

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA
ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA
“NUESTRA SEÑORA DE CHOTA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. ALEX RICARDO CIEZA SILVA

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca – Perú

- 2024 –

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** ALEX RICARDO CIEZA SILVA
DNI: 72667373
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
- Fecha de evaluación:** 11/12/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 24%
- Código Documento: Oid:** 3117:415220715
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11/12/2024



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 11/12/2024 22:10:22-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

DEDICATORIA

A DIOS

Por ser el guía del camino correcto, darme una buena familia y permitirme conocer excelentes profesionales y amigos.

A MI ESPOSA: YERALIZ E HIJO: MAEL

Por el soporte moral y la fortaleza para sacar lo mejor de mí.

A MIS PADRES: MIGUEL Y ELODIA Y HERMANOS: JOSÉ Y GISELA

Por la guía y apoyo incondicional que me brindan, permitiéndome alcanzar mis metas y objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Dios por darme una maravillosa familia y hogar.

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por darme las bases en conocimientos para afrontar los diversos problemas de nuestra realidad y la oportunidad de seguir creciendo como persona y como profesional.

A mi asesor, el Dr. Ing. Miguel Mosqueira, por impartir su conocimiento y experiencia en la ejecución del presente estudio de investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Alcances o delimitaciones de la investigación.	3
1.6 Limitaciones.	4
1.7 Objetivos.....	5
1.7.1 Objetivo General.....	5
1.7.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	6
2.1.1 Antecedentes Internacionales	6
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	7
2.1.3 Antecedentes Regionales.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Perú es un país altamente sísmico.	10
2.2.2 Sísmicidad en la Región de Cajamarca y en la Provincia de Chota.	10
2.2.2.1 Para la Región de Cajamarca:.....	11
2.2.2.2 Para la provincia de Chota:	11
2.2.3 Magnitud e intensidad de un sismo.....	12
2.2.4 Metodología propuesta por el ingeniero civil Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral (2012) para determinar la vulnerabilidad sísmica, en base al riesgo sísmico.....	14
2.2.5 Vulnerabilidad sísmica.....	15
2.2.5.1 Comportamiento sísmico.	16

2.2.5.1.1	Aceleración Espectral.	16
2.2.5.1.2	Factor de zona.	16
2.2.5.1.3	Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)	18
2.2.5.1.4	Perfiles de suelo.	19
2.2.5.1.5	Parámetros de sitio (S, TP y TL).....	20
2.2.5.1.6	Factor de Amplificación Sísmica (C).....	21
2.2.5.1.7	Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_0).	22
2.2.5.2	Derivas de entrepiso.	23
2.2.5.3	Desplazamientos laterales relativos admisibles.....	24
2.2.5.4	Distorsión o deriva de entrepiso.	24
2.2.5.5	Comportamiento de vigas.....	24
2.2.5.5.1	Cargas a las que se someten las vigas.....	24
2.2.5.5.2	Cálculo de Momento Nominal Resistente de la sección:.....	25
2.2.5.5.3	Comprobación de la resistencia adecuada de las vigas.....	28
2.2.5.6	Desempeño de columnas.	28
2.2.5.6.1	Determinación de la cantidad requerida de acero en columnas.....	28
2.2.5.6.2	Determinación de la cantidad de acero presente en las columnas.....	30
2.2.5.6.3	Comprobación de la cantidad de acero adecuada de las columnas.....	30
2.2.5.7	Estado actual de la edificación.	31
2.2.5.8	Estabilidad de tabiques.....	31
2.2.5.8.1	Cálculo de momento actuante.	31
2.2.5.8.2	Cálculo de momento resistente.	35
2.2.5.8.3	Comprobación de la inestabilidad de tabiques.....	35
2.3	Definición de términos básicos	36
2.3.1	Vulnerabilidad sísmica.....	36
2.3.2	Intensidad Sísmica.	36
2.3.3	Zona de alta sismicidad.....	36
2.3.4	Espectro de Pseudo Aceleración.	36
2.3.5	Ensayo de Esclerometría.	36
2.3.6	Colapso.....	37
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		38
3.1	Materiales.....	38
3.1.1	Ubicación geográfica.	38

