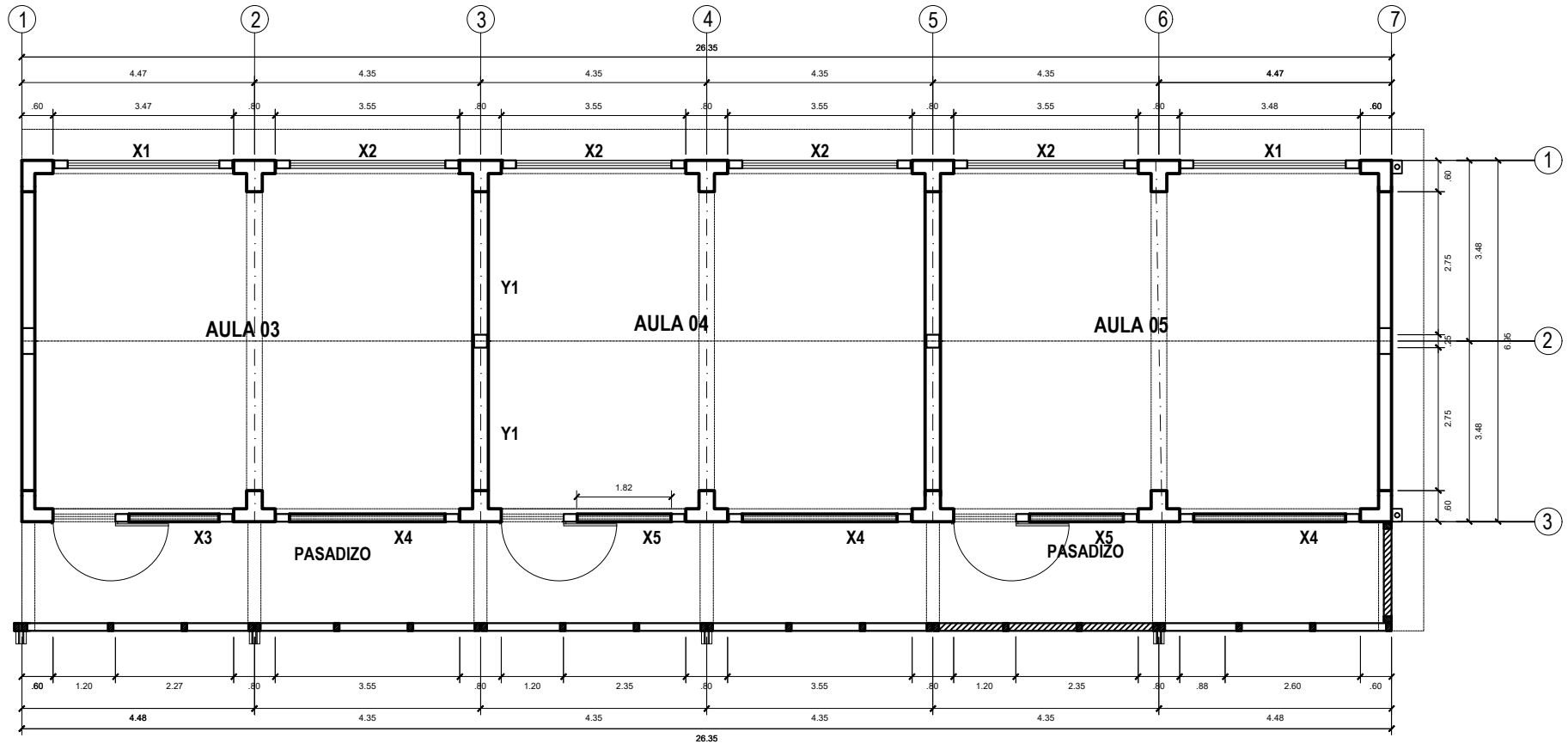


PLANO: MUROS - MODULO 03 - PRIMER PISO  
 TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO  
 CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018  
 MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán

LAMINA N°:

**M3-01**

DIST: LA ENCAÑADA    PROV: CAJAMARCA    DPTO: CAJAMARCA



**PLANTA 2º PISO**  
 ESC 1/125

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 ESCUELA DE POS GRADO



PLANO: MUROS - MODULO 03 - SEGUNDO PISO

TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO  
 CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018

MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán

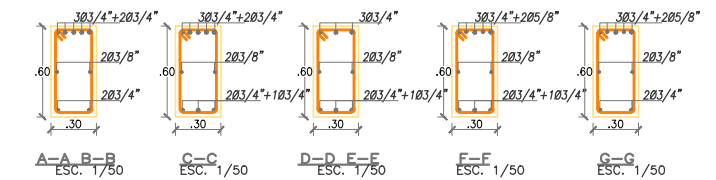
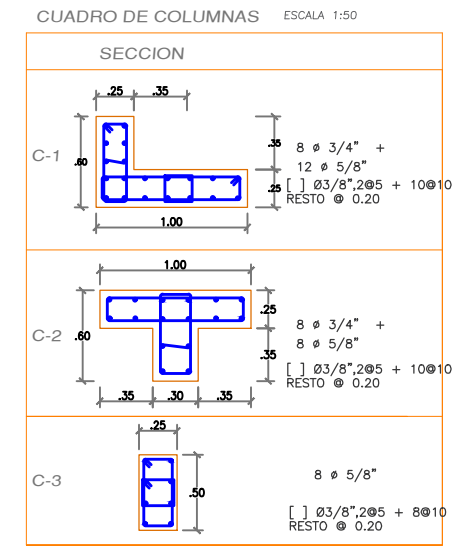
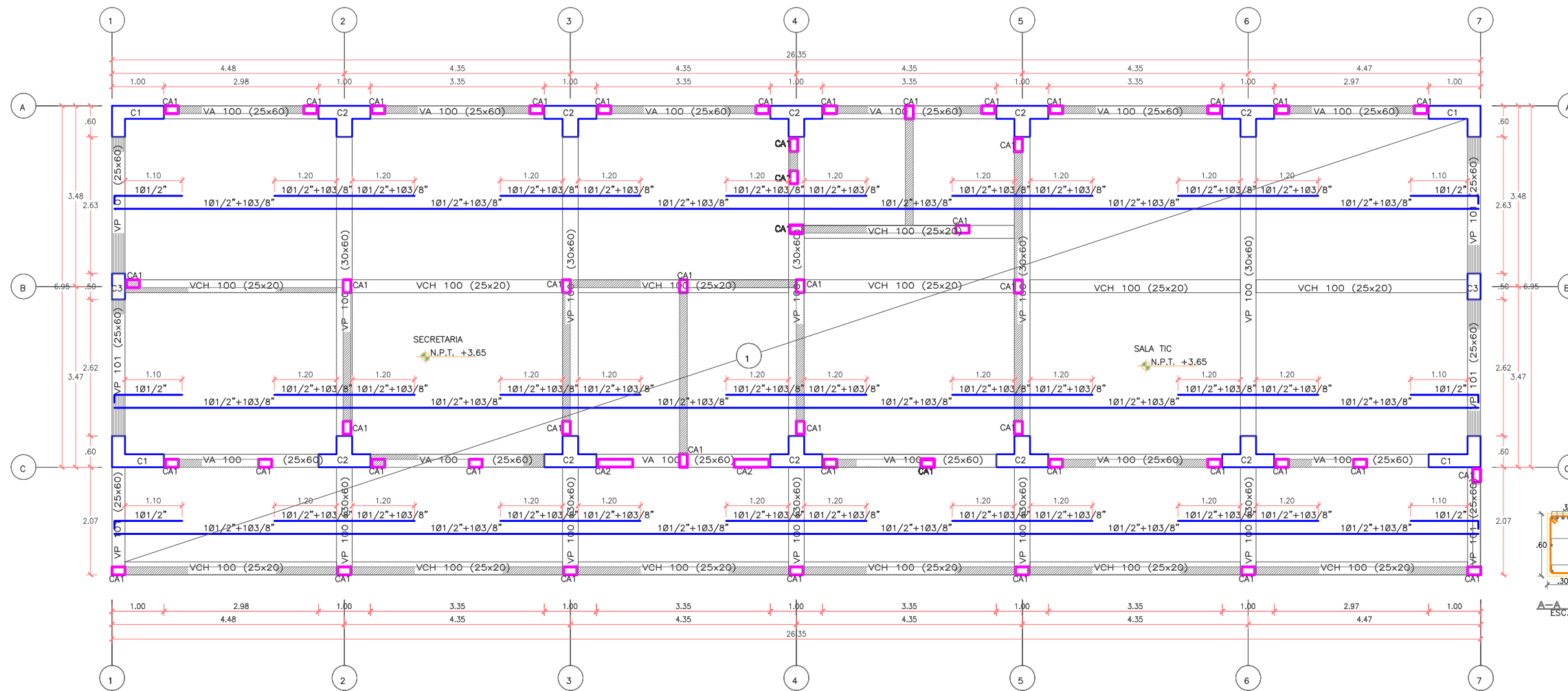
DIST: LA ENCAÑADA

PROV: CAJAMARCA

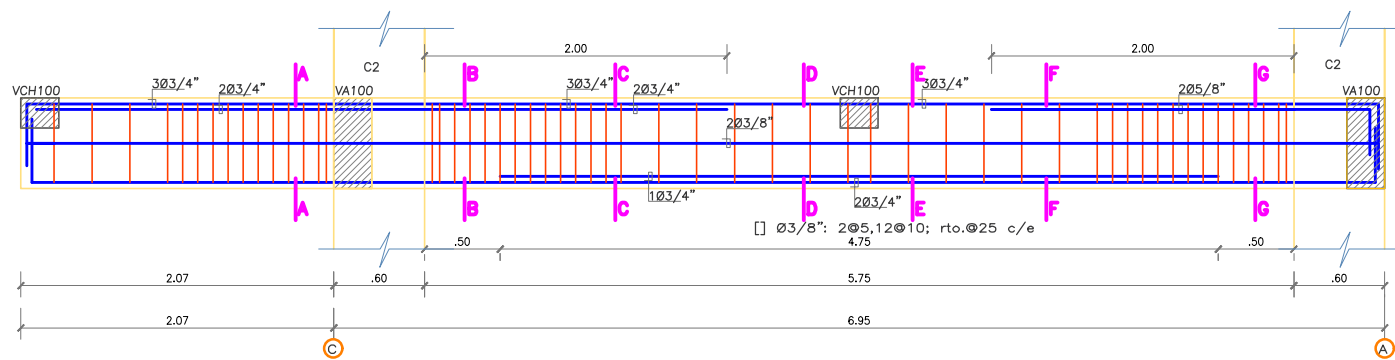
DPTO: CAJAMARCA

LAMINA N°:

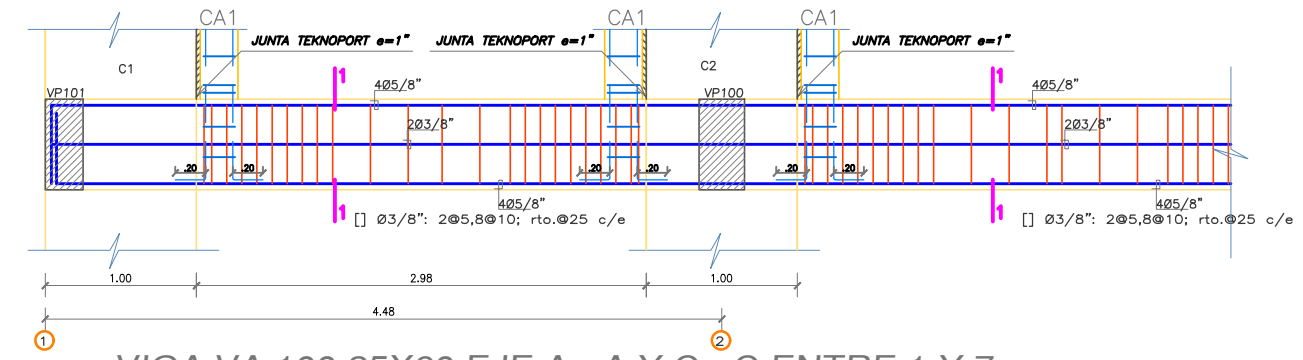
**M3-02**



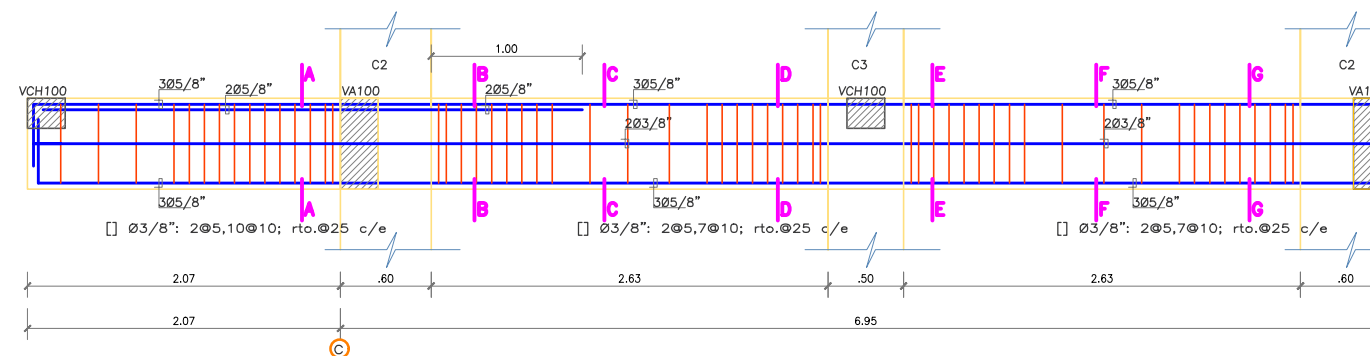
PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS PRIMER NIVEL MODULO 01  
 ESC. 1/100



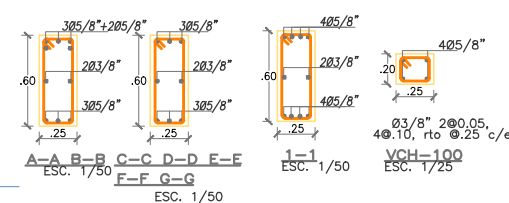
VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4, 5 - 5 y 6 - 6  
 ESC. 1/50



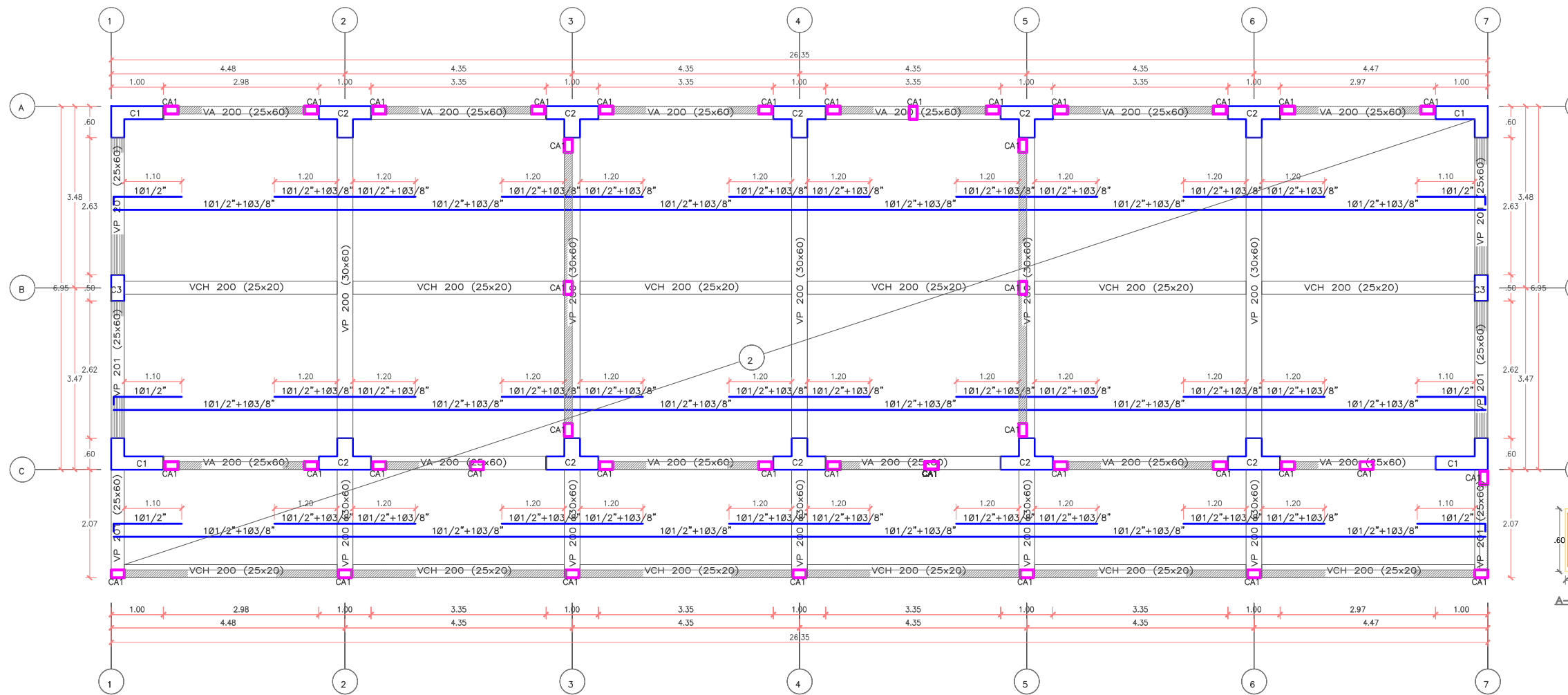
VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 7  
 ESC. 1/50



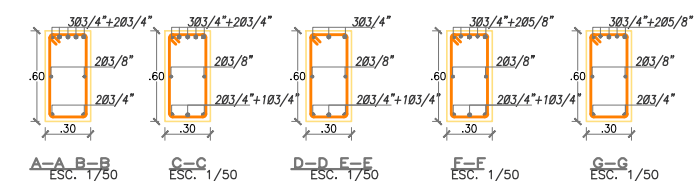
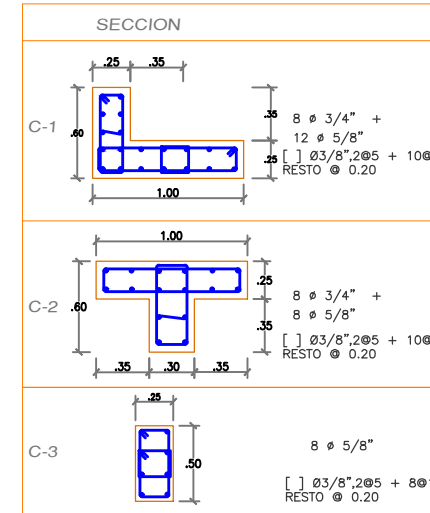
VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 7 - 7  
 ESC. 1/50



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS PRIMER NIVEL - MODULO 01	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>E - 01</b>
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA

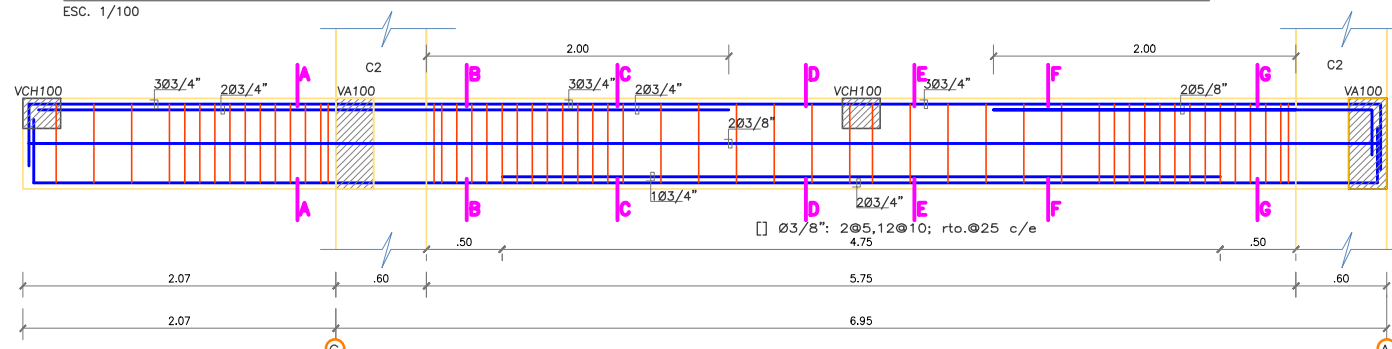


CUADRO DE COLUMNAS ESCALA 1:50



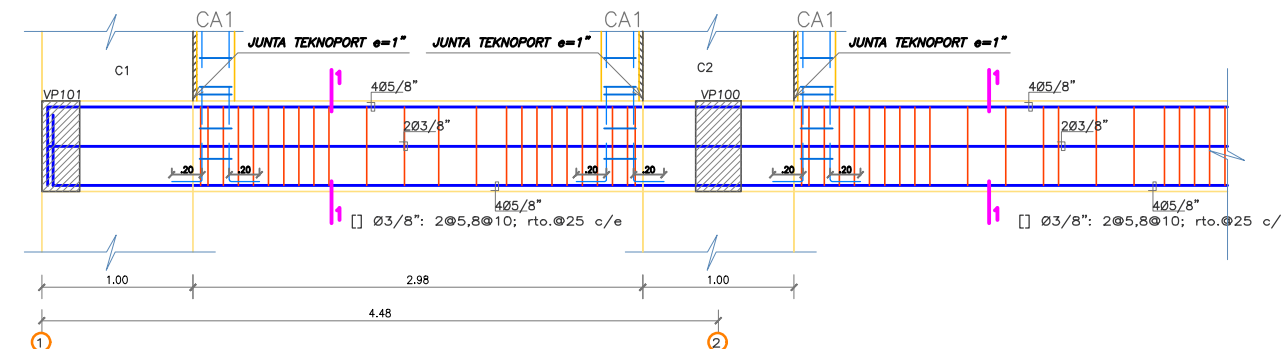
PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 01