3.1.2	Época de la investigación.....	39
3.1.3	Población de estudio	39
3.1.4	Muestra de estudio	40
3.1.5	Unidad de análisis.	40
3.1.6	Unidad de observación.....	40
3.2	Métodos.....	40
3.2.1	Tipo de investigación.....	40
3.2.2	Nivel de la investigación.....	40
3.2.3	Diseño de la investigación.....	40
3.2.4	Método de la investigación.....	41
3.2.5	Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	41
3.2.6	Análisis de datos y presentación de resultados.....	42
3.3	Presentación de resultados	43
3.3.1	Descripción de las edificaciones en estudio.	43
3.3.2	Propiedades de los materiales.....	47
3.3.2.1	Características y Detalles Técnicos del Concreto.....	47
3.3.2.1.1	Resistencia a la compresión de vigas y columnas.....	47
3.3.2.1.2	Propiedades del concreto de los pabellones A y B:.....	48
3.3.2.2	Propiedades y especificaciones técnicas del acero.....	48
3.3.3	Medido de cargas.....	48
3.3.4	Modelo de la estructura	49
3.4	Comportamiento sísmico de los edificios	49
3.4.1	Comprobación de derivas entrepisos.....	49
3.4.1.1	Derivas de entrepiso en la dirección X, para pabellón A.	50
3.4.1.2	Derivas de entrepiso en la dirección Y, para pabellón A.	50
3.4.1.3	Derivas de entrepiso en la dirección X, para pabellón B.	51
3.4.1.4	Derivas de entrepiso en la dirección Y, para pabellón B.	52
3.4.2	Resultados de los parámetros de la norma técnica E.030 y espectro de pseudo aceleración.	53
3.4.3	Comprobación del comportamiento de vigas.....	55
3.4.3.1	Momento nominal actuante y resistente en vigas, en el pabellón A:55	
3.4.3.1.1	Vigas en techo del primer piso:.....	55
3.4.3.1.2	Vigas en techo del segundo piso.....	58
3.4.3.2	Momento nominal resistente y actuante en vigas, en el pabellón B:61	
3.4.3.2.1	Vigas en techo del primer piso.....	61
3.4.3.2.2	Vigas en techo del segundo piso.....	63

3.4.4	Comprobación del comportamiento de columnas.....	66
3.4.4.1	Acero necesario y existente en columnas:.....	66
3.4.4.1.1	Análisis de columnas del primer piso, pabellón A y B.....	67
3.4.4.1.2	Análisis de columnas del segundo piso, pabellón A y B.....	68
3.5	Estado actual de los pabellones.....	68
3.6	Comprobación de inestabilidad de tabiques.....	70
3.6.1	Periodos de vibración de la estructura:.....	71
3.6.2	Cálculo de la fuerza cortante por piso.....	71
3.6.2.1	Factor “k”.....	71
3.6.2.2	Fuerzas sísmicas horizontales en cada piso.....	72
3.6.3	Fuerza sísmica horizontal de diseño.....	72
3.6.4	Comprobación de inestabilidad de tabiques:.....	73
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		75
4.1	Vulnerabilidad sísmica de los edificios.....	75
4.2	Comportamiento sísmico del edificio.....	76
4.2.1	Evaluación de derivas entrepiso.....	76
4.2.2	Evaluación del comportamiento de vigas.....	76
4.2.3	Evaluación del comportamiento de columnas.....	77
4.3	Evaluación de inestabilidad de tabiques.....	78
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		86
A.	Estudio de mecánica de suelos.....	86
B.	Ensayo de esclerometría.....	96
C.	Parte de la memoria descriptiva de 1965, en donde se da la característica del hierro (varillas) de la época.....	100
D.	Parte de la memoria descriptiva de 1965, en dónde se da las características de los muros de la época.....	101
E.	Modelamiento en SAP 2000 de pabellón A.....	102
F.	Modelamiento en SAP 2000 de pabellón B.....	102
G.	Fotografías de tesista para estudio de suelos.....	103
H.	Fotografías de tesista en obtención de metrados de edificaciones.....	104
I.	Fotografías de tesista para ensayo de esclerometría.....	106
J.	Certificado de calibración de esclerómetro.....	109
K.	Solicitud autorización para elaborar la tesis en la EESPP NSCH.....	110
L.	Presentación de planos.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos típicos de los sismos en diferentes magnitudes, escala de Richter.....	12
Tabla 2 Escala sísmica modificada de Mercalli	13
Tabla 3 Relación entre magnitud e intensidad.....	13
Tabla 4 Factores de zona “Z”	17
Tabla 5 Clasificación de los perfiles de suelo	20
Tabla 6 Períodos “T _P ” y “T _L ”.....	20
Tabla 7 Factor de suelo “S”	20
Tabla 8 Sistemas Estructurales.....	22
Tabla 9 Límites para la distorsión del entrepiso.....	24
Tabla 10 Barras de acero de refuerzo.....	30
Tabla 11 Valores de C ₁	34
Tabla 12 Valores del coeficiente “m”	34
Tabla 13 Criterios para analizar la vulnerabilidad sísmica	42
Tabla 14 Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	43
Tabla 15 Ambientes que presenta el pabellón A por cada piso	45
Tabla 16 Ambientes que presenta el pabellón B por cada piso	46
Tabla 17 Estudiantes matriculados: según ciclos y programas para el periodo académico 2024 – I.....	46
Tabla 18 Resumen general de personas y secciones que ocupan los espacios del EESPP “NSCH”.....	47
Tabla 19 Propiedades del concreto.....	48
Tabla 20 Propiedades del acero.....	48
Tabla 21 Comprobación de derivas de entrepiso en la dirección X, pabellón A.....	50
Tabla 22 Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y, pabellón A.....	50
Tabla 23 Verificación de derivas de entrepiso en la dirección X, pabellón B.....	51
Tabla 24 Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y, pabellón B.....	52
Tabla 25 Parámetros de la norma técnica E.030.....	53
Tabla 26 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso), del eje A al E.....	56
Tabla 27 Continuación del eje F al I, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso)	56
Tabla 28 Continuación del eje I al L, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso)	57
Tabla 29 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L, del eje 1 al 4 (Primer piso).....	58

Tabla 30 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso), del eje A al E	58
Tabla 31 Continuación del eje F al I, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso)	59
Tabla 32 Continuación del eje I al L, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso)	59
Tabla 33 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L, del eje 1 al 4 (Segundo piso).....	60
Tabla 34 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso), del eje 5 al 8.....	61
Tabla 35 Continuación del eje 8 al 11, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso).....	61
Tabla 36 Continuación del eje 12 al 16, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso).....	62
Tabla 37 Continuación del eje 17 al 19, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso).....	62
Tabla 38 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19, del eje M al Ñ (Primer piso)	63
Tabla 39 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso), del eje 5 al 8.....	64
Tabla 40 Continuación del eje 8 al 11, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso).....	64
Tabla 41 Continuación del eje 12 al 16, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso).....	64
Tabla 42 Continuación del eje 17 al 19, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso).....	65
Tabla 43 Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19, del eje M al Ñ (Segundo piso) .	65
Tabla 44 Acero existente y necesario en columnas del primer piso, para pabellón A y B	67
Tabla 45 Acero existente y necesario en columnas del segundo piso, para pabellón A y B.	68
Tabla 46 Fuerzas cortantes en cada piso, para la dirección X-X.....	72
Tabla 47 Fuerzas cortantes en cada piso, para la dirección Y-Y.....	72
Tabla 48 Verificación de inestabilidad de tabiques, para el pabellón A	73
Tabla 49 Verificación de inestabilidad de tabiques, para el pabellón B	74
Tabla 50 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.	75
Tabla 51 Consideración de rango numérica de resultado de vulnerabilidad sísmica.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico resumen de propuesta de metodología por Mosqueira para la presente tesis.....	15
Figura 2 Zonas sísmicas del Perú.....	17
Figura 3 Diagrama de deformaciones unitarias.....	26
Figura 4 Elementos sometidos a flexo compresión.....	29
Figura 5 Región de Cajamarca (de rojo) en el mapa del Perú.....	38
Figura 6 Provincia de Chota (de rojo) en el mapa de la Región de Cajamarca.....	38
Figura 7 Distrito de Chota (círculo rojo) en el mapa de la provincia de Chota.....	39
Figura 8 Exterior de Pabellón A de la escuela de educación superior pedagógica “Nuestra Señora de Chota”.....	44
Figura 9 Exterior de Pabellón B de la escuela de educación superior pedagógica “Nuestra Señora de Chota”.....	45
Figura 10 Derivas de entrepisos en la dirección X, pabellón A.....	50
Figura 11 Derivas de entrepisos en la dirección Y, pabellón A.....	51
Figura 12 Derivas de entrepisos en la dirección X, pabellón B.....	51
Figura 13 Derivas de entrepisos en la dirección Y, pabellón B.....	52
Figura 14 Gráfico de espectro de pseudo aceleración, para el eje X-X.....	54
Figura 15 Gráfico de espectro de pseudo aceleración, para el eje Y-Y.....	54
Figura 16 Sección de las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (35 cm x 35 cm).....	55
Figura 17 Sección de vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L (30 cm x 40 cm).....	57
Figura 18 Secciones de columnas analizadas, para pabellón A y B.....	67
Figura 19 Pabellón A tomado desde el patio.....	68
Figura 20 Pabellón B tomado desde el patio.....	69
Figura 21 Tesista en patio de la escuela de educación superior pedagógica.....	70
Figura 22 Modelamiento en SAP 2000 de pabellón A.....	102
Figura 23 Modelamiento en SAP 2000 de pabellón B.....	102
Figura 24 Extracción de muestra de suelo.....	103
Figura 25 Medición de altura de estratos.....	104
Figura 26 Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón A (exterior).....	104
Figura 27 Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón A (interior).....	105
Figura 28 Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón B (exterior).....	105

Figura 29	Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón B (interior).....	106
Figura 30	Esclerómetro utilizado marca ZC3-A	106
Figura 31	Obtención de datos de esclerometría en vigas de pabellón A.....	107
Figura 32	Obtención de datos de esclerometría en columnas de pabellón A.....	107
Figura 33	Obtención de datos de esclerometría en vigas de pabellón B.....	108
Figura 34	Obtención de datos de esclerometría en columnas de pabellón B.....	108
Figura 35	Certificado de calibración de esclerómetro.....	109
Figura 36	Solicitud presentada a dirección de institución.....	110

RESUMEN

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota” (EESPP NSCH) presenta entre sus pabellones de su centro educativo, dos edificaciones que fueron concluidas su construcción el año 1967, siendo éstas el pabellón A y el pabellón B, se encuentran ubicadas en la zona de alta sismicidad ubicada en la zona III de acuerdo a la norma técnica de edificaciones E 0.30 para el año 2019, por lo que la presente investigación tiene como objetivo principal determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota”, aplicando la metodología propuesta por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral: “*Riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca*”, en dicha investigación, se denota evaluar la vulnerabilidad estructural y no estructural de una edificación, además, haciendo uso de un análisis sísmico espectral debido a los espectros de pseudo aceleración obtenidos de acuerdo a la norma técnica de edificaciones E 0.30. Teniendo como dimensiones al comportamiento sísmico, estado actual de los pabellones y estabilidad de tabiques. Se determinó que el grado de vulnerabilidad de los pabellones A y B es alto, ya que tiene un comportamiento sísmico inadecuado, el estado actual de la edificación es bueno y el análisis de inestabilidad de tabiques indica que solo algunos son estables ante cargas sísmicas.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, vulnerabilidad estructural, vulnerabilidad no estructural, comportamiento sísmico, inestabilidad de tabiques, análisis sísmico espectral.