ESC. 1/100



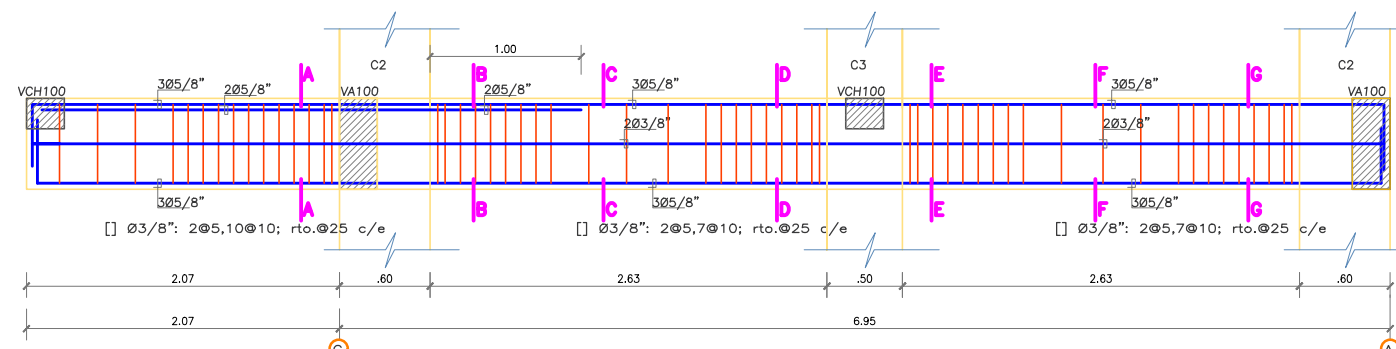
VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4, 5 - 5 y 6 - 6

ESC. 1/50



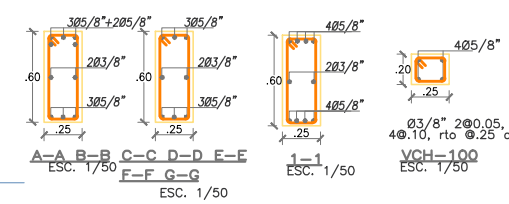
VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 7

ESC. 1/50



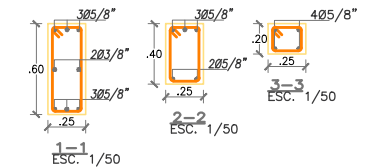
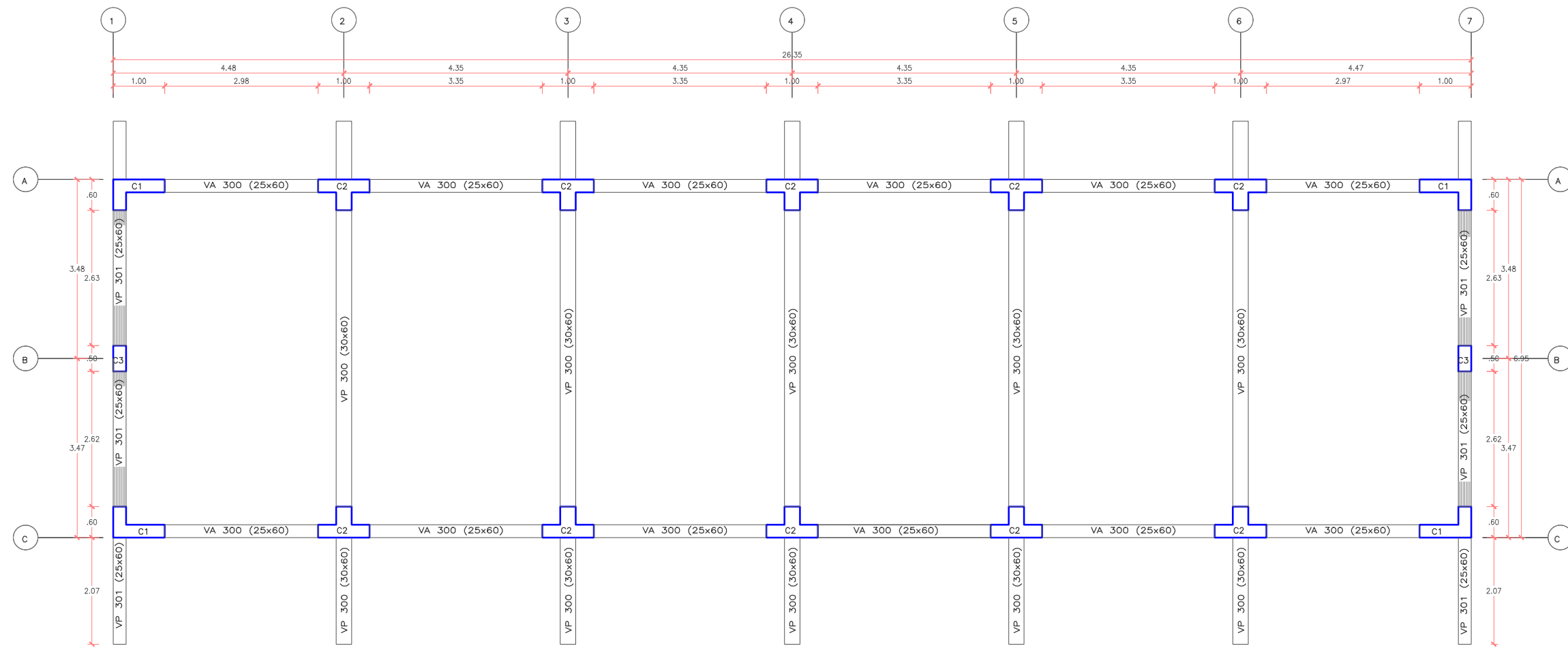
VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 7 - 7

ESC. 1/50

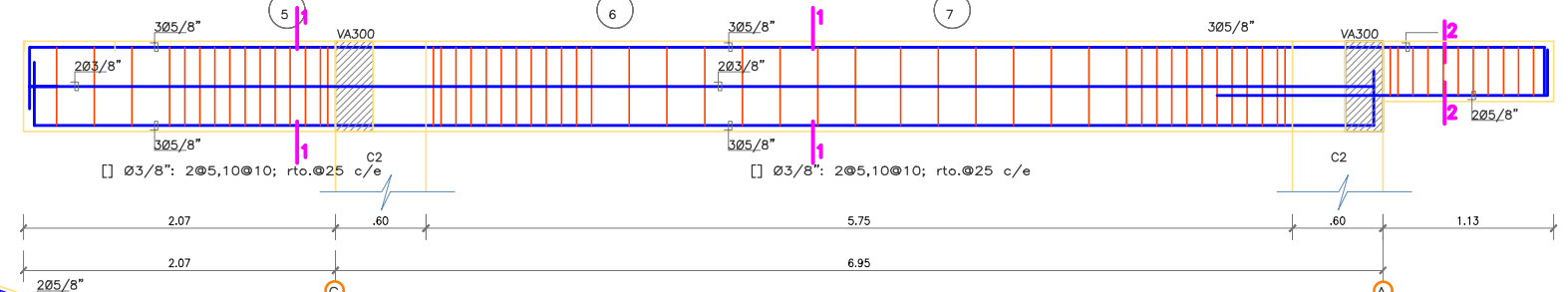


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
ESCUELA DE POS GRADO

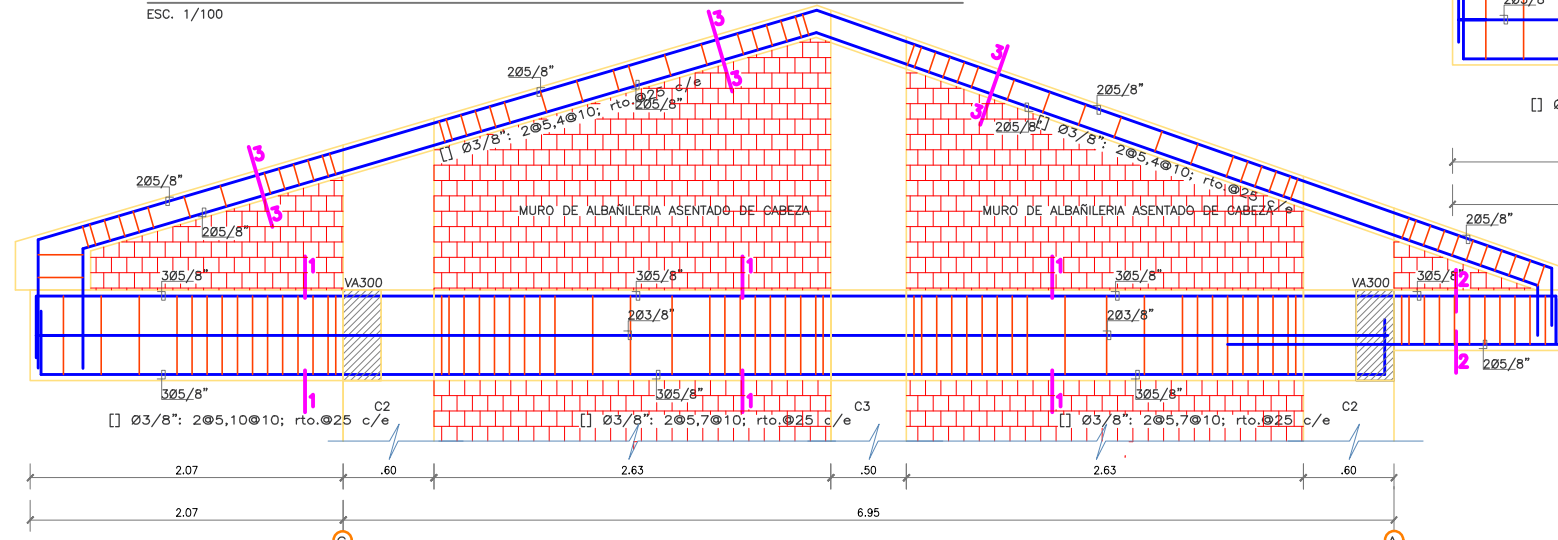
	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS SEGUNDO NIVEL- MODULO 01	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	E - 02
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA



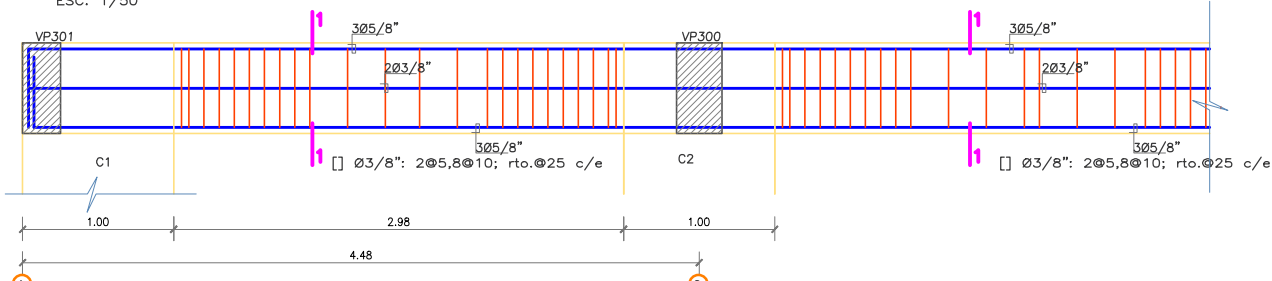
**PLANO DE VIGAS TERCER NIVEL MODULO 01**  
ESC. 1/100



**VIGA VP 300 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4, 5 - 5 y 6 - 6**  
ESC. 1/50

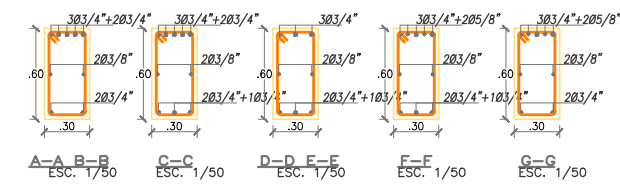
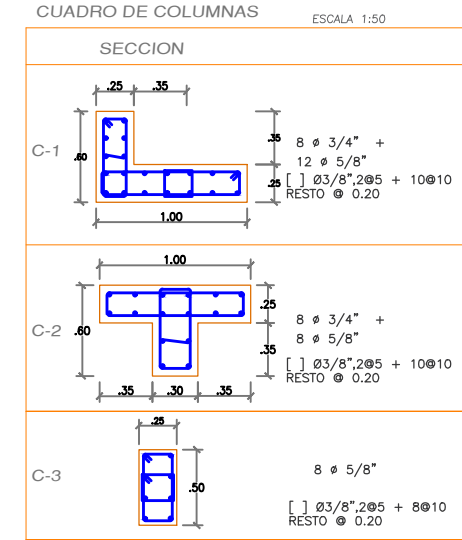
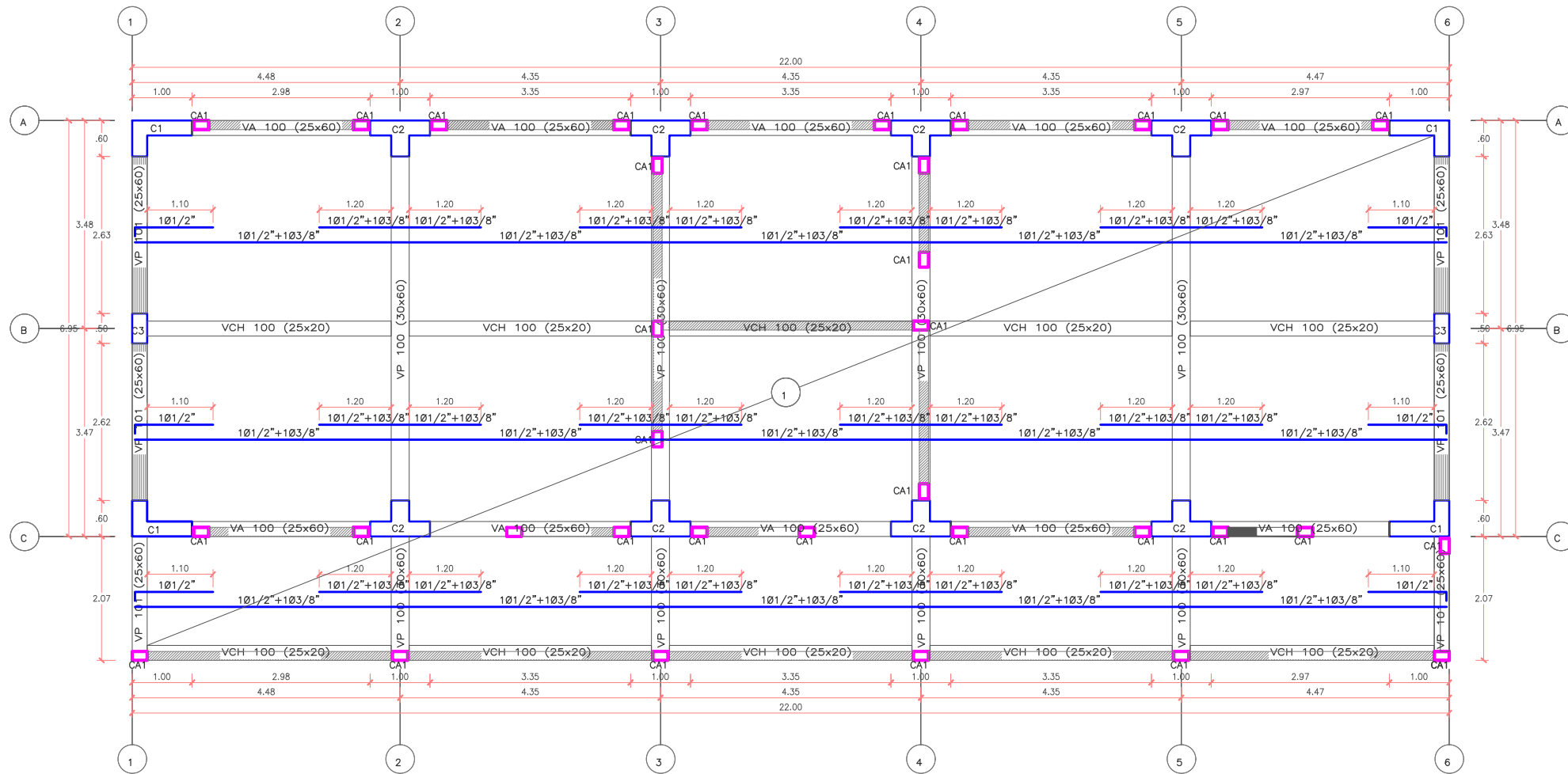


**VIGA VP 301 25X60 EJE 1 - 1 y 7 - 7**  
ESC. 1/50

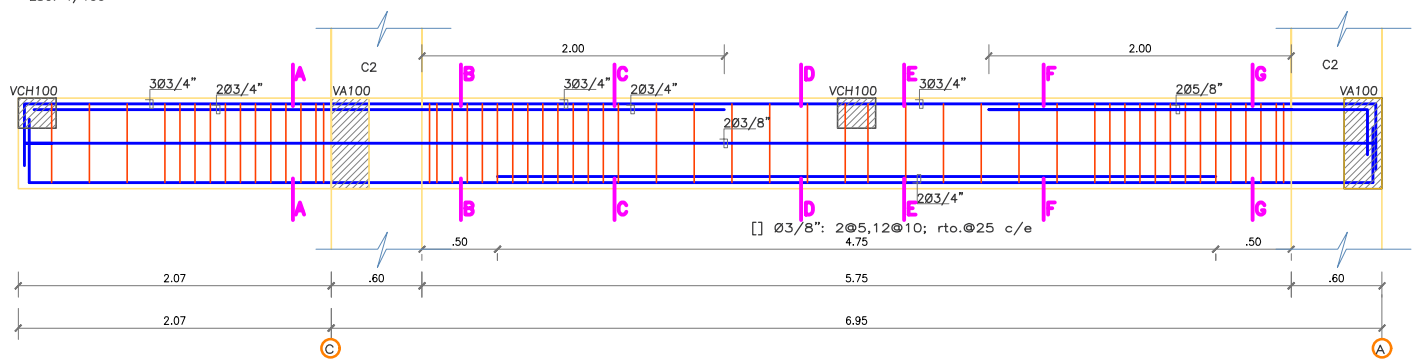


**VIGA VA 300 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 7**  
ESC. 1/50

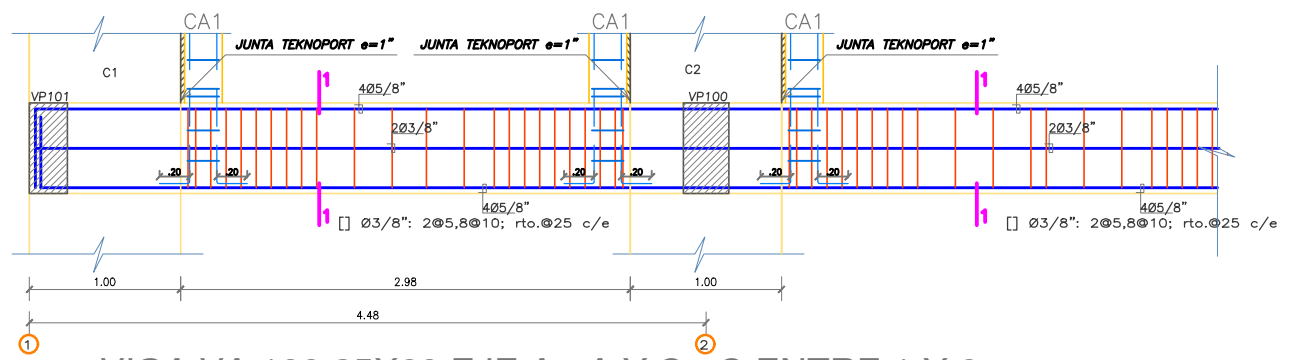
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS TERCER NIVEL - MODULO 01	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>E - 03</b>
MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán		
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA



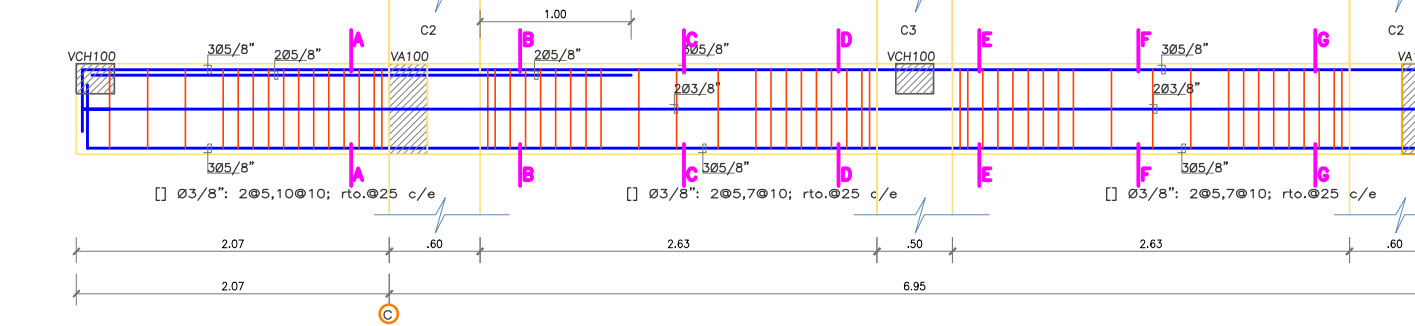
**PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS PRIMER NIVEL MODULO 02**  
 ESC. 1/100



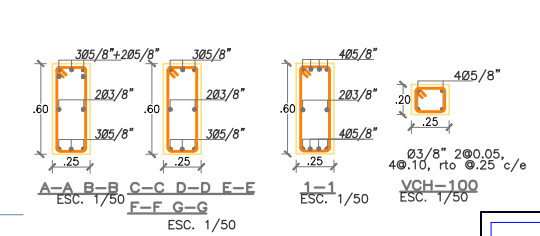
**VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4 y 5 - 5**  
 ESC. 1/50



**VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 6**  
 ESC. 1/50



**VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 6 - 6**  
 ESC. 1/50



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 ESCUELA DE POS GRADO

PLANO: ALIGERADO Y VIGAS PRIMER NIVEL - MODULO 02

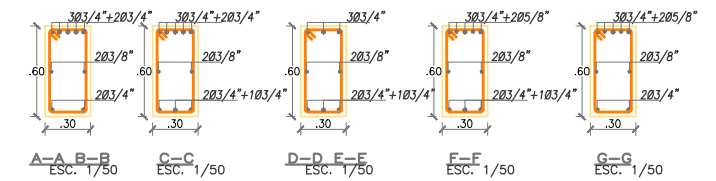
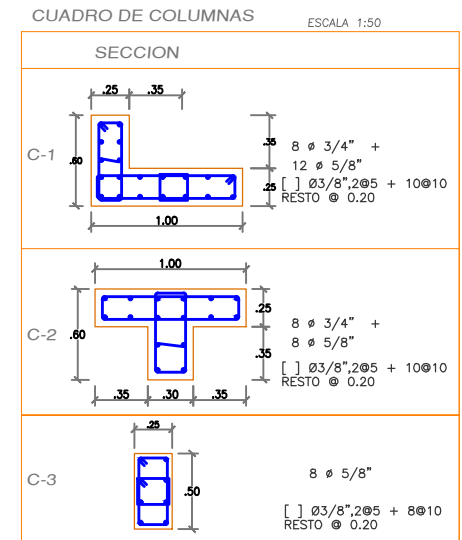
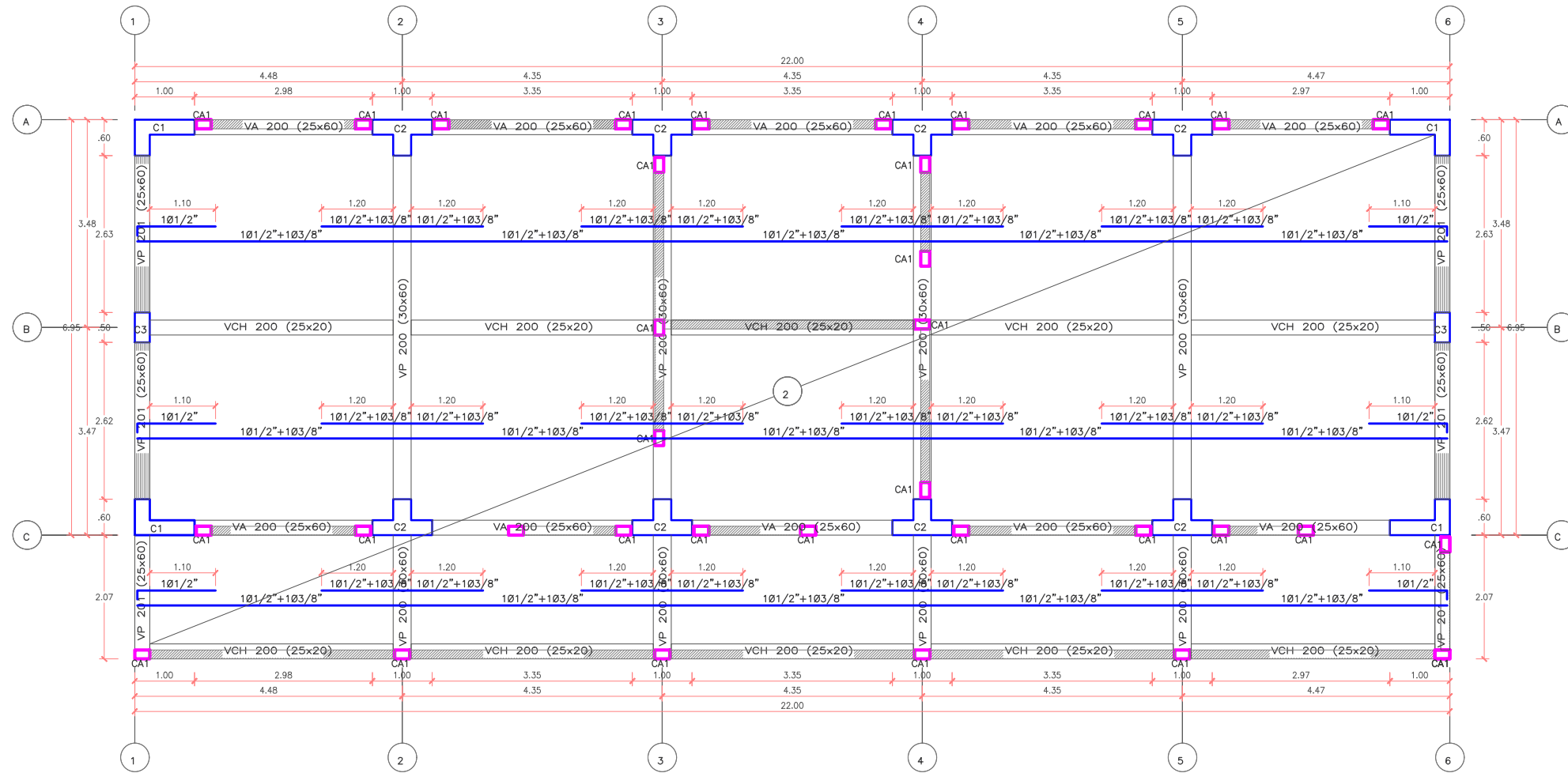
TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO  
 CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018

MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán

DIST: LA ENCAÑADA PROV: CAJAMARCA DPTO: CAJAMARCA

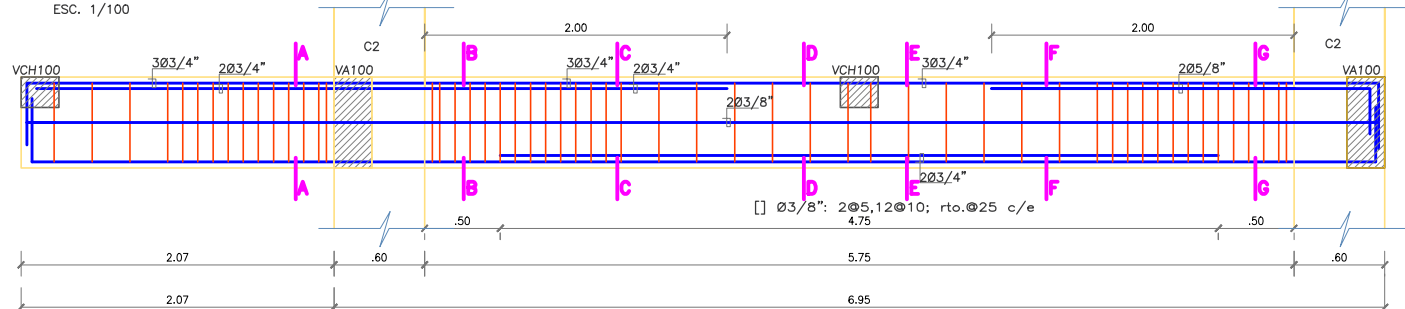
E - 04





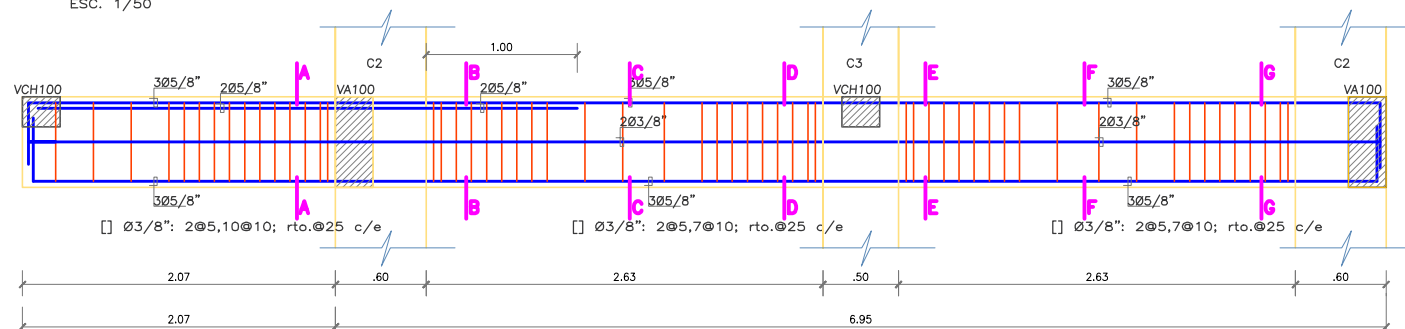
**PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 02**

ESC. 1/100



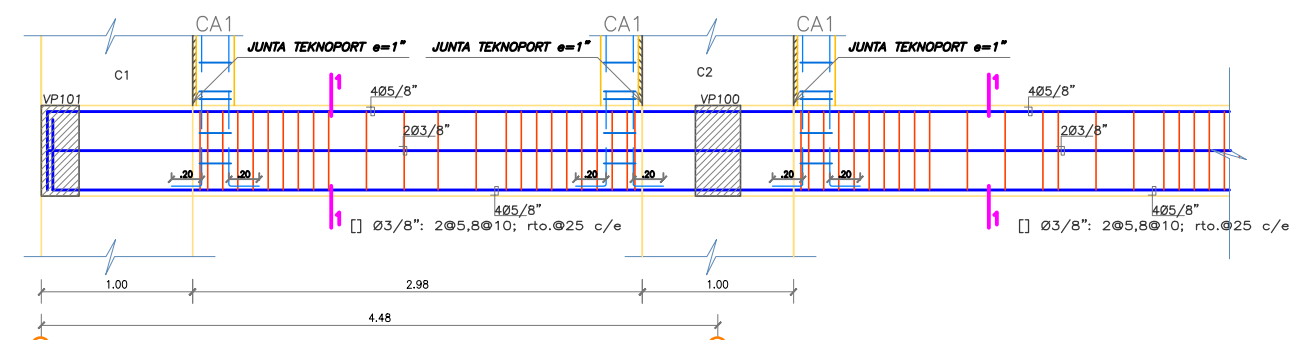
**VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4 y 5 - 5**

ESC. 1/50



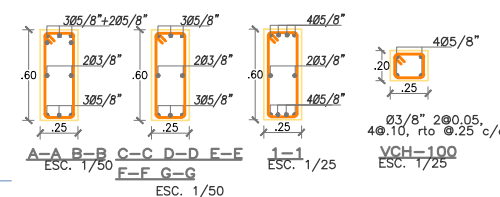
**VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 6 - 6**

ESC. 1/50



**VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 6**

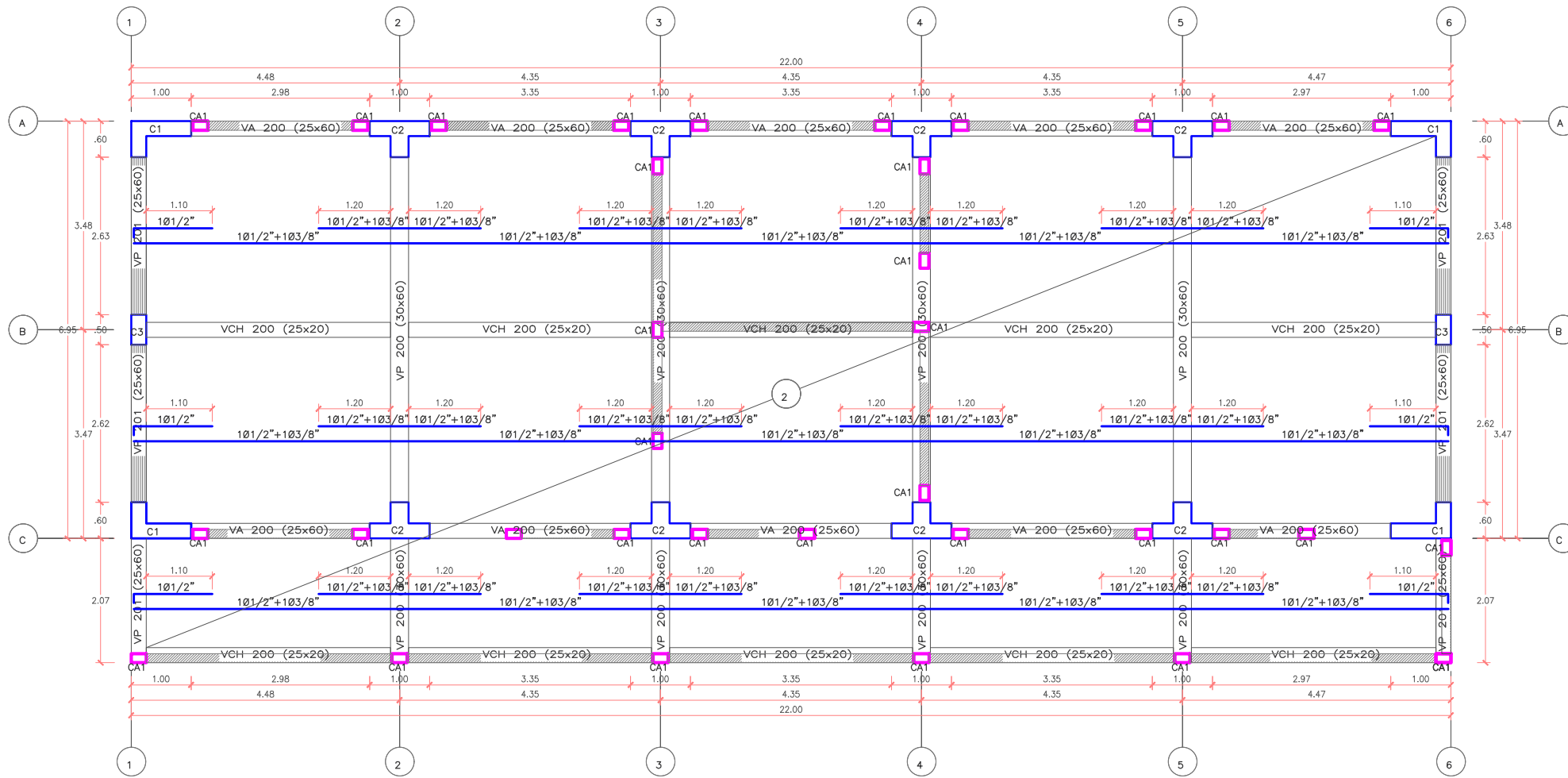
ESC. 1/50



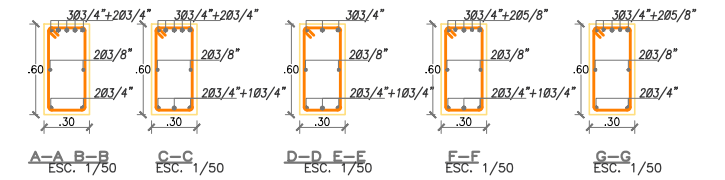
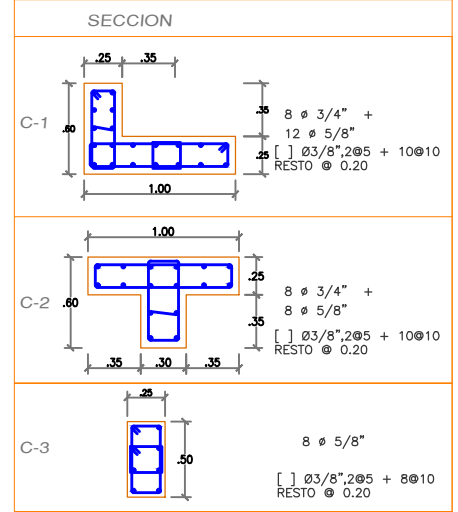
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

ESCUELA DE POS GRADO

	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS SEGUNDO NIVEL - MODULO 02	LAMINA N°:
	TESIS: RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA. PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	<b>E - 05</b>
	MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA

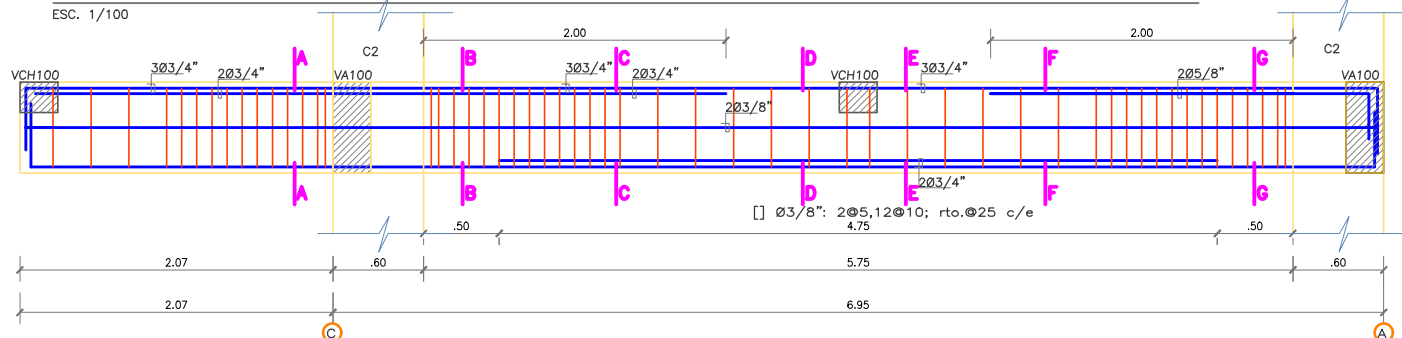


CUADRO DE COLUMNAS ESCALA 1:50



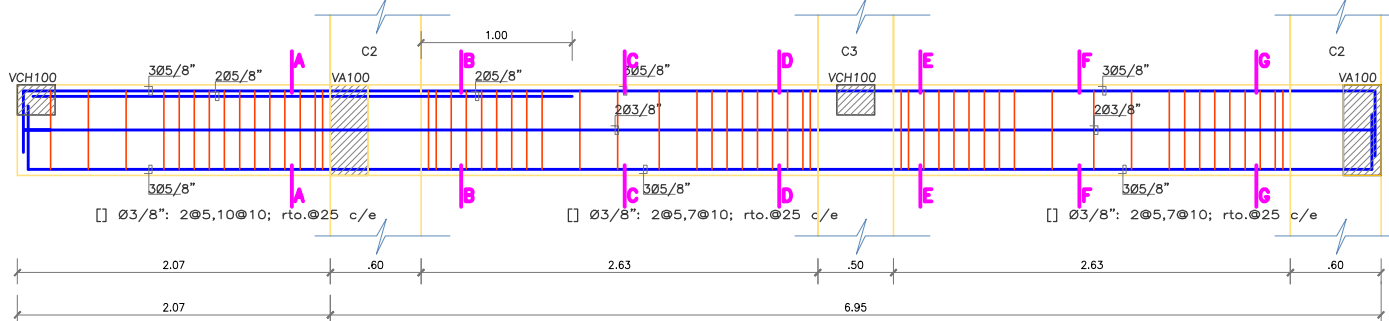
PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 02