ABSTRACT

The Public Higher Pedagogical Education School "Nuestra Señora de Chota" (EESPP NSCH) presents among its pavilions of its educational center, two buildings that were completed in 1967, these being pavilion A and pavilion B, they are located in the high seismicity zone located in zone III according to the technical standard of buildings E 0.30 for the year 2019, so the main objective of this investigation is to determine the degree of seismic vulnerability of pavilions A and B of the Public Higher Pedagogical Education School "Nuestra Señora de Chota", applying the methodology proposed by Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno in his doctoral thesis: "Seismic risk in the buildings of the Faculty of Engineering - National University of Cajamarca ", in said research, it is noted to evaluate the structural and non-structural vulnerability of a building, in addition, making use of a spectral seismic analysis due to the pseudo acceleration spectra obtained according to the technical standard for buildings E 0.30. Taking into account seismic behavior, the current state of the pavilions and the stability of the partitions. It was determined that the degree of vulnerability of pavilions A and B is high, since they have inadequate seismic behavior, the current state of the building is good and the analysis of the instability of the partitions indicates that only some are stable under seismic loads.

Keywords: Seismic vulnerability, structural vulnerability, non-structural vulnerability, seismic behavior, wall instability, spectral seismic analysis.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema.

En el mundo ha ocurrido una gran cantidad de movimientos telúricos de gran magnitud trayendo consigo muchas pérdidas humanas, económicas y sociales, además de cuantiosas pérdidas de materiales. Entre los sismos más intensos que han registrado se tiene el de Valdivia (Chile), Alaska (EE. UU), Sumatra – Andamán (Indonesia), Kamchatka (Rusia), Japón, Perú, China. **(BBC Mundo, 2017)**

Geográficamente el territorio peruano se encuentra ubicado dentro del conocido “Cinturón de Fuego del Pacífico”, lugar donde se emplazan las denominadas zonas de convergencia, que son fronteras de placas tectónicas que colisionan entre sí, dando lugar a los procesos de subducción, mediante el cual, las placas oceánicas se introducen por debajo de las continentales produciendo terremotos y tsunamis de gran magnitud en la Tierra. **(INDECI-DIPRE, 2017)**

Como sabemos el Perú se encuentra ubicado en una de las regiones más sísmicas del mundo. Históricamente ha sido afectado por grandes sismos y ellos se repetirán. **(Tavera, 2014)**

El departamento de Cajamarca está ubicado al Nor-Oeste del país de Perú que según la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (MVCS, 2019), se encuentra ubicada entre las zonas sísmicas II y III, variando entre sismicidad media a alta respectivamente. Hasta los tiempos modernos no se ha detectado algún sismo de gran magnitud, sin embargo, existe la probabilidad de que se produzca un sismo de magnitud considerable, poniendo en cualquier momento en peligro y riesgo las vidas humanas, así como cuantiosas pérdidas económicas y materiales.

Una de las provincias de Cajamarca es Chota, la cual tiene 19 distritos, de los cuales 12 se encuentran en la zona sísmica II y 7 en la zona sísmica III, presentando aceleraciones entre 0.25g a 0.35g calificándose como zona de media a alta actividad sísmica según la Norma Técnica E. 030 del RNE. **(MVCS, 2019)**

En la ciudad de Chota existen un gran número de edificaciones con fines educativos construidas hace muchas décadas, y muchas de ellas debido a su configuración estructural como la relación que existe entre losa, escalera, muros, vigas y columnas; y la antigüedad fueron construidas sin ningún criterio de diseño sismorresistente.

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública (EESPP) “Nuestra Señora de Chota”, al ser fundada como institución el día 19 de septiembre del año 1961 y siendo ejecutada la construcción de las estructuras de los pabellones A y B en el año 1964 a 1967 de acuerdo a su memoria descriptiva, presentan unas edificaciones educativas con más de 57 años de antigüedad, y siendo construida sin tener en cuenta un diseño sismorresistente, se está poniendo en riesgo ante un evento sísmico la vida de los estudiantes, docentes y personas administrativas que trabajan en dicha institución educativa; así como, sus bienes inmuebles y muebles.

1.2 Formulación del Problema

Se formularia el problema con la siguiente pregunta:

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de la estructura de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógico Pública “Nuestra Señora de Chota”?

1.3 Hipótesis

El grado de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota” es alta.

1.4 Justificación de la investigación.

Debido a la importancia que representan estas edificaciones para la educación en Chota y sus distritos para la educación de nuevos profesores en diversas especialidades, esta investigación posibilita evaluar y analizar de manera cualitativa y cuantitativa la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, correspondientes a los pabellones más antiguos de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública (EESPP) “Nuestra Señora de Chota” y conocer sobre su estado actual de sus edificaciones para informar a la población, ante algún evento sísmico.