ESC. 1/100



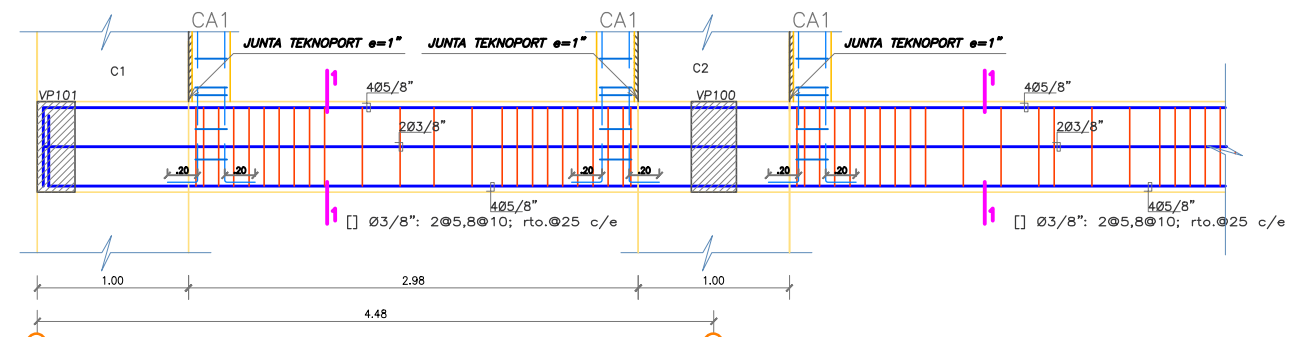
VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4 y 5 - 5

ESC. 1/50



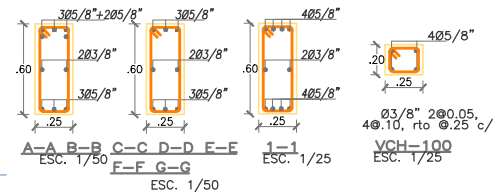
VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 6 - 6

ESC. 1/50



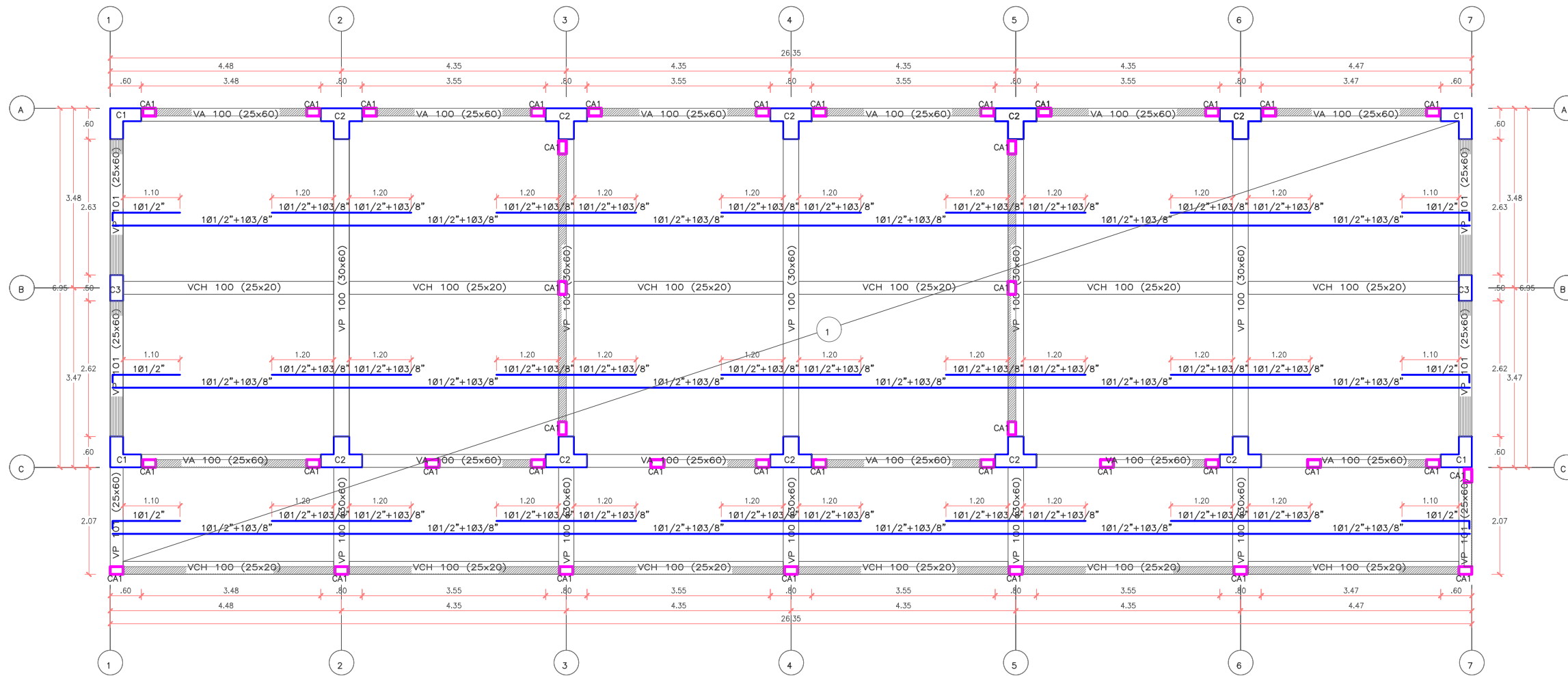
VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 6

ESC. 1/50



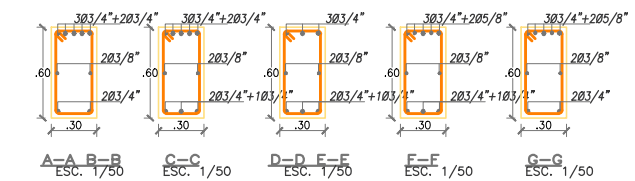
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
ESCUELA DE POS GRADO

	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS TERCER NIVEL - MODULO 02 TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018	LAMINA N°:  <h1>E - 06</h1>
	MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	
	DIST: LA ENCAÑADA    PROV: CAJAMARCA    DPTO: CAJAMARCA	

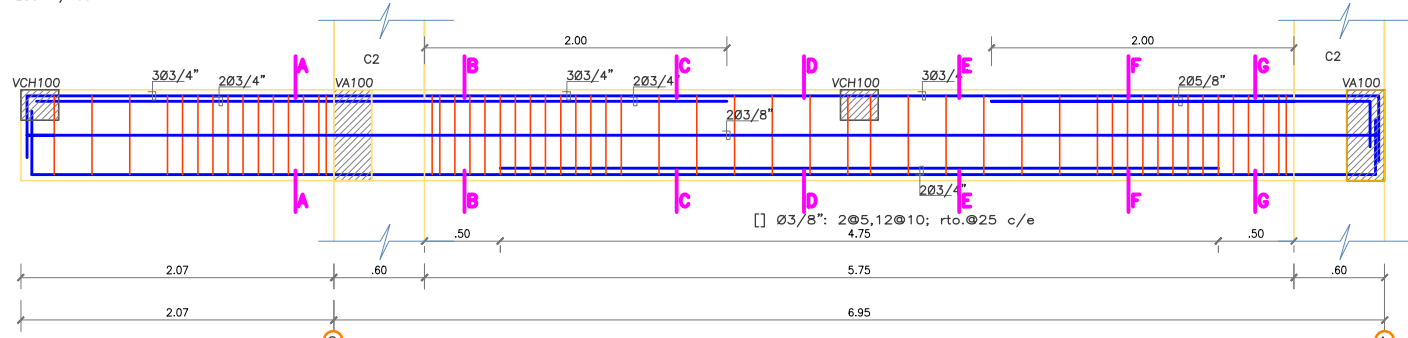


CUADRO DE COLUMNAS ESCALA 1:50

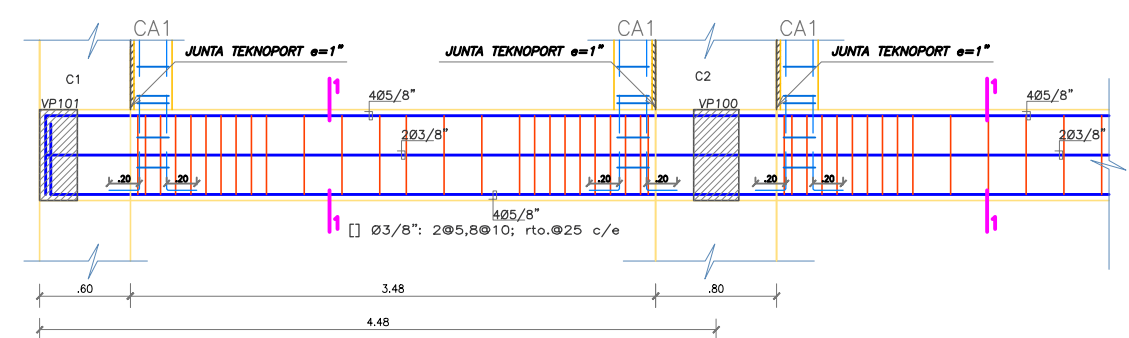
SECCION	ACERO
C-1	$8 \phi 3/4" +$ $8 \phi 5/8"$ $[ ] \phi 3/8", 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi 0.20$
C-2	$8 \phi 3/4" +$ $8 \phi 5/8"$ $[ ] \phi 3/8", 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi 0.20$
C-3	$8 \phi 5/8"$ $[ ] \phi 3/8", 2\phi 5 + 10\phi 10$ RESTO $\phi 0.20$



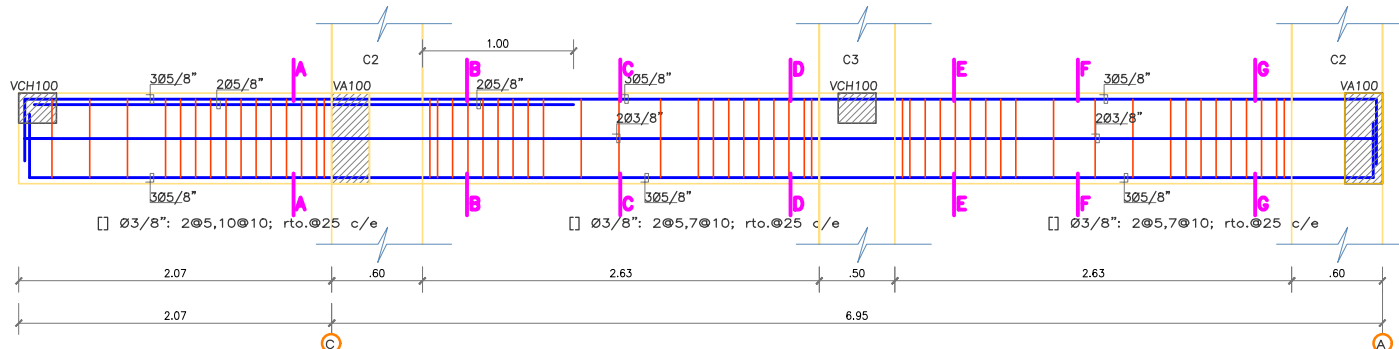
**PLANO DE ALIGERADOS Y VIGAS PRIMER NIVEL MODULO 03**  
 ESC. 1/100



**VIGA VP 100 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4, 5 - 5 y 6 - 6**  
 ESC. 1/50



**VIGA VA 100 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 7**  
 ESC. 1/50



**VIGA VP 101 25X60 EJE 1 - 1 y 7 - 7**  
 ESC. 1/50

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 ESCUELA DE POS GRADO

Escuela de Posgrado

PLANO: ALIGERADO Y VIGAS PRIMER NIVEL - MODULO 03

TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018

MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán

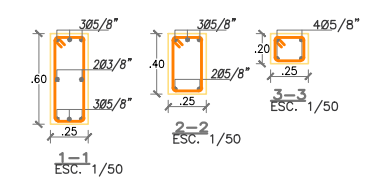
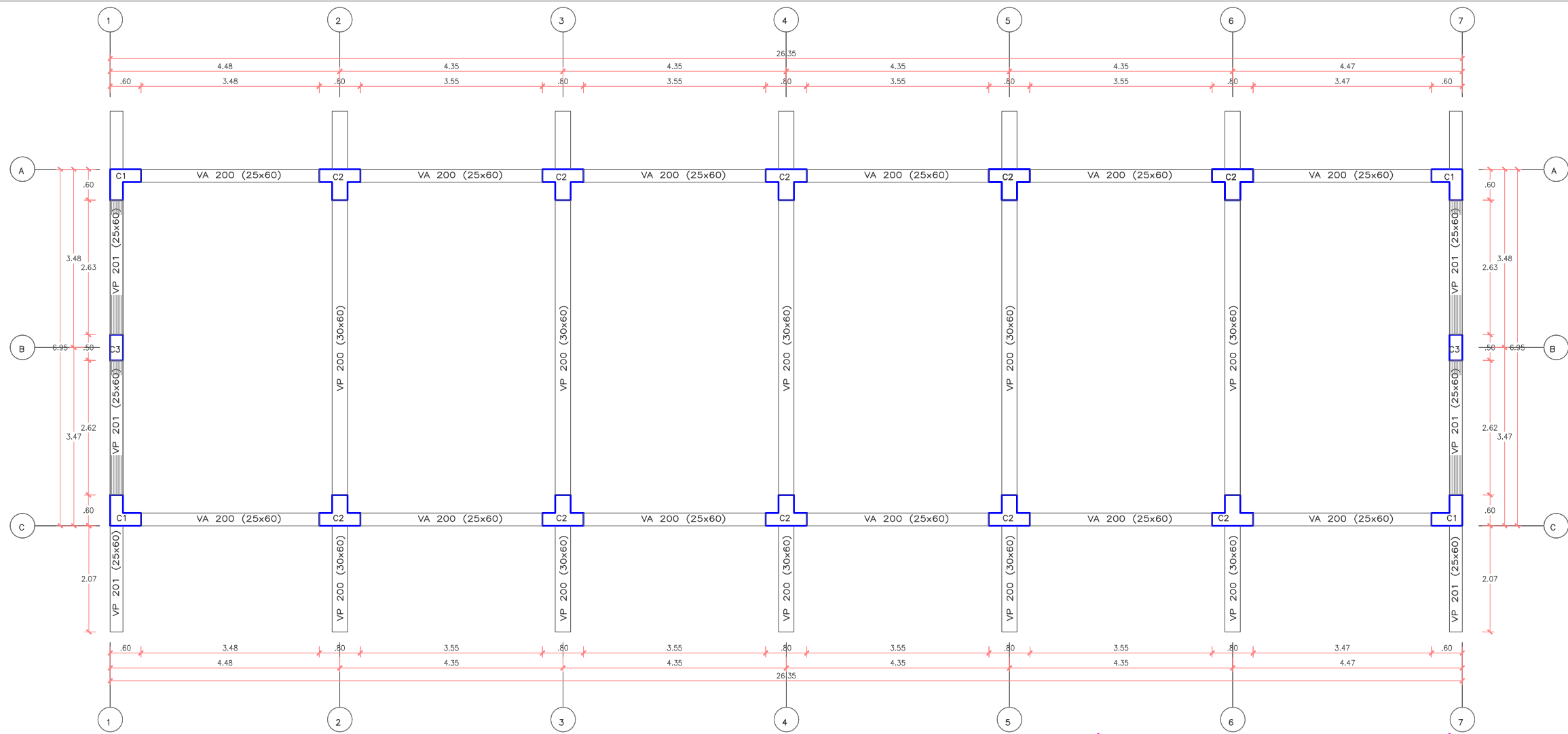
LAMINA N°:

**E - 07**

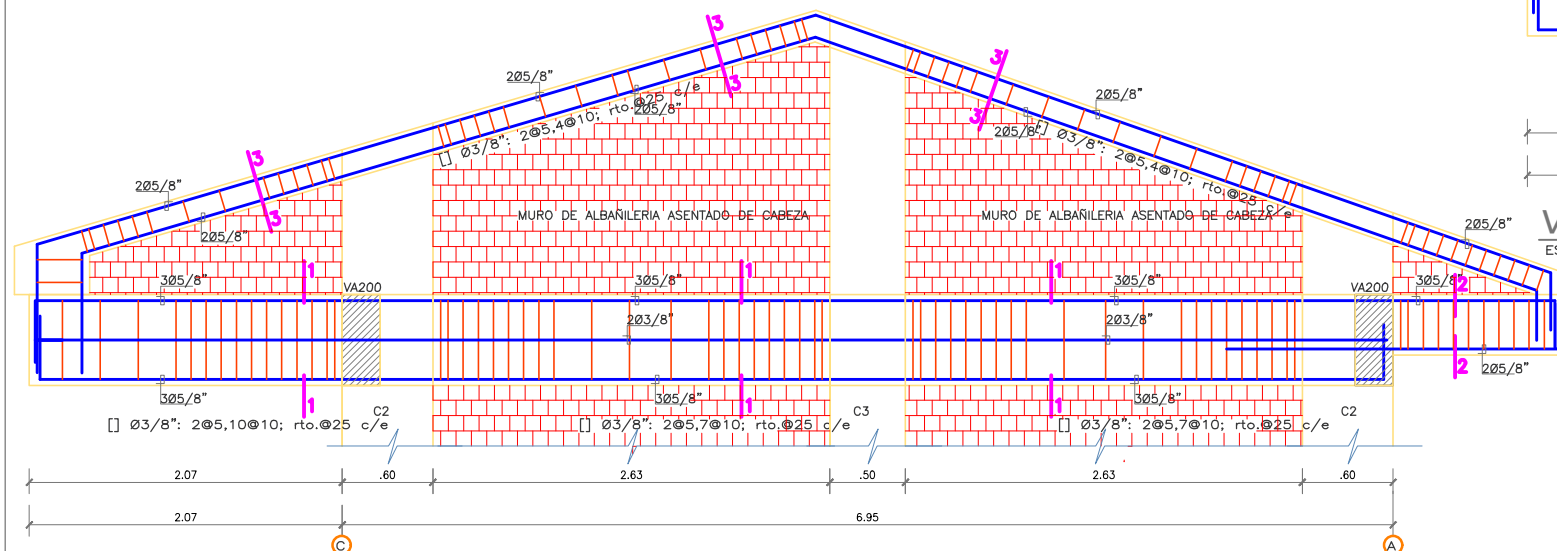
DIST: LA ENCAÑADA

PROV: CAJAMARCA

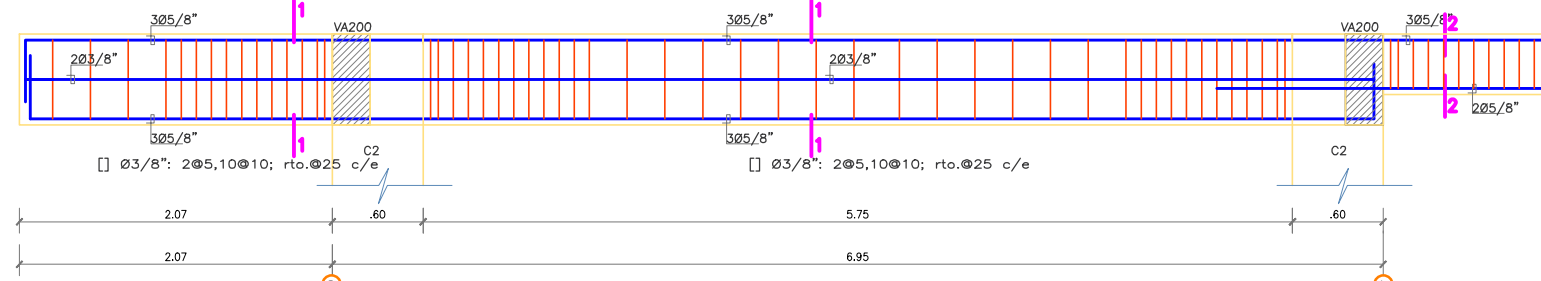
DPTO: CAJAMARCA



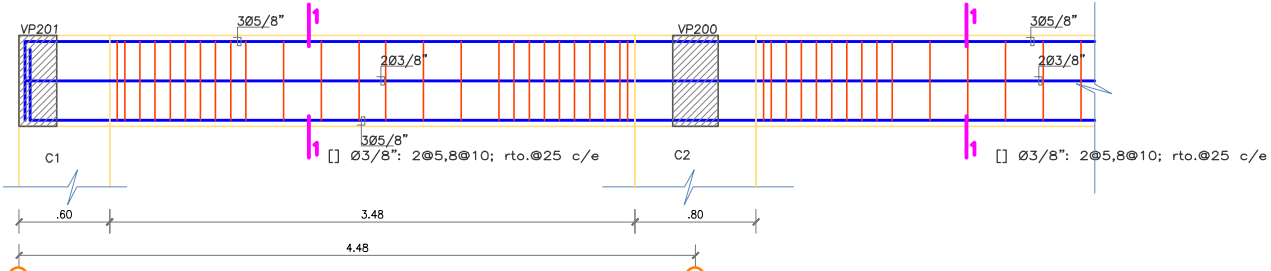
**PLANO DE VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 03**  
ESC. 1/100



**VIGA VP 201 25X60 EJE 1 - 1 y 7 - 7**  
ESC. 1/50



**VIGA VP 200 30X60 EJE 2 - 2, 3 - 3, 4 - 4, 5 - 5 y 6 - 6**  
ESC. 1/50



**VIGA VA 200 25X60 EJE A - A Y C - C ENTRE 1 Y 7**  
ESC. 1/50

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> ESCUELA DE POS GRADO		
	PLANO: ALIGERADO Y VIGAS SEGUNDO NIVEL - MODULO 03 TESIS: RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CÉSAR VALLEJO CHANTA ALTA, DISTRITO LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA-2018 MAESTRISTA: Ing. Karen Estefany Palomino Terán	LAMINA N°:
	<b>E - 08</b>	
DIST: LA ENCAÑADA	PROV: CAJAMARCA	DPTO: CAJAMARCA

## **ANEXOS**

## **ANEXO 01-ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



## INFORME GEOTÉCNICO



**SOLICITADO: KAREN  
ESTEFANY PALOMINO  
TERAN**

**REVISADO POR: ING.  
RICARDO J. OCAS BOÑÓN.**

**SUPERVISOR GENERAL  
APROBADO POR: LILIAN  
VILLANUEVA BAZÁN.**

**GERENTE GENERAL**

**CONTRATACIÓN DE SERVICIO  
DE CONSULTORÍA PARA EL  
PROYECTO:**

**“RIESGO SISMICO DE LA  
INFRAESTRUCTURA  
EDUCATIVA PUBLICA CESAR  
VALLEJO – CHANTA ALTA,  
DISTRITO DE LA ENCAÑADA,  
PROVINCIA DE CAJAMARCA -  
2018”**

KAOLYN INGENIEROS SAC

*Lilian Rocío Villanueva Bazán*  
Lilian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL

*Ricardo J. Ocas Boñón*  
Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863



**ÍNDICE**

1. GENERALIDADES.....	4
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 NORMATIVIDAD .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 ALCANCE.....</b>	<b>5</b>
<b>1.6 METODOLOGÍA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.7 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.8 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO. ....</b>	<b>7</b>
<b>1.9 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.....</b>	<b>7</b>
2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.....	8
<b>2.2 GEODINAMICA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 SISMICIDAD. ....</b>	<b>8</b>
3. EXPLORACIÓN EN CAMPO .....	10
<b>3.1 CALICATAS A CIELO ABIERTO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>10</b>
3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR.....	10
<b>3.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO .....</b>	<b>11</b>
4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN.....	12
<b>4.1. PROFUNDIDAD Y DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELOS.....</b>	<b>12</b>
4.2.1 CAPACIDAD ADMISIBLE POR RESISTENCIA.....	13
5. CONCLUSIONES .....	15
6. RECOMENDACIONES .....	17

**TABLAS**

- Tabla N° 01      Resumen de excavación de calicata.
- Tabla N° 02      Resumen de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Tabla N° 03      Dimensiones de la Cimentación
- Tabla N° 04      Cálculo de la capacidad admisible por resistencia.

**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**Lillian Rocío Villanueva**  
GERENTE GENERAL

**Ricardo J. Oca Boñón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863





**KAOLYN INGENIEROS SAC**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO.  
RESOLUCION: 018207-2015/DSD**

---

**ANEXO**

- Anexo A            Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos
- Anexo B            Perfiles estratigraficos.
- Anexo C            Panel fotografico.

  
KAOLYN INGENIEROS SAC  
Lilian Rocio Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL

  
Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto: **“RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018”**; por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A Cielo Abierto”, ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, posteriormente con labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación determinar la capacidad portante admisible, dando las recomendaciones y conclusiones para la cimentación de la infraestructura.

La empresa KAOLYN INGENIEROS S.A.C. Ha ejecutado las investigaciones geotécnicas para este proyecto desarrollando las etapas de trabajo que están indicadas en el respectivo alcance y que incluye la etapa de campo, ensayos de laboratorio, análisis de resultados y reporte de parámetros para el diseño de las cimentaciones en base a la Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones.

El presente documento detalla los resultados de las condiciones geotécnicas encontradas, el estudio de campo se realizó la fecha: 24-11-18 (calicatas N°01), en el cual se ha muestreado 01 calicata.

### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Para el desarrollo de esta investigación se planteó el siguiente objetivo:

El presente informe técnico tiene como finalidad determinar las características geotécnicas del área del proyecto (suelo, niveles freáticos, etc.) y los valores de los parámetros geotécnicos requeridos para el diseño de la cimentación de la estructura, el cual será dada a conocer al ING. KAREN ESTEFANY PALOMINO TERAN, que será utilizada para elaboración del **PROYECTO: “RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA ”**.

  
Lilian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL

  
Ricardo J. Casas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863



### 1.3 NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, y las normas ASTM para la determinación de los ensayos de Mecánica de Suelos.

### 1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDADES

El presente reporte titulado **“RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018”**; ha sido elaborado por el área de geotecnia de **“KAOLYN INGENIEROS S.A.C”**, exclusivamente para el solicitante para el proyecto en mención. Este estudio se ha realizado en plena concordancia con las buenas prácticas de Ingeniería, bajo normas y estándares aceptados a nivel nacional e internacional, con amplia base en datos previamente obtenidos de los ensayos de laboratorio e información alcanzada por el solicitante.

La información, conclusiones y recomendaciones son confiables en tanto estén sujetas a las condiciones que están comprendidas en este documento. Ningún tercero está permitido o autorizado a utilizar este informe sin la aprobación del solicitante o de KAOLYN INGENIEROS S.A.C. El uso de dicho informe por algún tercero con la información, conclusiones y recomendaciones contenidos en el presente, serán de riesgo único del mismo donde el solicitante, ni KAOLYN INGENIEROS SAC son responsables.

El informe elaborado es exclusivamente para la elaboración del proyecto **“RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018”**

### 1.5 ALCANCE

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

En forma general los alcances del Estudio de Suelos son los siguientes:

  
Lilian Rocio Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL

  
Ricardo J. Oca Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863



- ✓ Reconocimiento del área del Proyecto.
- ✓ Exploraciones de subsuelo.
- ✓ Ensayos de campo.
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Procesamiento de la información obtenida y elaboración del Informe Final.

### 1.6 METODOLOGÍA

Con la finalidad de cumplir con el objetivo, se programó las siguientes actividades:

- ✓ Ubicación de las calicatas de exploración.
- ✓ Toma de muestras (01 calicata).
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Determinación de perfiles estratigráficos.
- ✓ Cálculo de la capacidad admisible del suelo.

### 1.7 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Cajamarca es una provincia de la sierra norte del Perú, en la parte sur del departamento homónimo, bajo la administración del Gobierno Regional de Cajamarca. Limita al norte con la provincia de Hualgayoc, al este con la provincia de Celendín, la provincia de San Marcos y la provincia de Cajabamba, al sur con el Departamento de La Libertad y al oeste con la provincia de Contumazá y la provincia de San Pablo.

**PROYECTO: “RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018”**

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA.  
PROVINCIA : CAJAMARCA.  
DISTRITO : LA ENCAÑADA.

  
Lilian Rocio Vihaneva Bazán  
GERENTE GENERAL

  
Ricardo J. Oca Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863



**MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.**



**IMAGEN N°01: VISTA DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

**1.8 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.**

La principal vía de acceso al Distrito de la Encañada está constituido por un tramo de la carretera Longitudinal de la Sierra que une las principales ciudades de la sierra norte con la capital cajamarquina y atraviesa el territorio del departamento Sur – Este a Nor – Oeste. De la ciudad de Cajamarca a Bambamarca con una longitud de 40km (asfaltada), con un desvío hacia la derecha unos 24km. Al área de estudio.


A continuación, se indica la localización de la Institución educativa la cual se realizó el estudio geotécnico.


**COORDENADAS:**

ESTE	:	778448.02
NORTE	:	9240706.49
COTA	:	3300 m.s.n.m.

**1.9 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.**

Su clima varía entre templado, semiseco y moderadamente frío, soleado durante el día y frío durante la noche con una temperatura media anual 13°C (máxima media 21.6 °C y mínima media 5.6 °C).

  
 KAOLYN INGENIEROS SAC  
 Lilian Rocío Villanueva  
 GERENTE GENERAL

  
 Ricardo J. Ocas Bañón  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 129863



La época de lluvias en el área de influencia del proyecto se concentra principalmente de Diciembre a Marzo, con una precipitación que varía de 200 a 2000 mm. Prolongándose a veces hasta Abril. Mientras que de Abril a Agosto es la época seca. De septiembre a noviembre se presentan lluvias irregulares.

## **2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.**

### **2.2 GEODINAMICA**

Las características geológicas que presenta el departamento de Cajamarca se encuentran relacionadas a su origen formacional y a su tectónica. El Grupo Salas es el más antiguo, y corresponde al Paleozoico, Odovicico inferior.

El Grupo Goyllarisquizga del Cretácico inferior presenta areniscas, calizas y lutitas de las formaciones Chimú, Santa Carhuaz y Farrat, las mismas que presentan fracturas. Las formaciones Inca, Chulec, Pariatambo y Yumagual, Pullucana, Quilquiñan, y Cajamarca (cretácico medio-superior) son principalmente calizas y lutitas. Los depósitos volcánicos paleógenos y neógenos se encuentran constituidos generalmente por flujos piroclásticos y de lava. Estos corresponden al Grupo Calipuy y al Volcánico Huambos.

Asimismo, existe la presencia de depósitos cuaternarios de origen aluvial, eólico, fluvial y fluvio-glaciar. Los de origen aluvial y fluvial se presentan inconsolidados y están conformados por gravas.

### **2.3 SISMICIDAD.**

El territorio nacional se considera dividido en 04 zonas, Cajamarca está dividido en la zona 02 y la zona 03, la cual esta basad en la distribución espacial de la sismicidad observada según las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con distancia epicentral, así como en la información geotécnica. Los estudios realizados en el sitio son estudios de microzonificación, estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre los mismos y las condiciones locales del mismo. El objetivo principal es determinar los parámetros de diseño en la zona del proyecto.

El perfil de suelo encontrado corresponde a un perfil tipo S3 donde encontramos suelos blandos, Se recomienda en los mismos que las apoyos de la estructura deberían ser diseñados con estudio propio de la cimentación (un estudio por estructura), teniendo en cuenta un el factor de seguridad de acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) aprobada mediante Decreto Supremo 011-2006 -VIVIENDA, modificada con decreto superemo N° 003-2016-VIVIENDA.

KAOLYN INGENIEROS SAC.

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*

*[Firma]*



Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 2), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De nivel VIII en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E-030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la relación:

$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

Dónde:

- Factor de zona (Zona 2) : Z = 0.25
- Factor de suelo.- (S3 Suelos Intermedios) : S = 1.40
- Período s : Tp = 1.0

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser antisísmicos.



**MAPA DE ZONIFICACION.**

Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

KAOLYN INGENIEROS SAC.  
Lillian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL



### 3. EXPLORACIÓN EN CAMPO

Con la finalidad de caracterizar el terreno de fundación de la zona de estudio se realizó un programa de exploraciones de campo, las cuales citamos a continuación:

- Excavación manual a cielo abierto denominadas calicatas con obtención de muestras de los diferentes tipos de suelo, basados en la Norma ASTM D420
- Inspección e Identificación visual y manual de suelos, según lo estipulado en la Norma ASTM D248.

#### 3.1 CALICATAS A CIELO ABIERTO

La exploración de campo consistió en la excavación de 01 calicata ubicadas pertinentemente en el área de la estructura proyectada. Procediendo a definir el perfil estratigráfico de la zona mediante la identificación visual y manual de suelos, a lo largo de la excavación se tomó muestras representativas, las cuales fueron identificadas convenientemente y trasladadas al laboratorio de la empresa Kaolyn Ingenieros S.A.C.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las calicatas ejecutadas:

CALICATA	PROFUNDIDAD	ESTRATOS	N° DE MUESTRAS ALTERADAS	NIVEL FREATICO
CALICATA N° 01	0.00 m-0.50 m	E1	1	NO PRESENTA
	0.50 m – 3.00 m	E2	1	

Tabla N°01 RESUMEN DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Observaciones:

- En la calicata N° 01, no se encontró napa freática.

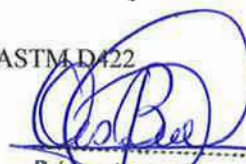
#### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO


##### 3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

De las muestras extraídas se han realizado ensayos estándar para clasificación de suelos y la determinación de las propiedades tanto físicas como mecánicas del suelo de fundación.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas ASTM (American Society For Testing and Materials). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422
- ✓ Contenido de humedad ASTM D2216
- ✓ Densidad Natural ASTM D2937
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D2487

  
Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC.  
Lilian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL





✓ Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos: ASTM D4318

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (S.U.C.S), bajo la Norma A.S.T.M.D. 2487

Tabla N°2: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA N° 01		
FECHA DE MUESTREO		24/11/2018
CODIGO DE MUESTRA		KISAC-LMS-556-2018
CONTENIDO DE		20.7
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO	OVER	0%
	GRAVAS	0.00%
	ARENAS	29.20%
	FINOS	70.80%
CLASIFICACION SUCS		CH
LIMITES DE ATTERBERG	LL	57.5
	LP	12.2
	IP	45

### 3.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se han definido los siguientes perfiles estratigráficos en la zona del Proyecto:

Según la prospección efectuada en la calicata se realizó a 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por un estrato distribuidos según especifica los perfiles estratigráficos (VER ANEXO).

#### Calicata 01

El estudio de campo se realizó el 24 de noviembre del 2018, se encuentra ubicada 9240706.49 Norte y 778448.02 Este. Según la prospección efectuada en la calicata de 3.00 m de profundidad y el análisis de las muestras extraídas, el suelo de fundación está constituido por dos estratos distribuidos de la siguiente forma:

Estrato I: De Acuerdo al análisis granulométrico el material predominante es materia orgánica, con un espesor de 0.50 mts.

Estrato III: De acuerdo al análisis granulométrico el material predominante es Arcilla inorgánica de alta plasticidad. El color que presenta es gris verdoso. Acorde con la Clasificación SUCS corresponde (CH) presenta un 0.00% de grava, 29.2% de arena y 70.8% de finos, con un espesor de 2.50 mts.

KAOLYN INGENIEROS SAC.

Liliana Rocío Viana Rivera Bozán  
GERENTE GENERAL



#### 4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

##### 4.1. PROFUNDIDAD Y DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES

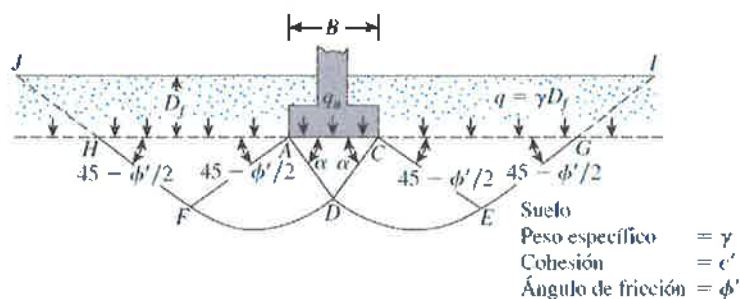
Tomando en cuenta los resultados de los análisis de suelos, se proyecta la cimentación mínima con las siguientes dimensiones:

Descripcion	CALICATA N° 01
Fecha de muestreo	24/11/2018
Codigo de muestra	KISAC-LMS-556-2018
Prof. Minima	1.50 m
Ancho de Zapata minima	1.00 m
Tipo de Suelo	CH
Angulo de friccion interna	21
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.03
Capacidad de carga de diseño.	0.69

##### 4.2. CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELOS

Se realizará los cálculos de la capacidad admisible del terreno para una cimentación superficial.

##### TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación ultima de carga es la siguiente

$$q_u = c' N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (\text{cimentación continua o corrida})$$

$$q_u = 1.3c' N_c + q N_q + 0.4\gamma B N_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

*Lilian Rocio Villanueva Rázán*  
**KAOLYN INGENIEROS SAC.**  
**Lilian Rocio Villanueva Rázán**  
**GERENTE GENERAL**

*Ricardo J. Ocas Boñón*  
**Ricardo J. Ocas Boñón**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 129863**



#### 4.2.1 CAPACIDAD ADMISIBLE POR RESISTENCIA

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973).

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q \gamma D_f N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

$q_u$  = Capacidad última de carga

$q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga

FS = Factor de Seguridad = 3

$\gamma$  = Peso Unitario del Suelo

B = Ancho de cimentación

L = Longitud de Cimentación

C = Cohesión

Df = Profundidad de cimentación

$N_c, N_\gamma, N_q$  = Parámetros de capacidad portante en función de  $\phi$

$S_c, S_\gamma, S_q$  = Factores de forma

$\phi$  = Angulo de fricción

Considerando los datos obtenidos tenemos lo siguiente:

  
Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC.  
Lilian Rocío Villadueña Bazán  
GERENTE GENERAL



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.**  
**ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO.**  
**RESOLUCION: 018207-2015/DSD**

---

<b>Descripcion</b>	<b>CALICATA N° 01</b>
<b>Fecha de muestreo</b>	<b>24/11/2018</b>
<b>Codigo de muestra</b>	<b>KISAC-LMS-556-2018</b>
<b>Prof. Minima</b>	<b>1.50 m</b>
<b>Ancho de Zapata minima</b>	<b>1.00 m</b>
<b>Tipo de Suelo</b>	<b>CH</b>
<b>Angulo de friccion interna</b>	<b>21</b>
<b>Cohesion (Kg/cm2)</b>	<b>0.03</b>
<b>Capacidad de carga de diseño.</b>	<b>0.69</b>

Factores de seguridad: Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

  
Ricardo J. Oscar Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC  
Lillian Rocío Villanueva Barón  
GERENTE GENERAL



## 5. CONCLUSIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe establecemos las siguientes conclusiones:

- La zona de estudio se encuentra en el Distrito de Encañada, Provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca.
- La profundidad mínima de cimentación es de 1.50 metros del nivel de piso terminado.
- Se determinó la capacidad portante de cada estrato que presentó las calicatas en estudio, arrojando valores de: **“RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO – CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018”**
- La capacidad Portante de diseño es: 0.69, la cual debe ser usada para el diseño de las estructuras.
- En la excavación de las calicata N° 01 no se encontró nivel freático.
- Se estableció los perfiles estratigráficos de la calicata.
- Resumen de clasificación de las muestras ensayadas son:

CALICATA N° 01		
FECHA DE MUESTREO		24/11/2018
CODIGO DE MUESTRA		KISAC-LMS-556-2018
CONTENIDO DE		20.7
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO	OVER	0%
	GRAVAS	0.00%
	ARENAS	29.20%
	FINOS	70.80%
CLASIFICACION SUCS		CH
LIMITES DE ATTERBERG	LL	57.5
	LP	12.2
	IP	45

- Las dimensiones mínimas para la cimentación son:

Descripción	CALICATA N° 01
Fecha de muestreo	24/11/2018
Código de muestra	KISAC-LMS-556-2018
Prof. Mínima	1.50 m
Ancho de Zapata mínima	1.00 m
Tipo de Suelo	CH
Angulo de fricción interna	21
Cohesion (Kg/cm2)	0.03
Capacidad de carga de diseño.	0.69

KAOLYN INGENIEROS SAC  
  
Lilian Rocio Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL

Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

- Los resúmenes de profundidades mínimas son:



**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO.  
RESOLUCION: 018207-2015/DSD

---

CALICATA	PROFUNDIDAD	ESTRATOS	N° DE MUESTRAS ALTERADAS	NIVEL FREATICO
CALICATA	0.00 m-0.50 m	E1	1	NO PRESENTA
N° 01	0.50 m – 3.00 m	E2	1	

  
Ricardo Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC.  
Lilian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL



## 6. RECOMENDACIONES

- La cimentación no deberá realizarse sobre suelos blandos o en presencia de materiales deletreos o rellenos sanitarios.
- “Pre Humectación” del Suelo: la teoría de “prehumectar” el suelo antes de la construcción está basada en el hecho de que si al suelo se le permite que se expanda antes de la construcción y si luego la humedad del suelo es mantenida, no es de esperar cambios volumétricos y por lo tanto no es esperable daños sobre la estructura.
- En caso de encontrar suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.
- Se recomienda los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:
  - a. Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
  - b. Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Elegir el tipo de cimentación más adecuada y los métodos constructivos
- Fijar el nivel de apoyo de los cimientos o las condiciones para establecerlos con precisión durante el transcurso de las obras.
- Se recomienda la eliminación del material orgánico en su totalidad y debe ser reemplazado por afirmado o material de relleno.
- No se recomienda usar terrenos arcillosos como rellenos de material propio.
- El ingeniero estructurista estará a cargo de determinar las dimensiones de la cimentación, acorde a la capacidad portante del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la norma E-060.
- Tener en cuenta el nivel de desplante, este, será calculado a nivel de piso terminado.