1.5 Alcances o delimitaciones de la investigación.

La investigación se realizó utilizando las estructuras de los pabellones A y B del EESPP “Nuestra Señora de Chota”, cuyas edificaciones presentan más de 57 años de vida actual siendo las más antiguas de la escuela. La investigación se basó en el estudio de la vulnerabilidad sísmica. El desarrollo de la investigación se realizó utilizando los parámetros más importantes en la modelización de la estructura en el software computacional SAP2000 en su versión 23.2. La presente investigación se desarrolló tomando como referencia los parámetros de comparación establecidos de la norma de diseño de edificaciones y diseño sismorresistente cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Además, se tuvo información limitada de la construcción en ese entonces, existiendo una memoria descriptiva de la época, en dónde, se observó que los pabellones fueron construidos

de una manera técnica cumpliendo con su personal mínimo, es decir, con un ingeniero residente e ingeniero supervisor.

La investigación solo se enfocó en el estudio de la superestructura de las edificaciones de concreto armado, lo que permitió analizar y generalizar la variable de vulnerabilidad sísmica.

Los muestreos en el concreto para verificar la resistencia a la comprensión, se realizaron con métodos no destructivos, siendo uno de ellos el uso del método de la esclerometría.

1.6 Limitaciones.

No se contó con el expediente técnico, solo se recopiló la memoria descriptiva para la construcción de la institución correspondiente al año 1964.

Los planos de arquitectura y datos estructurales están en mal estado, por lo que fueron reestablecidos por el tesista y se complementa el manejo de la información con la memoria descriptiva. Se tiene como dato de acuerdo a la memoria descriptiva y los planos en mal estado, que el acero utilizado para las columnas y vigas de la época es de un diámetro de 5/8 (cinco octavos) de pulgada y que el acero para los estribos es de 1/4 (un cuarto) de pulgada.

Para el estudio de suelos se realizó solo una calicata, por cuestiones administrativas de la institución. Siendo esta calicata una excavación que había realizado la institución, para poder instalar un tanque cisterna.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota”.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Determinar la inestabilidad de tabiques de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota”.
- Determinar el estado actual de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota”.
- Determinar el comportamiento sísmico de los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Nuestra Señora de Chota”.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación o marco referencial.

2.1.1 Antecedentes Internacionales

De acuerdo a **Toro & Rivera (2021)**. En su trabajo de grado para optar el título de ingeniero civil: “Índice de vulnerabilidad en las edificaciones informales en la ciudad de Bogotá localidad de Suba Barrio Rincón” de la Universidad Católica de Colombia. Estimaron el índice de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones informales en la ciudad de Bogotá, localidad de Suba Barrio Rincón, haciendo uso de las estadísticas de los sismos históricos en Colombia y a través de los formatos FEMA, se pueden concluir que es un método sencillo gracias a la inspección visual, de fácil aplicación, con decisiones in-situ de acuerdo a los datos obtenidos y no necesita de estudios más detallados (método cuantitativo) para poder analizar la vulnerabilidad de las edificaciones.

Por otra parte, **Lozada (2021)**. En su tesis o trabajo de investigación para optar el título de magister en ingeniería – geotecnia: “Análisis de interacción sísmica suelo estructura para evaluar vulnerabilidad por resonancia sísmica en edificios entre 3 y 7 pisos en un sector de la localidad de Chapinero - Bogotá” de la Universidad Nacional de Colombia. Elaboró un mapa de vulnerabilidad por resonancia sísmica que incluyó el índice de resonancia obtenido, enfocado en edificaciones de tres (3) a siete (7) pisos en un área de la localidad de Chapinero, Bogotá. Además, calculó los esfuerzos cortantes y los desplazamientos de los elementos estructurales, basándose en los modelos de interacción sísmica suelo – estructura, utilizando el software de elementos finitos MIDAS GTS NX. Esto se complementó con la antigüedad de los edificios, clasificada según la fecha de vigencia de las normativas sismorresistentes.

Y de acuerdo a **Lara & Martinez (2020)**, en su trabajo de titulación para obtener el título de Ingeniero Civil: 'Análisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del "Hospital San Luis de Otavalo"' de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en Ecuador. Como primera etapa realizó el modelamiento estructural, para ello, fue necesario obtener la geometría y las propiedades mecánicas de los materiales a través de ensayos de campo y de laboratorio, además, determinó el grado de vulnerabilidad sísmica de la edificación del hospital utilizando los métodos: FEMA P-154 y Benedetti y Petrini (método italiano). En su segunda fase, desarrolló el modelo analítico de la estructura utilizando un software computacional como el ETABS, y como resultados encontró problemas en: torsión de planta, derivas de piso, corte en muros y sobreesfuerzos a tracción para el concreto; para la madera, se observó un problema de deflexiones en elementos de madera superiores a los límites permitidos. Propuso dos opciones de reforzamiento estructural: enchapado de muros de mampostería y la incorporación de elementos de hormigón armado.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Según **Tamayo (2023)**, en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil: "Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la Urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, 2023" de la Universidad Continental en Puno, Perú. Se aplicó la metodología FEMA P 154 y al INDECI para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas con distintos esquemas estructurales de la Urbanización Chanu Chanu primera etapa, en Puno. Según FEMA P 154, las viviendas de esquema mixto presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto, las de albañilería presentan un nivel alto, y las aporticadas un nivel moderado. Por su parte, según INDECI, las viviendas de esquema mixto tienen una vulnerabilidad muy alta, las de albañilería un nivel alto y las aporticadas un nivel moderado.

Según la investigación de **Albino & Alvarado (2022)**, en su tesis titulada: “Plan de mejora de vulnerabilidad sísmica según evaluación estructural de viviendas autoconstruidas en el barrio de Monterrey - Huaraz 2022” para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo en Huaraz. Utilizando el método de Benedetti y Petrini, se evaluó la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas autoconstruidas en el barrio de Monterrey, Huaraz. La muestra fue de 40 viviendas, y los resultados indican que el 32.5 % de las viviendas tienen una vulnerabilidad alta, el 55 % una vulnerabilidad media y el 12.5 % una vulnerabilidad baja.

Y según **Bernardo (2019)**, en su tesis para titulación profesional de ingeniero civil: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante los índices de Benedetti - Petrini en la asociación Los Libertadores - Huancayo – Junín” de la Universidad Peruana Los Andes UPLA. Utilizando a los índices de Benedetti y Petrini, se concluyó de que el 36.07 % de las viviendas presentan una alta vulnerabilidad, el 60.66 % una vulnerabilidad media y el 3.28 % una vulnerabilidad baja, en una población total de 365 viviendas de la asociación Los Libertadores, ubicada en el distrito y provincia de Huancayo, en el departamento de Junín. La muestra aleatoria estuvo compuesta por 61 viviendas.

2.1.3 Antecedentes Regionales

Según **Torres & Rodrigo (2023)**, en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil: “Nivel de riesgo sísmico de la I.E. Ezequiel Sánchez Guerrero del Distrito de Huambos, Chota 2021” de la Universidad nacional autónoma de Chota. Emplearon la metodología peruana del Dr. Ing. Miguel Mosqueira en su investigación doctoral titulada “Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, para calcular el riesgo sísmico, usaron la información como: estudio de mecánica de suelos (EMS), estudio topográfico de la zona, documentación existente en el expediente

técnico de la institución, estado actual de la institución, cálculo de resistencia de los elementos estructurales a través de la esclerometría y evaluación del comportamiento estructural y no estructural (tabiques) de la edificación. Luego de la evaluación del comportamiento de la estructura en el software ETABS se obtuvo que la VULNERABILIDAD es de 2.4 que se caracteriza como ALTO, de acuerdo, al tipo de suelo y la topografía del terreno, en función de la sismicidad de la zona, se obtuvo que el PELIGRO es de 2.2 que se caracteriza como MEDIO. En conclusión, el riesgo sísmico al ser el promedio de vulnerabilidad y peligro, obtuvo un valor el RIESGO de 2.3, por lo que el riesgo sísmico de la institución educativa es ALTO.

Por su parte **Flores (2022)**, en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil: “Nivel de riesgo sísmico del centro educativo de nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca” de la Universidad Nacional de Cajamarca. También utilizó la metodología propuesta por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral, en donde analizó dos módulos de ese centro educativo que presenta 25 años de antigüedad aproximadamente, la vulnerabilidad sísmica lo obtuvo haciendo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones y el software computacional ETABS, para el peligro sísmico, utilizó los datos de tipo de suelo, la topografía y la sismicidad de la zona. Teniendo como resultado que el RIESGO SÍSMICO de los módulos del centro educativo nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” es ALTO.

Y por otra parte **Alvarado (2023)**, en tesis para optar el título profesional de ingeniero civil: “Determinación vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca” de la Universidad Nacional de Cajamarca. Usó el método de Benedetti y Petrini con sus 11 parámetros, se realizó un estudio de mecánica de suelos (EMS), levantamiento topográfico,

ensayo de esclerómetro y el análisis sísmico dinámico, teniendo como muestra de estudio el pabellón 04, obtuvo como resultado que la vulnerabilidad sísmica y estructural es ALTA.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Perú es un país altamente sísmico.

Como se sabe de acuerdo al Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2022):

El Perú es un país característico por su ubicación dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y su alta sismicidad. Los sismos ocurren regularmente en esta región; es un aspecto de la naturaleza y no se puede evitar.

Hasta ahora, la ciencia ha logrado avances significativos hacia la predicción del sismo, sin embargo, nada puede determinar la fecha ni la hora en la que sucederán los sismos; el IGP ha establecido zonas en nuestro país donde ocurrirán posibles sismos y sus máximas magnitudes.

Es necesario que la población esté siempre preparada ante esta realidad. Para ello, es fundamental realizar simulacros familiares y participar en los que organiza el INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), teniendo siempre en cuenta sus recomendaciones. De esta manera, entre todos, podremos construir una cultura de prevención responsable y adecuada para disminuir nuestro riesgo frente a procesos propios de la naturaleza como un sismo.