  
Ricardo J. Das Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC  
Lilian Rocío Villanueva Bazán  
GERENTE GENERAL



**KAOLYN INGENIEROS SAC**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.

RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

---

**ANEXO A:**  
**ENSAYOS DE LABORATORIO**  
**DE MECÁNICA DE SUELOS**

  
Ricardo J. Ocas Boñón  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 129863

  
KAOLYN INGENIEROS SAC  
Lilian Rocío Villanueva Bozán  
GERENTE GENERAL



**KAOLYN INGENIEROS S.A.C**

Jr. PROCERES N° 126 - CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 070909450 CLARO: 984336450

<b>Título:</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216</b>	<b>Código de control Nro.</b> F2-10-OC
<b>Nro de revisión:</b>	2	<b>Formato-Fecha de revisión de formato:</b> 1-Aug-14
		<b>Página</b> 1 de 1

<b>Obra:</b>	PROYECTO: " RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018"	<b>Fecha muestreo:</b> 24-Nov-18	<b>Capa:</b>
<b>Descripción:</b>	CALCATA N° 01		<b>Curva No.</b>
<b>Muestreado por:</b>	KAOLYN INGENIEROS SAC		
<b>Solicitado por:</b>	KAREN ESTEFANY PALOMINO TERAN		

<b>Condiciones de Secado:</b> 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		<b>Método:</b> Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (M)	
<b>Muestra No.</b>	KISAC-LMS-556-2018		
<b>Ubicación</b>	E =	N =	C =
<b>Profundidad</b>			
<b>Muestra o ensayo</b>	1	2	3
<b>RECIPIENTE No</b>	T-14	T-15	
<b>Pr + Ph</b> A	679.9	639.6	
<b>Pr + Ps</b> B	569.3	535.5	
<b>Pr</b> C	34.0	35.0	
<b>P. AGUA</b> D = A - B	110.6	104.1	
<b>Ps</b> E = B - C	535.3	500.5	
<b>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</b>	20.7	20.8	<b>Promedio = 20.7</b>
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	CH		
<b>OBSERVACIONES</b> CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA.			
PROF. 3.00 mtrs			
MUESTREADO IN SITU			

<b>Muestra No.</b>	KISAC-LMS-556-2018		
<b>Ubicación</b>	E = 0.00	N = 0.00	C = 0.00
<b>Profundidad</b>			
<b>Muestra o ensayo</b>	5	6	7
<b>RECIPIENTE No</b>			
<b>Pr + Ph</b> A			
<b>Pr + Ps</b> B			
<b>Pr</b> C			
<b>P. AGUA</b> D = A - B			
<b>Ps</b> E = B - C			
<b>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</b>			

<b>OBSERVACIONES</b>	 <b>Lilian Roso Villanueva Batán</b> GERENTE GENERAL
<b>PR= PESO DEL RECIPIENTE</b>	
<b>PH= PESO HUMEDO</b>	
<b>PS= PESO SECO</b>	

<b>EJECUTÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	<b>RESULTADO</b>
..... <b>David Alexander Rojas Muñoz</b> I.C. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO JEFE DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA	 <b>Ricardo J. Ocas Boñón</b> INGENIERO CIVIL C.I.F. 129803 ING° RESPONSABLE KAOLYN S.A.C NOMBRE Y FIRMA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	



**KAOLYN INGENIEROS S.A.C**

Jr. PROCERES N° 126- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970909450 CLARO: 984336450

**Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D 422 / C136**

Código de control Nro.  
F3C-10-0C

Nro de revisión: 3

Formato-Fecha de revisión de  
formato: 01-ago-14

Página 1 de 1

Obra **PROYECTO: "RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA  
PUBLICA CESAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA,  
PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018"**

Fecha muestreo: 24-Nov-18

Muestra No. KISAC-LMS-556-2018

Localización X = - Y = -

Cota m.s.n.m. ---

Capa -

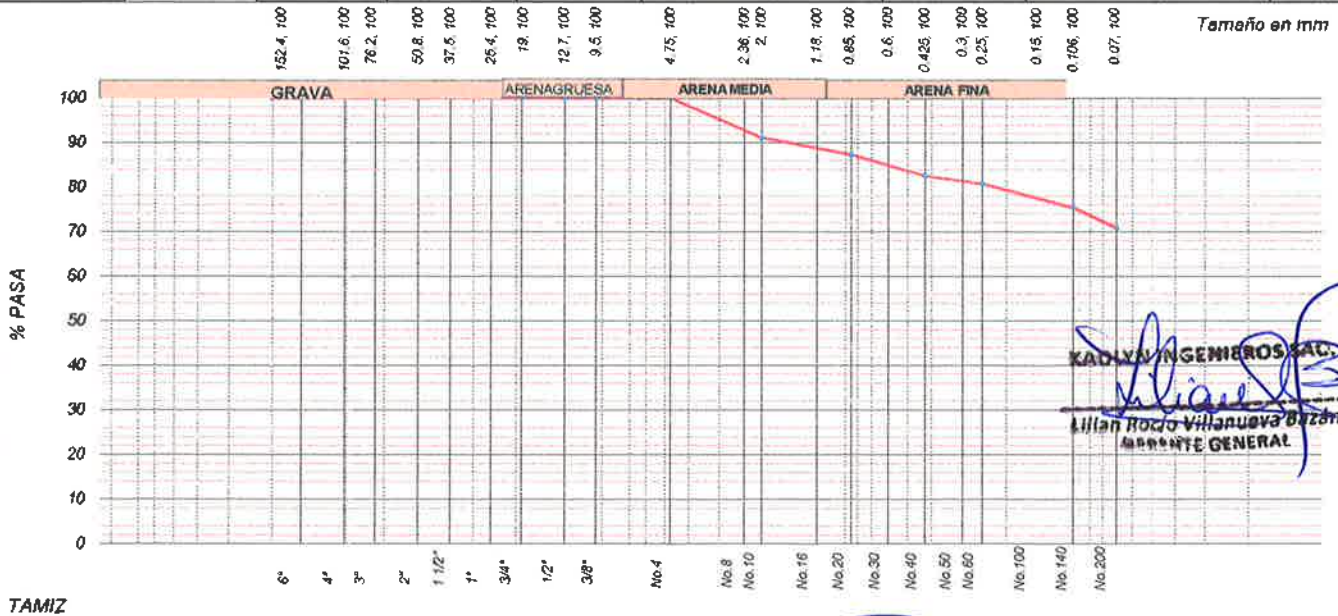
Descripción: CALICATA N° 01

Curva No. -

Muestreado por: EL SOLICITANTE

Solicitado por: KAREN ESTEFANY PALOMINO TERAN

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especific. Nivel I	Descripción
8"	0.0	0.0	100.0	100	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)]*(-No.4)*(-2%)
6"	0.0	0.0	100.0		Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*(-2)*(-No.4)*(-2%)
4"	0.0	0.0	100.0		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
3"	0.0	0.0	100.0		Secado a 110°C sin lavar.
2"	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	0.0	0.0	100.0		
1"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo Húmedo que pasa (g)
3/4"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco que pesa (g)
1/2"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco retenido (g)
3/8"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco total (g)
1/4"	0.0	0.0	100.0		
No. 4	0.0	0.0	100.0		OVER= 0.0 %
No. 8					GRAVA= 0 %
No. 10	38.5	8.9	91.1		ARENA= 29.2 %
No. 16					FINOS= 70.8 %
No. 20	54.9	12.7	87.3		CLASIFICACIÓN SUCS: CH
No. 30					CLASIFICACIÓN AASHTO: A-7-6
No. 40	75.4	17.4	82.6		COLOR: MARRON CLARO
No. 50					DESCRIPCIÓN: Arcilla de alta plasticidad con arena
No. 60	83.3	19.2	80.8		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4
No. 100					% de suelo seco que pesa la malla No. 200
No. 140	106.5	24.6	75.4		No Tara T-15
No. 200	126.6	29.2	70.8		Peso Húmedo + Tara 545.0
Plástico	116.5				Peso Seco + Tara 469.0
					Peso Seco Lavado + Tara 162.6
					Peso de Tara 36.0
					Peso del Agua 76.0
					Suelo Seco (-No. 200) g 306.4
					Peso Seco 433.0
					Suelo Seco (+No. 200) g 126.6
					Cont. de humedad % 17.6
					Suelo Seco (-No. 200) % 70.8



**KAOLYN INGENIEROS S.A.C.**  
*Lilian Rocio Villanueva Buzan*  
INGENIERA GENERAL

OBSERVACIONES MUESTRA INTEGRAL AL 100% PARA EL ENSAYO.

**EJECUTÓ**  
  
**David Alexander Rojas Muñoz**  
R.C. INGENIERO DE SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO  
JEFE DE LABORATORIO  
NOMBRE Y FIRMA

**APROBO**  
*Ricardo J. Ocas Boñón*  
INGENIERO CIVIL  
C.O. 129803  
**ING° RESPONSABLE KAOLYN S.A.C**  
NOMBRE Y FIRMA

**RESULTADO**  
 CUMPLE  
 NO CUMPLE  
 NO APLICA

FECHA

FECHA



**KAOLYN INGENIEROS S.A.C**

Jr. PROCERES N° 126- CAJAMARCA

Teléfonos: MOV. 970906460 CLARO: 884338460

<b>Título:</b> LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	<b>Código de control Nro.</b> F1-10-OC
<b>Nro de revisión:</b> 1	<b>Formato-Fecha de revisión de formato:</b> 1-Aug-14
<b>Página</b> 1 <b>de</b> 1	

**Obra:** PROYECTO: " RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018" **Fecha muestreo:** 24-Nov-18

**Localización:** E = \_\_\_\_\_ N = \_\_\_\_\_ **Cota m.s.n.m.** \_\_\_\_\_ **Capa (m)** \_\_\_\_\_

**Descripción:** CALICATA N° 01 **Curva No.** \_\_\_\_\_

**Muestra No.:** KISAC-LMS-559-2018

**Solicitado por:** KAREN ESTEFANY PALOMINO TERAN

**Muestreado por:** KAOLYN INGENIEROS SAC

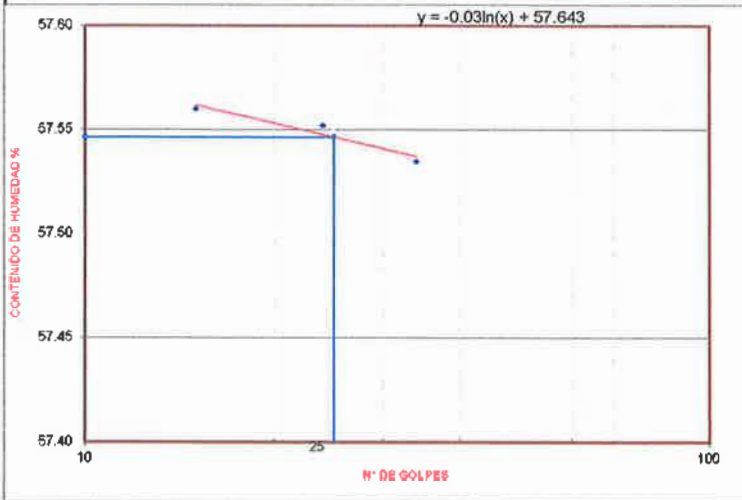
**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Muestra o ensayo	1	2	3	4
No DE GOLPES	15	24	34	
RECIPIENTE No	T-04	T-05	T-06	
Pr + Ph	72.45	70.48	69.47	
Pr + Ps	60.23	59.35	55.42	
P. AGUA	12.22	11.13	14.05	
Pr	39.00	40.00	31.00	
Ps	21.23	19.35	24.42	
% DE HUMEDAD	57.56	57.55	57.53	

**LÍMITE PLÁSTICO**

RECIPIENTE No	T-12	T-15		
Pr + Ph	68.45	65.97		
Pr + Ps	65.35	62.33		
P. AGUA	3.10	3.34		
Pr	40.00	35.00		
Ps	26.35	27.33	Promedio= 12.2	
% DE HUMEDAD	12.23	12.22		



HUMEDAD NATURAL %:	20.7
LÍMITE LÍQUIDO %:	57.5
LÍMITE PLÁSTICO %:	12.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %:	45

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

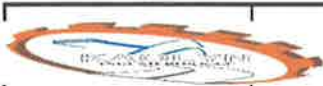
**KAOLYN INGENIEROS S.A.S.**  
*Liliana Rocío Villanueva Bazán*  
 GERENTE GENERAL

**OBSERVACIONES:** 0

MUESTREADO IN SITU

PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA	
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	DESTILADA	OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	POTABLE	

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
<p>David Alexander Rojas Muñoz</p> <p>TECNICISTA DE LABORATORIO</p> <p>JEFE DE LABORATORIO</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>	<p>Ricardo A. Ocas Boñón</p> <p>INGENIERO CIVIL</p> <p>CIP 129863</p> <p>ING° RESPONSABLE KAOLYN S.A.C</p> <p>NOMBRE Y FIRMA</p>	<p><input type="radio"/> CUMPLE</p> <p><input type="radio"/> NO CUMPLE</p> <p><input type="radio"/> NO APLICA</p>
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	

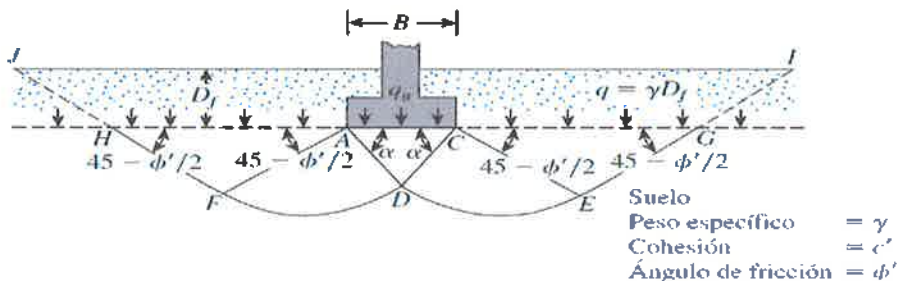


**KAOLYN INGENIEROS S.A.C**  
**Jr. PRÓCERES N° 126- CAJAMARCA**  
**Teléfonos: MOV. 970909450 CLARO: 984336450**

<b>Título:</b>	<b>CAPACIDAD PORTANTE ASTM D 422 / C136</b>	<b>Código de control Nro. F3C-10-OC</b>
<b>Nro de revisión:</b>	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página</b>
3	01-ago-14	1 de 1

<b>Obra :</b>	<b>PROYECTO: " RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -2018"</b>		
<b>Localización E =</b>	-	<b>N =</b>	-
<b>Descripción:</b>	CALICATA N° 01		
<b>Solicitado por:</b>	KAREN ESTEFANY PALOMINO TERAN		<b>Muestreado por:</b> SOLICITANTE

**TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI**



La ecuación última de carga es la siguiente

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación continua o corrida})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

<b>Datos:</b>			
Ángulo de fricción interna (°)	=	21.0	$N_c, N_q, N_\gamma$ : Factores de capacidad
Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	=	0.03	$N_c = 15.88$
Porcentaje de humedad (%)	=	20.7	$N_q = 7.13$
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.980	$N_\gamma = 4.28$
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	=	1.640	

**Lilian Rocío Villanueva Bozán**  
**GERENTE GENERAL**

**\* PARA CIMENTACION CUADRADA**

Ancho =	1.00 m
Prof. =	1.50 m
$F_s$ =	3.0
$q_h$ =	20.77 tn/m <sup>2</sup>
$q_{adm}$ =	6.92 tn/m <sup>2</sup>
$q_{adm}$ =	0.69 Kg/cm <sup>2</sup>

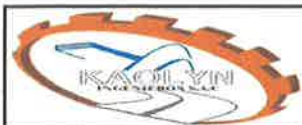
**\* PARA CIMENTACION CORRIDA**

Ancho =	1.00 m
Prof. =	1.50 m
$F_s$ =	3.0
$q_h$ =	21.38 tn/m <sup>2</sup>
$q_{adm}$ =	7.13 tn/m <sup>2</sup>
$q_{adm}$ =	0.71 Kg/cm <sup>2</sup>

<b>EJECUTO</b>	<b>APROBÓ</b>	<b>RESULTADO</b>
 <b>David Alexander Rojas Muñoz</b> <small>Ingeniero en Geotecnia y Asfalto</small>	 <b>Ricardo J. Ocas Boñón</b> <small>Ingeniero Civil</small> <small>C.P. 129863</small>	<input checked="" type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
<b>NOMBRE Y FIRMA</b>	<b>NOMBRE Y FIRMA</b>	
<b>FECHA</b>	<b>FECHA</b>	



## ANEXO B: ESTRATIGRAFÍA



CALICATA N° 01

**DESCRIPCIÓN DE CALICATA**

**ANEXO B  
PERFIL ESTRATIGRAFICO**



Nombre del Proyecto :  
 PROYECTO : \* "RIESGO SISMICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PUBLICA CESAR VALLEJO - CHANTA ALTA, DISTRITO DE LA ENCAÑADA, PROVINCIA DE CAJAMARCA - 2018"

Fecha : 24-nov-18

DISTRITO LA ENCAÑADA Y PROVINCIA DE CAJAMARCA- REGION CAJAMARCA

ESTE: - NORTE: -

INGENIERO: Ing. Lilian Villanueva

EQUIPO: ---

OPERADOR: ---

NIVEL FREÁTICO: NO

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Se observó que la superficie esta compuesto por un material orgánico.

PROF. RAÍCES: --

Estimación Visual

PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMANO <sup>1</sup>	% GRAVA <sup>2</sup>	% ARENA <sup>2</sup>	% FINOS <sup>2</sup>	COLOR	CONSISTENCIA <sup>3</sup> O CEMENTACIÓN <sup>4</sup>	PLASTICIDAD (pp, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS <sup>5</sup>
0.0		MATERIAL ORGANICO								
1.0		Arcilla arenosa de alta plasticidad (CH). en un 0.0% grava, arena 29.2%, finos 70.8 %,no presenta boloneria, material de color gris verdoso.	0.0 %	0 %	29.2 %	70.8 %	gris verdoso	-	media	-
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										

*Ricardo Javier Ocas Bofión*  
 Ricardo Javier Ocas Bofión  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 CIP: 129863

*Lilian Rocío Villanueva Bazán*  
 KAO LYN INGENIEROS SAC.  
 Lilian Rocío Villanueva Bazán  
 GERENTE GENERAL

Notas:

<sup>1</sup> Porcentaje > 3 pulgadas.

<sup>2</sup> Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

<sup>3</sup> Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

<sup>4</sup> Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

<sup>5</sup> Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

<sup>6</sup> Estratificado, laminado, fisurado, fejado (*aflichsidad*), en bloques, lenticular, homogéneo.



## **ANEXO C:**

# **PANEL FOTOGRAFICO**



FOTOGRAFIA N° 01: SE OBSERVA LA CALICATA N° 01



FOTOGRAFIA N° 02: SE OBSERVA LA CALICATA N° 01, DONDE SE ESTA REALIZANDO LA MEDICION.

**KAOLYN INGENIEROS SAC**  
*Lilian Rocío Villanueva Borán*  
Lilian Rocío Villanueva Borán  
GERENTE GENERAL

*Ricardo Javier OcasBoñón*  
Ricardo Javier OcasBoñón  
INGENIERO SUPERVISOR  
CIP 129863





PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00089931

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 018207-2015/DSD - INDECOPI de fecha 18 de Setiembre de 2015, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación KAOLYN INGENIEROS S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto.

Distingue : Calibración, control de calidad, ensayo de materiales, estudio de proyectos técnicos, servicio de mecánica de suelos y concreto (laboratorio científico), levantamiento topográficos, materiales (ensayos de abrasin, permeabilidad, concreto), prueba de materiales, topografías (levantamientos rurales y urbanos)

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0623441-2015.

Titular : KAOLIN INGENIEROS S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 18 de Setiembre de 2025

Tomo : 450

Folio : 131

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI



## **ANEXO 02-CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 016-LD-2018**

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2018-08-13  
EXPEDIENTE : 18003

**1. SOLICITANTE** : KAOLYN INGENIEROS S.A.C.

**DIRECCIÓN** : JR. LOS PROCERES NRO. 127 INT. F4 BARRIO LA FLORIDA CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

**2. EQUIPO** : ESCLEROMETRO

**MARCA** : KAIZACORP

**MODELO** : ZC3-A

**SERIE** : 180315

**PROCEDENCIA** : CHINA

**ALCANCE DE INDICACIÓN** : 10 a 100

**DIVISIÓN** : 1

**3. LUGAR DE CALIBRACION**

Laboratorio de Calibracion KAIZACORP S.A.C

**4 MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibracion se realizo por comparacion directa tomando como referencia el procedimiento descrito en la norma ASTM C-805

**5 TRAZABILIDAD**

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, ensayados en el laboratorio de la Pontificia Universidad Catolica con un informe MAT-OCT-1136/2017

**6 RESULTADO DE MEDICION**

T.Promedio: 19.3 °C

Humedad Relativa 68 HR%

Tolerancia según ASTM C-805	Lectura promedio del Equipo	Error	Incertidumbre de Medicion
80 ± 2	79.5	-0.5	0.4

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

12/08/2018



Servicio Metroológico  
Roberto Quinto C.