2.2.2 Sismicidad en la Región de Cajamarca y en la Provincia de Chota.

En referencia al mapa de sismicidad de Cajamarca (Anexo M., primer plano) realizado por el Gobierno Regional de Cajamarca (GRC, 2013), se puede deducir lo siguiente:

2.2.2.1 Para la Región de Cajamarca:

Han existido sismos en la Región de Cajamarca con una magnitud desde 3.00 a 6.00 (escala de Richter) desde el año 1471 al 2008. Siendo los sismos más fuertes registrados en las Provincias de Jaén, Cutervo y Cajamarca; con sus magnitudes en valores comprendidos entre 5.01 a 6.00 (escala de Richter).

En la Región de Cajamarca existen registros desde el año 1471 al 2008 de la máxima intensidad sísmica, en unidad de escala de Mercalli, siendo la mayoría de área de la Región de Cajamarca afectada por una intensidad sísmica de VI en las Provincias de Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc, Celendín, San Miguel, San Pablo, San Marcos, Cajamarca, Contumazá y Cajabamba, luego de una intensidad sísmica de VII fueron afectadas las Provincias de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Celendín, Hualgayoc y Contumazá; y la Provincia que ha sido afectada por una máxima intensidad sísmica de VIII es San Ignacio, en el área de la provincia colindante con Piura.

2.2.2.2 Para la provincia de Chota:

Desde el año 1471 al 2008 han existido en la provincia de Chota sismos con magnitudes desde 3.00 hasta 5.00 (escala de Richter), siendo el sismo más fuerte registrado en el distrito de Chadín, con una magnitud del sismo comprendido entre 4.41 a 5.00 en escala de Richter.

La máxima intensidad sísmica registrada en la provincia de Chota desde el año 1471 al 2008 de acuerdo al mapa, indica que los distritos en los que se ha registrado una intensidad sísmica de VI (escala de Mercalli) son los siguientes: Tocmoche, Miracosta, San Juan de Licupis, Llama, Querocoto, Huambos, Lajas, Cochabamba, Chota, Chiguirip y Conchán. En los siguientes distritos existe un registro de la máxima intensidad sísmica de acuerdo al mapa

de hasta VII en escala de Mercalli: Tacabamba, Anguía, Chalarmarca, Paccha, Chadin, Choropampa, Chimban y Pion.

2.2.3 Magnitud e intensidad de un sismo.

La magnitud se refiere a la liberación de energía que se ha generado durante un terremoto y su unidad es la escala sismográfica de Richter, mientras que la intensidad se refiere a los daños que se puedan ocasionar por un sismo, teniendo como unidad la escala sísmica modificada de Mercalli. (Colaboradores de Wikipedia, 2024)

Tabla 1

Efectos típicos de los sismos en diferentes magnitudes, escala de Richter

Magnitud ($M_w \geq 6,9$ $M_L = 2,0$ a $6,9$)	Descripción	Efectos de un sismo	Frecuencia de ocurrencia
< de 2,0	Micro	Los microsismos no son detectables.	Aproximado de 8000 por día.
2,0-2,9		Generalmente no son detectables.	Aproximado de 1000 por día.
3,0-3,9	Menor	Detectables a menudo, pero rara vez ocasionan daños.	49 000 al año.
4,0-4,9	Ligero	Movimiento de cosas en las viviendas que genera ruido. Sismo significativo, pero con daño poco probable.	6200 al año.
5,0-5,9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves.	800 al año.
6,0-6,9	Fuerte	Pueden llegar a destruir áreas pobladas, en hasta	120 al año.

7,0-7,9	Mayor	unos 160 kilómetros a la redonda. Puede causar serios daños en extensas zonas.	18 al año.
8,0-8,9	Épico o Catastrófico	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.	1-3 al año.
9,0-9,9		Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.	1-2 en 20 años.
10,0+	Legendario o apocalíptico	Nunca registrado. (Quizá pudo pasar en eventos apocalípticos como la caída del meteorito Chicxulub)	En la historia de la humanidad (y desde que se tienen registros históricos de los sismos) nunca ha sucedido un sismo de esta magnitud.

Tabla 2

Escala sísmica modificada de Mercalli

	ESCALA	DESCRIPCIÓN
I.	Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II.	Muy leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III.	Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV.	Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V.	Poco fuerte	Sentido por casi todos
VI.	Fuerte	Sentido por todos
VII.	Muy fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII.	Destruyivo	Daños considerables en estructuras
IX.	Muy destruyivo	Daños graves y pánico general
X.	Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI.	Muy desastroso	Casi nada queda en pie
XII.	Catastrófico	Destrucción total

Tabla 3

Relación entre magnitud e intensidad

INTENSIDAD	MAGNITUD
I.	1 a 2
II.	2 a 3
III.	3 a 4
IV.	4
V.	4 a 5
VI.	5 a 6
VII.	6
VIII.	6 a 7
IX.	7
X.	7 a 8
XI.	8
XII.	Mayor a 8