## **ANEXO 03-PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS**

## PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

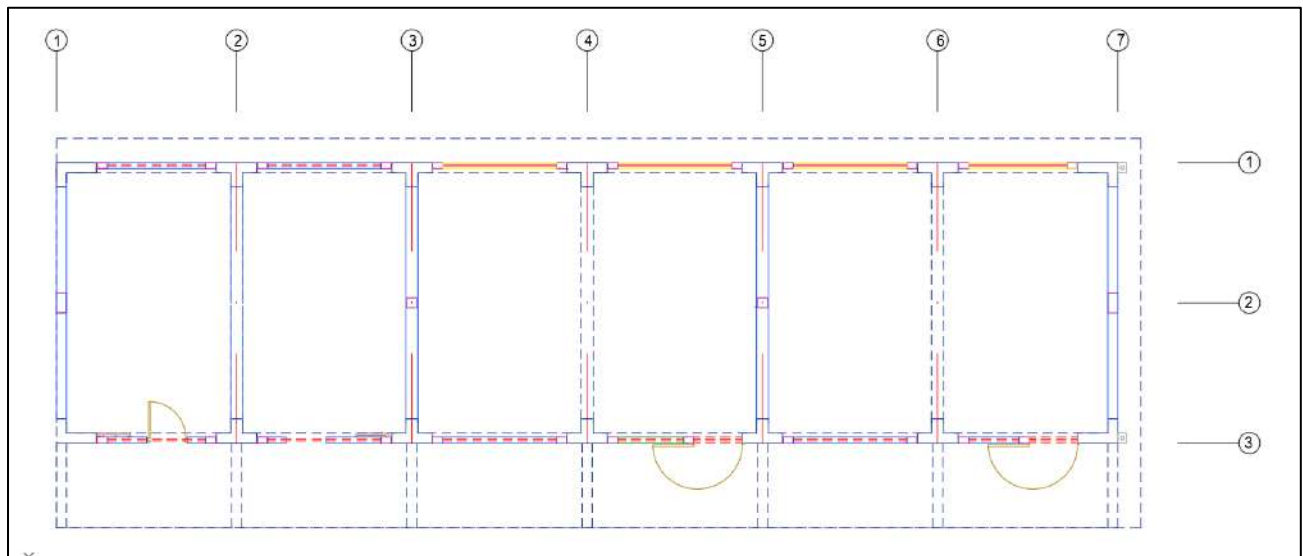
### 1. CONSIDERACIONES INICIALES

En el presente se ha establecido el módulo 01, de la Institución Educativa Pública Cesar Vallejo, como modelo para el procedimiento de la obtención de datos, el cual consta de tres niveles con una cobertura liviana (Tijerales de madera con cobertura de teja andina).

Se trata de una construcción cuyo material predominante es concreto, con una resistencia a la compresión de 250 kg/cm<sup>2</sup> según el ensayo de esclerometría. Según los planos el primer nivel tiene una altura de 3.65 mts y los demás niveles de 3.5 mts de altura, en ambos casos se considera de piso a piso.

La estructura está basada en columnas en T, en L y muros estructurales que constituyen el sistema principal resistente a fuerzas laterales. La configuración estructural en el programa ETABS se encuentra según lo establecido en los planos.

**Ilustración 1:** Configuración estructural de la edificación.



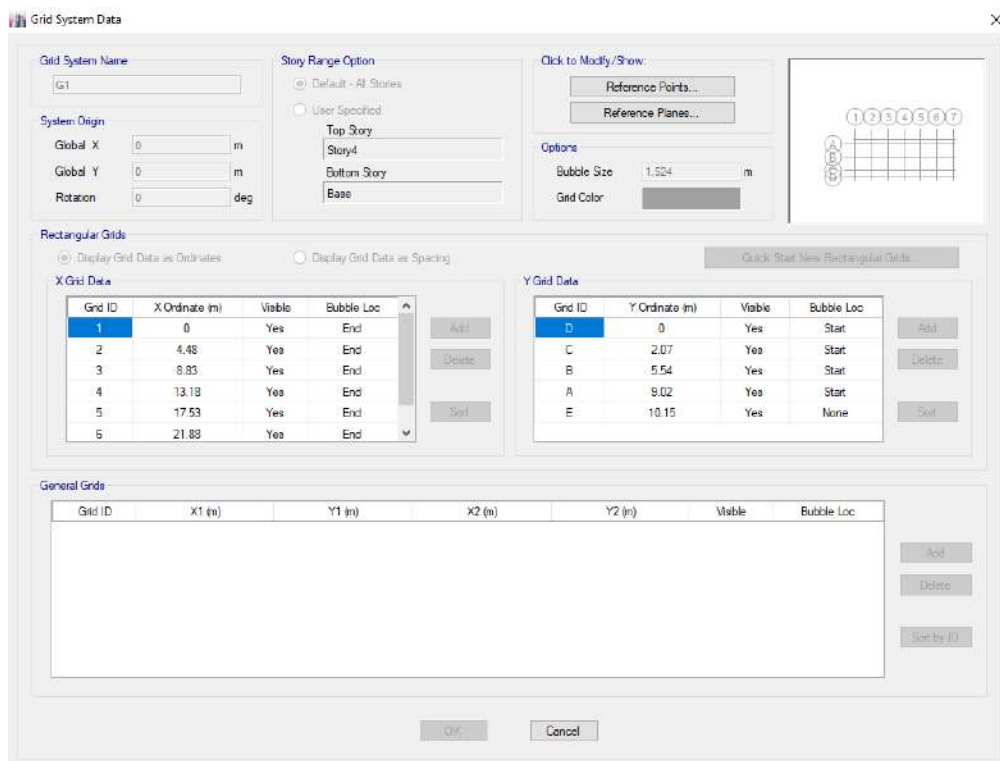
**Tabla 01:** Parámetros para el modelamiento.

ítem	Parámetro	Valor	Descripción
Factor zona	Z	0.25	Para el distrito de la encañada, provincia de Cajamarca.
Factor de uso	U	1.5	Para la categoría A2 (edificaciones esenciales).
Factor de suelo	S	1.4	Para suelos del tipo flexible (Tipo $S_3$ )

Factor de ampliación sísmica	C	$2.5\left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de ampliación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro	$T_P$	1	Depende del factor S.
Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	RX	8	Porticos especiales resistentes a momentos
	RY	3	Albañilería confinada
Aceleración espectral	$S_a$	$\frac{ZUCS}{R}g$	Define el espectro de pseudo-aceleración

## 2. UBICACIÓN DE EJES

**Ilustración 2:** Configuración de los ejes de la edificación.



### 3. DEFINIMOS MATERIALES

**Ilustración 3:** Definición de las propiedades del material Concreto.

The image shows two screenshots of software dialog boxes for defining concrete material properties.

The first screenshot, titled "Material Property Data", is a main dialog box with several sections:

- General Data:** Material Name: CONCRETO FC 250; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: (dark grey swatch) Change...; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Weight per Unit Volume: 2.4028 tonf/m<sup>3</sup>; Mass per Unit Volume: 0.245014 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 2371708.25 tonf/m<sup>2</sup>; Poisson's Ratio, U: 0.15; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000055 1/F; Shear Modulus, G: 1031177.5 tonf/m<sup>2</sup>.
- Design Property Data:** Button: Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Buttons: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

The second screenshot, titled "Material Property Design Data", is a sub-dialog box:

- Material Name and Type:** Material Name: CONCRETO FC 250; Material Type: Concrete, Isotropic.
- Design Properties for Concrete Materials:** Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 2500 tonf/m<sup>2</sup>; Lightweight Concrete: ; Shear Strength Reduction Factor: (empty field).

Both dialog boxes have "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

**Ilustración 4:** Definición de las propiedades de acero.

The image shows a screenshot of the "Material Property Data" dialog box for steel material.

The dialog box has the following sections:

- General Data:** Material Name: FY 4200; Material Type: Rebar; Directional Symmetry Type: Uniaxial; Material Display Color: (blue swatch) Change...; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Weight per Unit Volume: 7.849 tonf/m<sup>3</sup>; Mass per Unit Volume: 0.80038 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 20389019.16 tonf/m<sup>2</sup>; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000065 1/F.
- Design Property Data:** Button: Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Buttons: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

The dialog box has "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

**Ilustración 5:** Definición de las propiedades de albañilería.

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
  - Material Name: Albañilería
  - Material Type: Masonry
  - Directional Symmetry Type: Isotropic
  - Material Display Color: [Color swatch] Change...
  - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density:  (Specify Mass Density: )
  - Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf·m/m<sup>3</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E: 325000 tonf/m<sup>2</sup>
  - Poisson's Ratio,  $\nu$ : 0.25
  - Coefficient of Thermal Expansion,  $\alpha$ : 0.0000045 1/F
  - Shear Modulus, G: 130000 tonf/m<sup>2</sup>
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

Buttons: OK, Cancel

#### 4. DEFINIR SECCIONES

**Ilustración 6:** Definición de columna C1.

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
  - Property Name: C1
  - Material: CONCRETO FC 250
  - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size
  - Display Color: [Color swatch] Change
  - Notes: Modify/Show Notes...
- Shape:** Section Shape: Concrete L
- Section Property Source:** Source: User Defined
- Section Dimensions:**
  - Total Depth: 0.6 m
  - Total Width: 1 m
  - Horizontal Leg Thickness: 0.25 m
  - Vertical Leg Thickness At Corner: 0.25 m
  - Vertical Leg Thickness At Tip: 0.25 m
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... Currently Default
- Reinforcement:** Modify/Show Rebar...
- Mirror:**
  - Mirror About Local 2-Axis
  - Mirror About Local 3-Axis

Buttons: Show Section Properties..., OK, Cancel



**Ilustración 7: Definición de columna C2.**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C2

Material: CONCRETO FC 250

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Tee

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth: 0.6 m

Total Width: 1 m

Flange Thickness: 0.25 m

Web Thickness At Flange: 0.3 m

Web Thickness At Tip: 0.3 m

Show Section Properties...

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

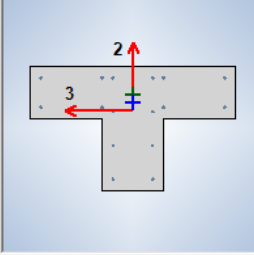
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

**Mirror**

Mirror About Local 3-Axis

OK Cancel



**Ilustración 8: Definición de columna C3.**

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C3

Material: CONCRETO FC 250

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: 0.5 m

Width: 0.25 m

Show Section Properties...

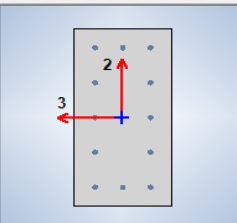
**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK Cancel



**Ilustración 9:** Definición de la sección de viga, V 30X60 CM.

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 0.3X0.6

Material: CONCRETO FC 250

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: 0.6 m

Width: 0.3 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel

**Ilustración 10:** Definición de la sección de viga, V 25X40 CM

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 0.25X0.4

Material: CONCRETO FC 250

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...

Show Section Properties...

OK

Cancel

**Ilustración 11:** Definición de la sección de la viga, V 25X60 CM

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 0.25X0.6

Material: CONCRETO FC 250

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: 0.6 m

Width: 0.25 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...

**Ilustración 12:** Creación de la sección Losa Aligerada

Slab Property Data

**General Data**

Property Name: LOSA 20 CM

Slab Material: CONCRETO FC 250

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

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently User Specified): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.2 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.1 m

Stem Width at Bottom: 0.1 m

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m

Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

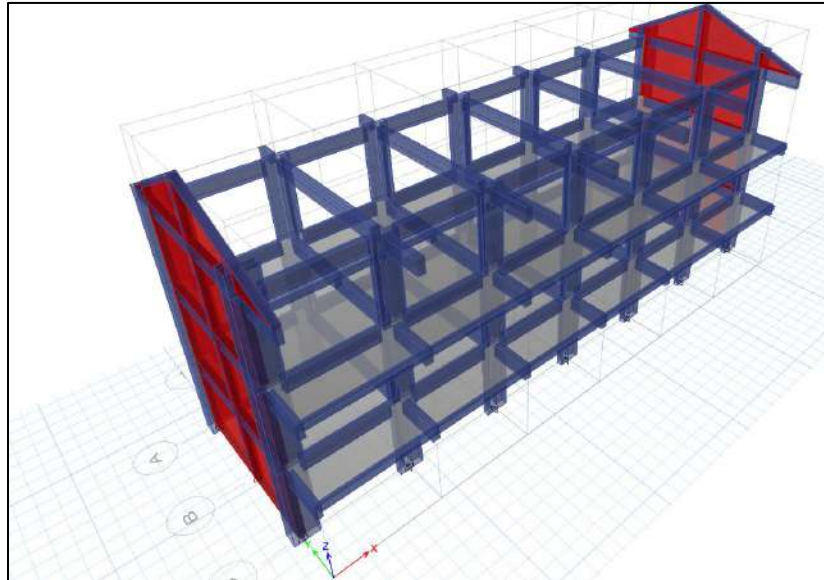
OK

Cancel

## 5. MODELAMIENTO DEL EDIFICIO

Luego de haber realizado las definiciones básicas e iniciales se procedió con el modelamiento de la edificación.

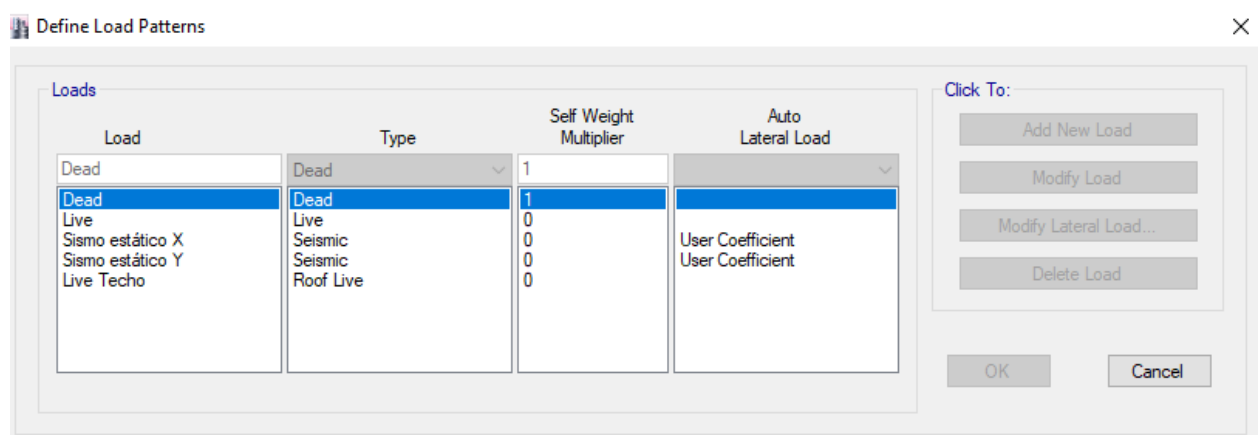
**Ilustración 13:** Modelo del módulo 01, con columnas, muros, vigas y losas dibujadas.



## 6. PATRONES DE CARGA

Se crean los tipos de carga que actúan en la estructura, que se definen mediante patrones de carga.

**Ilustración 14:** Patrones de carga creados, de acuerdo a la definición.



## 7. DEFINIR CARGAS

El peso sísmico efectivo de la edificación de acuerdo a lo indicado en la NTE E.30. A manera de fórmula, el peso sísmico efectivo del edificio,  $P$ , se determina como:

$$P = PP + CM + 0.5 CV + 0.25CVT$$

- $P$  = Peso de la edificación  
 $PP$  = Peso propio de la edificación  
 $CM$  = Carga Muerta  
 $CV$  = Carga Viva  
 $CVT$  = Carga viva de techo

**Ilustración 15:** Entrada de datos para el cálculo de  $P$ .

Mass Source Data

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
  - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction
  - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Live	0.5
Live Techo	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

Luego se asignan las cargas, según el uso de los ambientes y los componentes de la estructura, dichas cargas se establecen la E-020.

## 8. CONDICIONES DE ENTORNO

Se realiza las configuraciones respectivas para definir: el empotramiento en la base de la estructura, brazo rígido (rigidez en los nodos) y definir diafragmas.

## 9. CÁLCULO DE CORTANTE ESTÁTICO EN LA BASE

El cortante estático en la base,  $V$ , del Edificio, es calculado mediante la fórmula que a continuación se muestra:

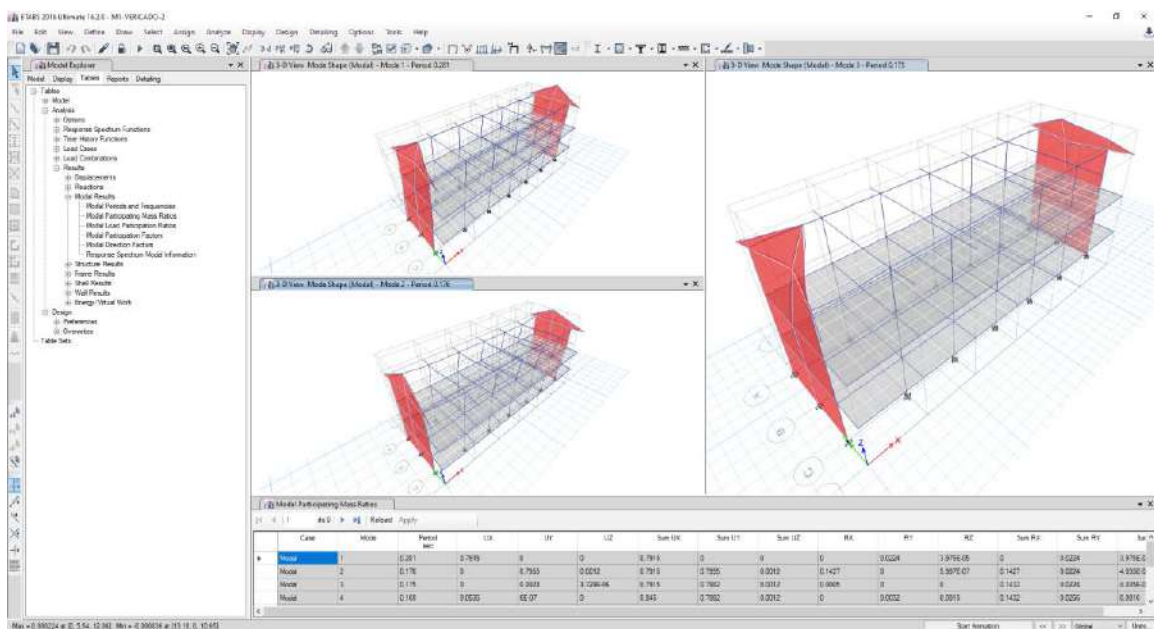
$$v = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Teniendo en cuenta en todo momento de que,

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

En el programa podemos visualizar el periodo fundamental,  $T$ , de la estructura mediante la tabla “Modal Participación Mass Ratios”, cuya captura se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 16:** Formas modales y periodos fundamentales.



Calcular el valor del factor de ampliación sísmica,  $C$ , para cada dirección principal de análisis. Dependiendo de las condiciones locales del terreno, se establecen los siguientes límites para determinar el valor de  $C$ .

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \frac{T_p}{T}$$

$$T < T_L \quad C = 2.5 \frac{T_p T_p}{T}$$

El periodo de suelo que define la plataforma o meseta del espectro y desplazamientos uniformes se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 02:** Periodos  $T_p$  y  $T_l$

	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP (seg.)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (seg.)	3.00	2.50	2.00	1.60

**Fuente:** Norma E.030 Diseño Sismoresistente 2016

Según estas afirmaciones, los valores para el perfil de suelo S3 son:

$$T_p = 1.0 \text{ s} \quad T_L = 1.6 \text{ s}$$

Entonces

$$T_{1(x)} = T_{2(y)} = 0.281 \text{ s} \leq T_p = 1.0 \text{ s}$$

$$C_x = C_y = 2.5$$

Evaluar el valor C/R para ambas direcciones de análisis.

$$\frac{C}{R} x = \frac{2.5}{6} = 0.416667 \geq 0.125$$

$$\frac{C}{R} y = \frac{2.5}{3} = 0.833333 \geq 0.125$$

Determinamos el valor de ZUCS/R

✓ En dirección X

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.25 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.4}{8} = 0.1641$$

✓ En dirección Y

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.25 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.4}{3} = 0.4375$$

Calculamos el valor del factor exponencial de distribución K, dependiendo del periodo fundamental, T, del edificio el factor K es igual a:

- ✓ Para  $\leq 0.50$  segundos:  $k = 1$
- ✓ Para  $> 0.50$  segundos:  $k = 0.75 + 0.5 \cdot T \leq 2.00$

Para ambas direcciones de análisis, X & Y, es menor que 0.5 s, por lo tanto:

$$k_x = k_y = 1.0$$

En el programa ETABS, este dato se ingresa en la venta “Define Load Patterns”, ingresando el valor calculado en **Base Shear Coefficient, C**, así como se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 17:** Definición completa de la fuerza Horizontal Estática en X.

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir  Y Dir

X Dir + Eccentricity  Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity  Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

**Factors**

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

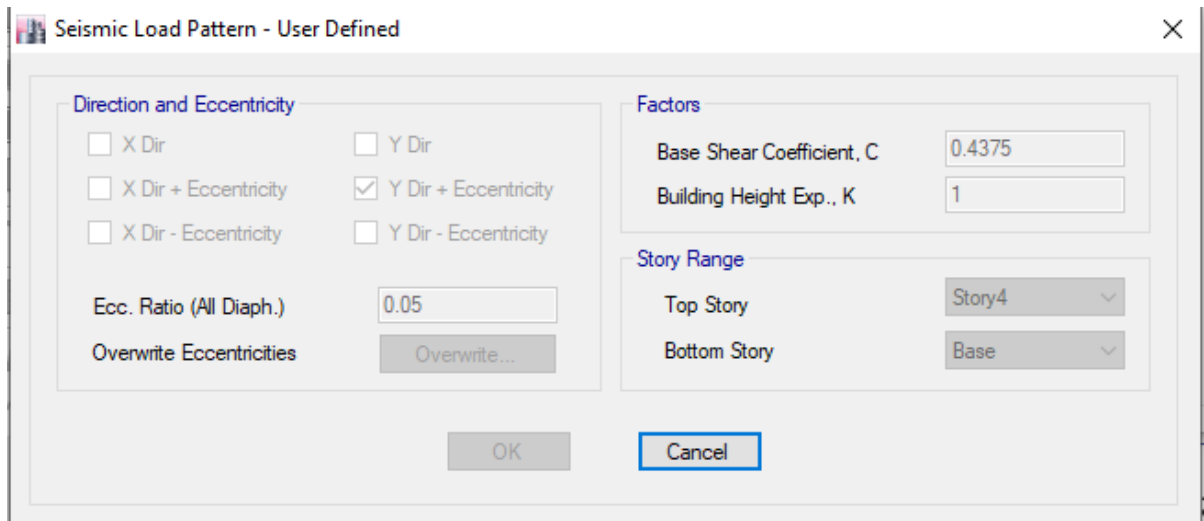
**Story Range**

Top Story

Bottom Story



**Ilustración 18:** Definición completa de la fuerza Horizontal Estática en Y.



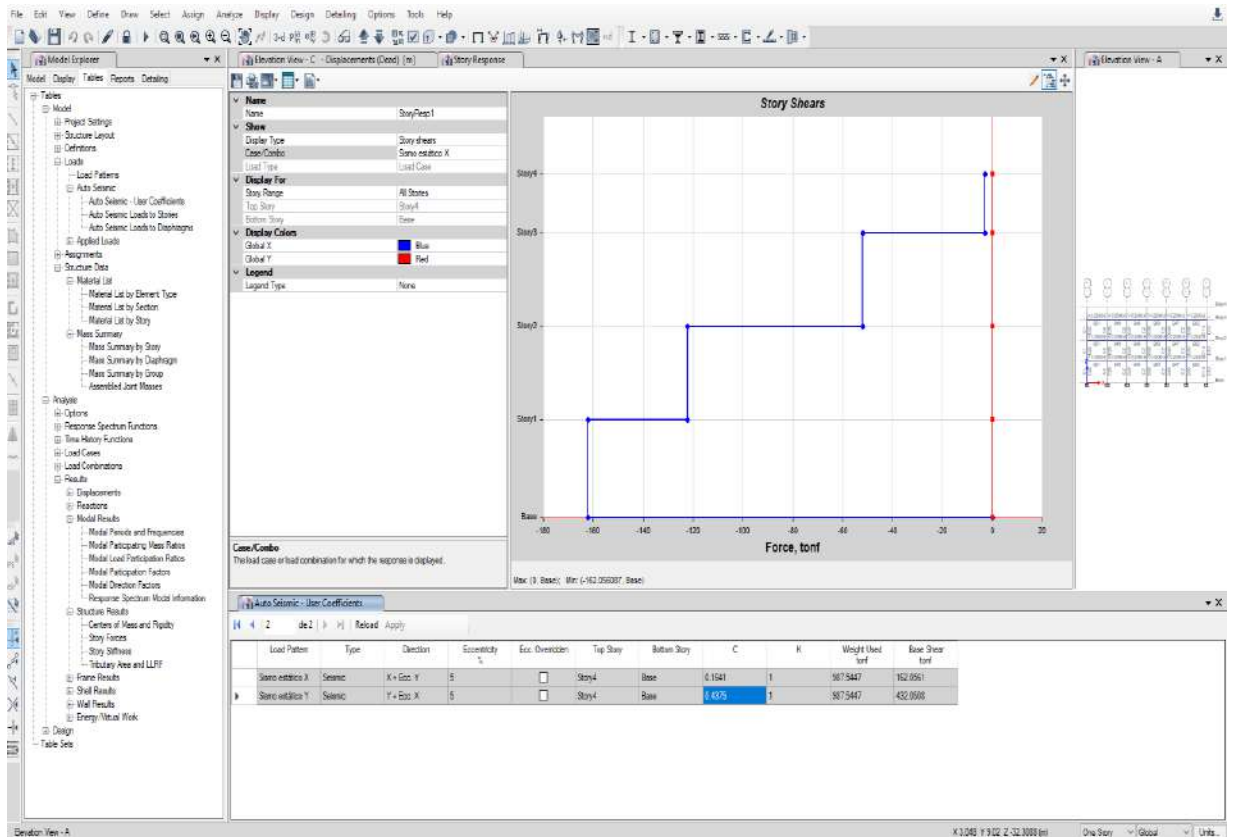
Calculamos el peso sísmico efectivo, en el programa, se visualiza mediante la tabla "Auto Seismic Coefficients", aquí podemos ver el valor del peso sísmico efectivo, es igual  $P=987.54$  Tn. Luego el cortante en la Base de la Edificación

será:

$$V_x = 987.54 \times 0.1641 = 162.019$$

$$V_x = 987.54 \times 0.4375 = 431.578$$

**Ilustración 19: Cortante por piso en dirección X-X**

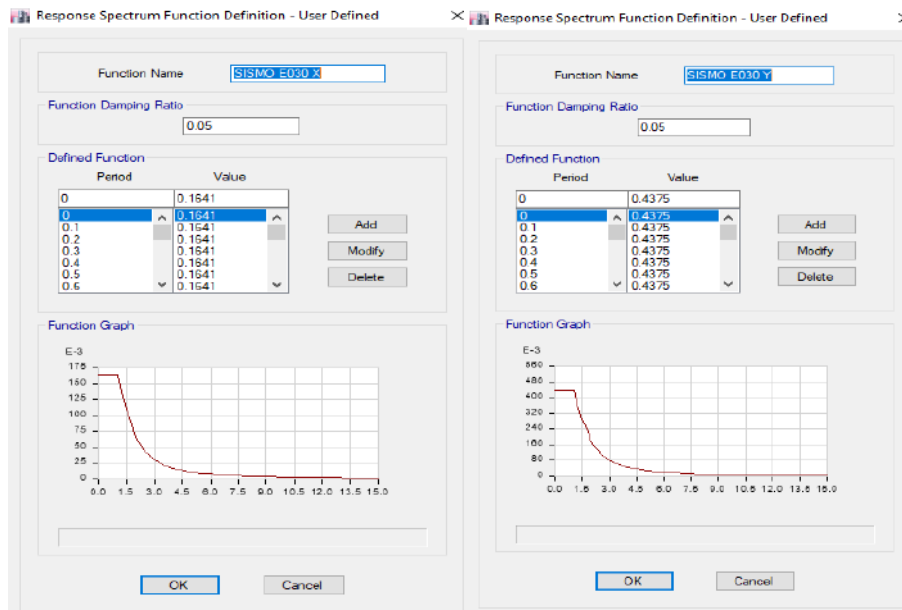


## 10. CÁLCULO DEL CORTANTE DINÁMICO

El cortante dinámico es determinado mediante la incorporación de un espectro de diseño que combina todos los efectos producidos por las formas modales mediante métodos conocidos de combinación modal se logra obtener un valor para la cortante en la base.

La incorporación del espectro de diseño obedece estrictamente a la aplicación de la E-030, que permite graficar valores de pseudo-aceleración para un determinado periodo de vibración.

## Ilustración 20: Cálculo del espectro de diseño en el sentido X & Y



Para poder determinar este valor, primero debemos establecer casos de carga que incorpore el espectro de diseño.

## Ilustración 21: Definición del caso de Carga Dinámica en Dirección X-X

Load Case Data

General

Load Case Name: Analisis espectral en X

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (PESO SISMICO)

Design... Notes...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SISMO E030 X	9.8626

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, F1:

Rigid Frequency, F2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05

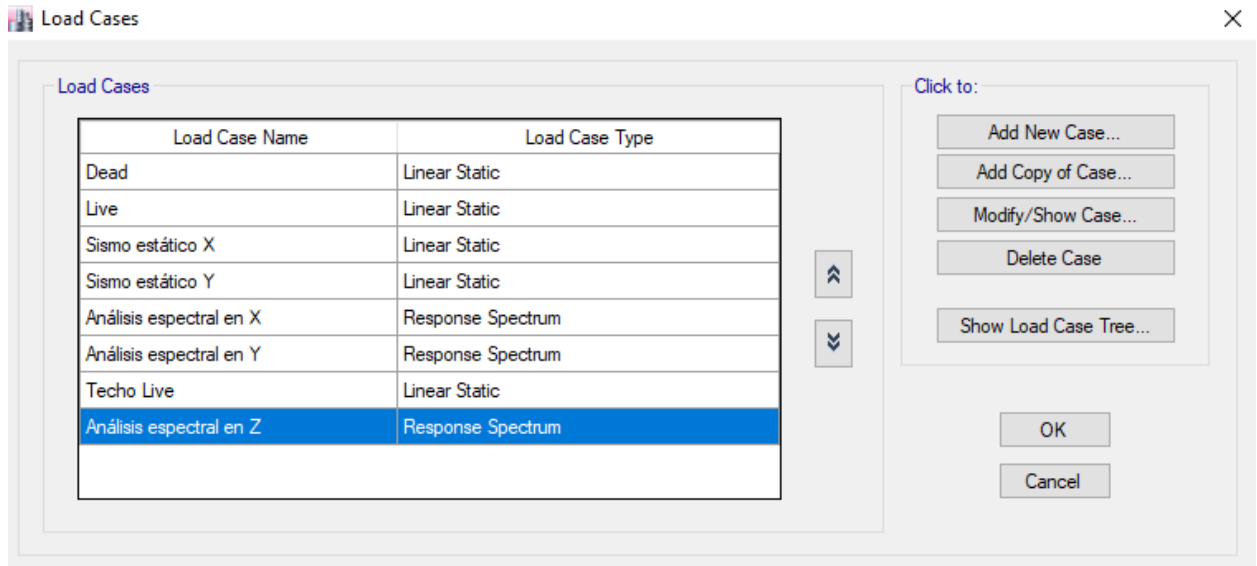
Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

Modify/Show... Modify/Show...

OK Cancel

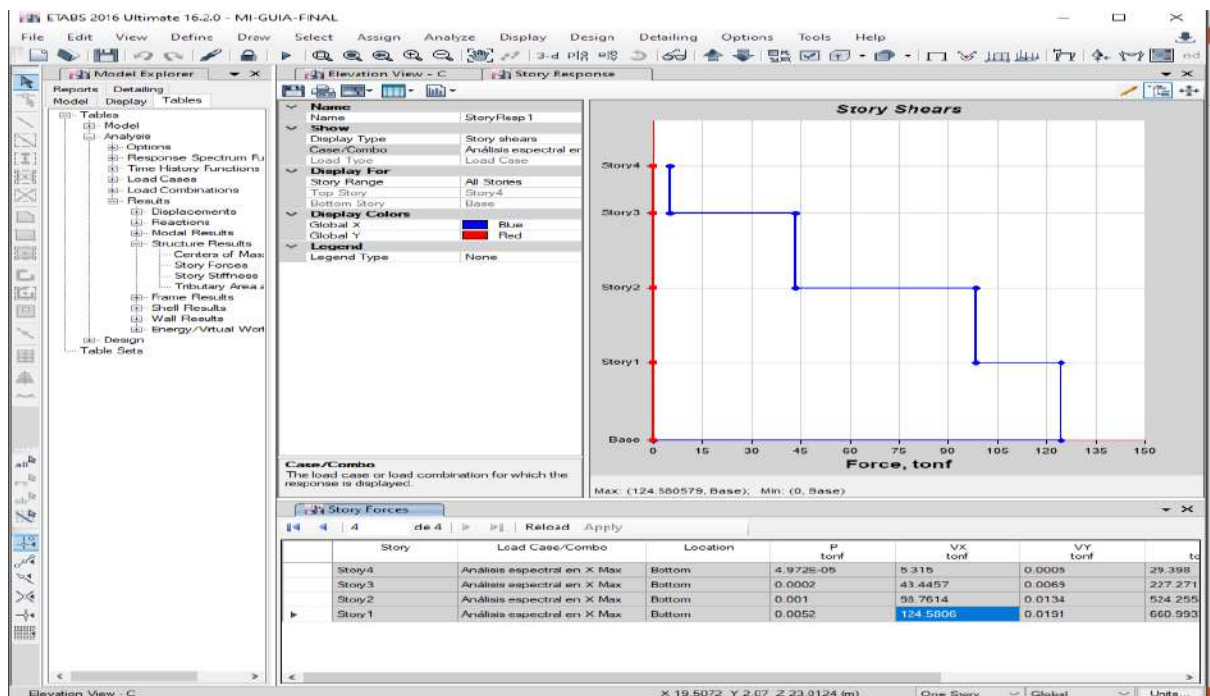
En la siguiente ilustración se muestra todos los casos de carga definidos para la realización del modelamiento.

**Ilustración 22:** Casos de carga.



Después de haber ejecutado el análisis, se procede con la visualización del cortante dinámico.

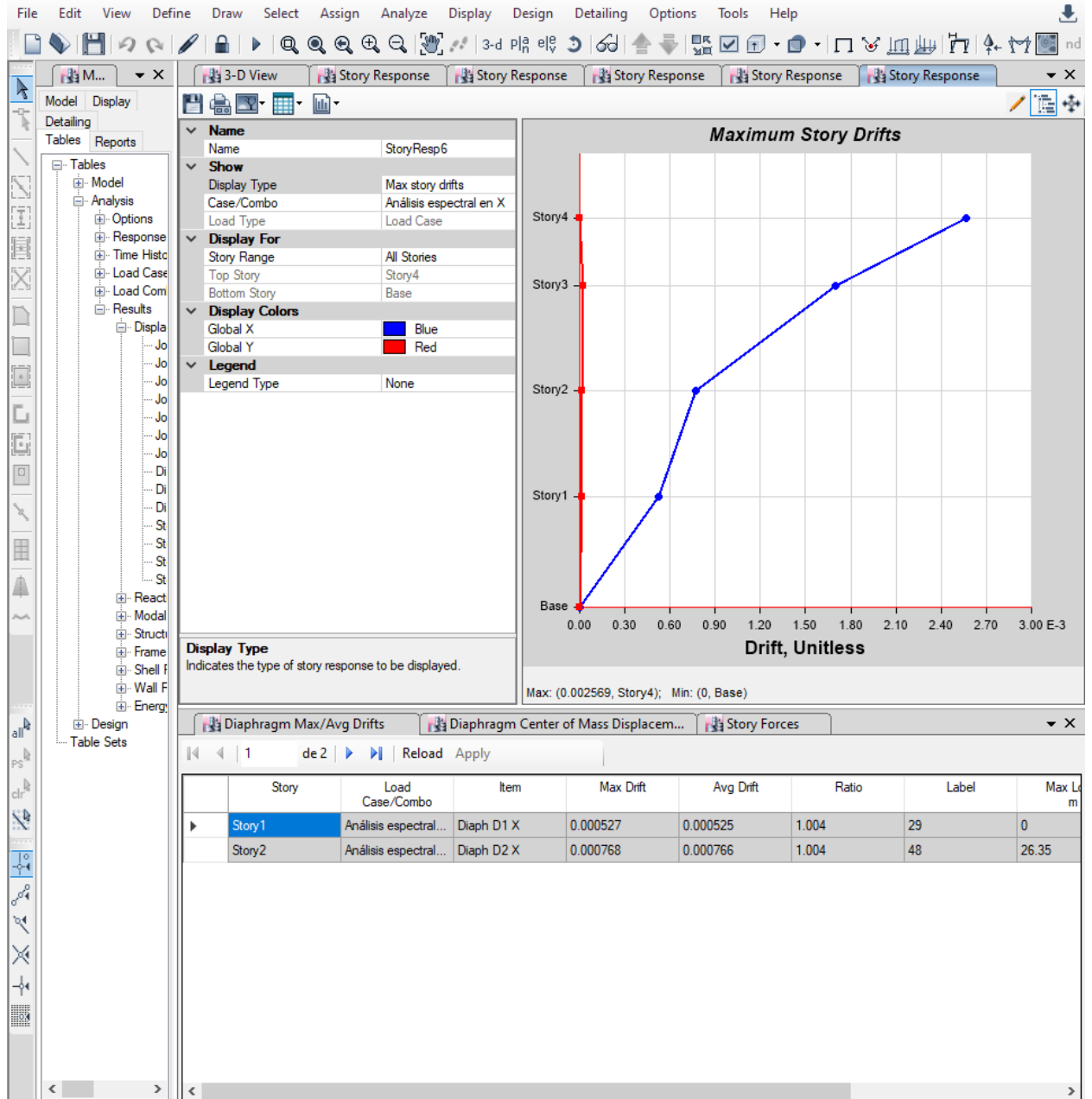
**Ilustración 23:** Distribución de Cortante Dinámico en dirección X-X



## 11. DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

En el programa ETABS determina las derivas elásticas, para posteriormente ser convertidas en derivas inelásticas según lo establecido en la E030.

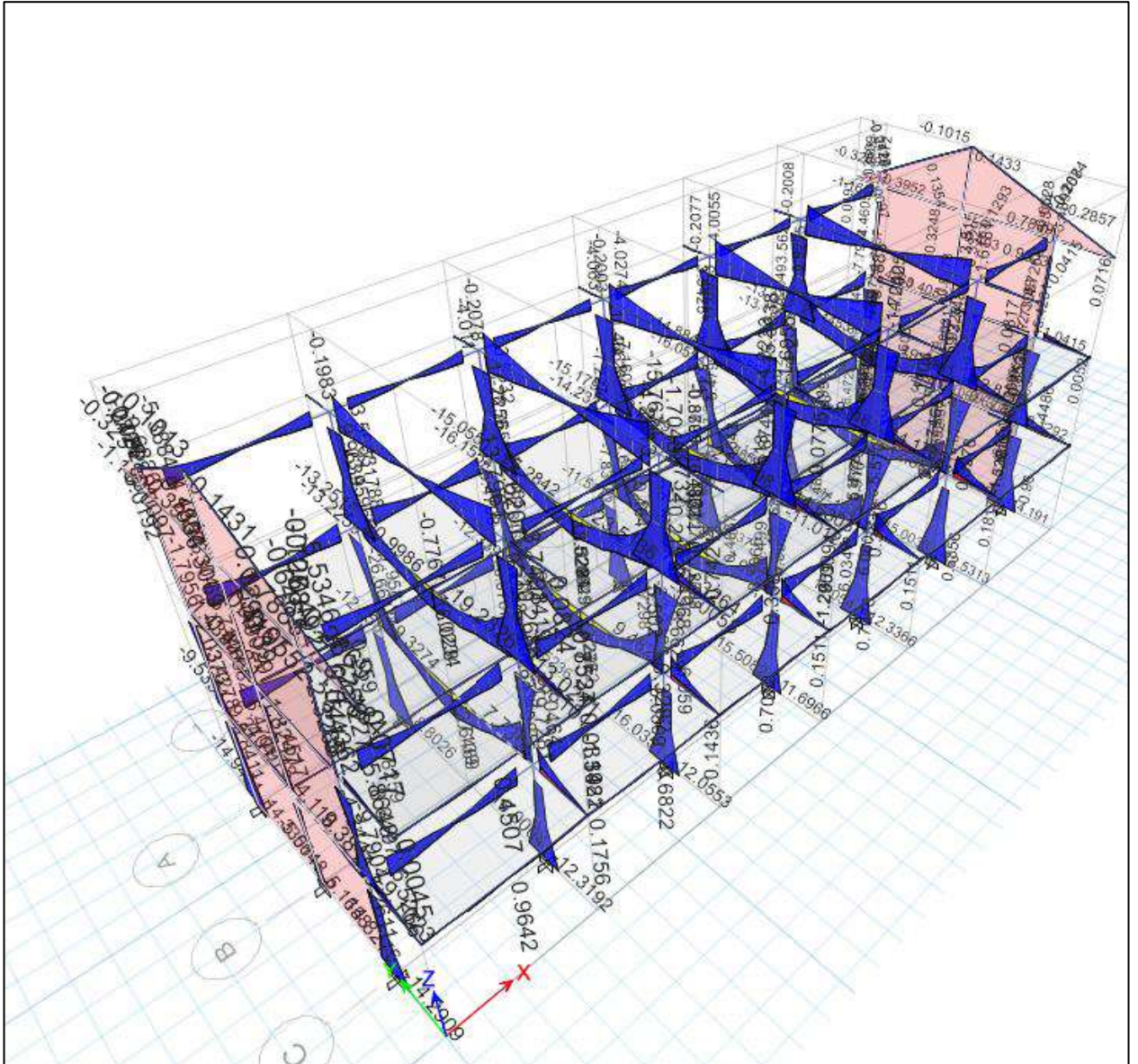
**Ilustración 24:** Desplazamientos elásticos máximos para el sismo espectral en X



## 12. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE VIGAS

Con la finalidad de determinar si el comportamiento de las vigas es el adecuado, se calcularon los momentos resistentes y actuantes para cada viga. Del programa Etabs permite determinar los momentos actuantes.

**Ilustración 25:** Momento Actuante Máximo en el Módulo 01



### 13. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE COLUMNAS

Para determinar el comportamiento de las columnas en la edificación, se realizó la comparación de la cantidad de acero existente en la sección, con la cantidad de acero que ésta requiere. El programa Etabs permite determinar el acero necesario.

**Ilustración 26:** Acero necesario en la edificación