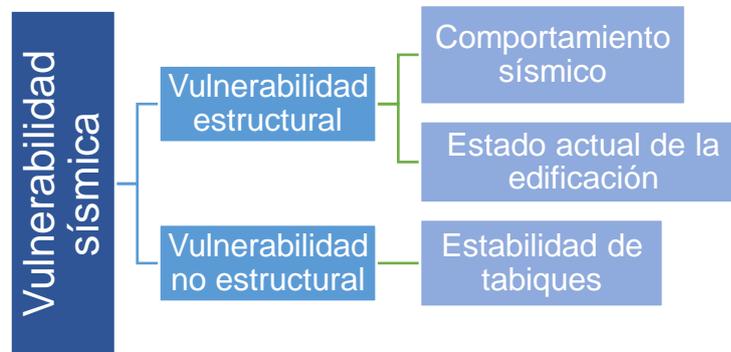
2.2.4 Metodología propuesta por el ingeniero civil Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral (2012) para determinar la vulnerabilidad sísmica, en base al riesgo sísmico.

Según lo sugerido en la propuesta, se ha analizado la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural para determinar la vulnerabilidad sísmica. De acuerdo a Kuroiwa (2002); citado por Mosqueira (2012).

La vulnerabilidad estructural se calculó considerando el comportamiento sísmico y el estado actual de la edificación. Los parámetros utilizados fueron adaptados para construcciones aporticadas según la propuesta de Taque y col. (2005); citada por Mosqueira (2012), aplicados a edificaciones de albañilería confinada, dado que la vulnerabilidad no estructural se determinó en función de la estabilidad de tabiques.

Figura 1

Gráfico resumen de propuesta de metodología por Mosqueira para la presente tesis



Así mismo, el ingeniero Dr. Ing. Miguel Mosqueira, utiliza en su metodología los parámetros utilizados para calcular el espectro de pseudo aceleración especificados en la norma técnica de edificación E.030 “Diseño Sismorresistente”, que se va explicar en el punto 2.2.5.1. de comportamiento sísmico.

2.2.5 Vulnerabilidad sísmica.

Es el grado de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación realizada por el hombre, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción. (Kuroiwa, 2002)

De acuerdo a la metodología del Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno (2012) la vulnerabilidad sísmica se determina sustituyendo los valores obtenidos de la evaluación de la edificación en la siguiente fórmula:

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.60 (\text{comportamiento sísmico}) + 0.30 (\text{estado actual}) + 0.10 (\text{estabilidad. De tabiques})$$

.....(1)

2.2.5.1 Comportamiento sísmico.

El comportamiento sísmico se refiere a la capacidad de mantener sus funciones principales (seguridad y serviciabilidad) de una estructura antes y después de un sismo, para calcularlo se realiza un análisis sísmico, que para la presente investigación se utilizará la aceleración espectral y un software computacional.

2.2.5.1.1 Aceleración Espectral.

Para simular el sismo, la norma técnica de edificaciones E.030, diseño sismorresistente, permite hacerlo a través de un espectro de pseudo aceleración. (MVCS, 2019)

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g \dots\dots(2)$$

Donde:

Sa = Aceleración espectral.

Z = Factor de zona.

U = Factor de uso.

S = Factor de suelo.

C = Factor de amplificación.

R = Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

g = aceleración de gravedad.

2.2.5.1.2 Factor de zona.

Este factor se otorga según la zona sísmica en la que se encuentre la edificación.

Se puede definir como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, con una probabilidad de 10 % de ser superada en un periodo de 50 años. El factor Z se manifiesta como una fracción de la aceleración de la gravedad. (MVCS, 2019)

Tabla 4

Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 1. FACTORES DE ZONA "Z" de la norma técnica E.030.

(MVCS, 2019).

Figura 2

Zonas sísmicas del Perú



NOTA. Adaptación de la FIGURA N°1 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

2.2.5.1.3 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

El factor de uso e importancia (U) se establece según la categoría de la edificación indicada en la norma técnica E.030. Se realiza la adaptación de la Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U” (MVCS, 2019); para la presente investigación solo nos interesa la definición de las Edificaciones Esenciales Tipo A:

Edificaciones Esenciales “TIPO A” (Factor de U: 1.5)

A1: Establecimientos del sector salud (tanto privados como públicos) del segundo y tercer nivel, conforme a lo establecido por el Ministerio de Salud. (Nota 1: Las nuevas construcciones de categoría A1 deben contar con aislamiento sísmico en la base si están ubicados en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede optar por usar o no aislamiento sísmico. Si no se implementa aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5).

A2: Son edificaciones clave para la gestión de emergencias, el funcionamiento del gobierno y, en general, aquellas que puedan servir como refugio tras un desastre. Dentro de esta categoría se incluyen las siguientes construcciones: establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1, estaciones ferroviarias de pasajeros, aeropuertos, puertos, sistemas masivos de transporte, centrales de comunicaciones, locales municipales, estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y la policía, reservorios y plantas de tratamiento de agua, instalaciones de generación y transformación de electricidad, institutos superiores tecnológicos y universidades, **instituciones educativas**, así como edificaciones cuyo colapso pueda generar un riesgo adicional, como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos, y edificios que almacenen archivos e información esencial del estado.

También existen de acuerdo al reglamento: Edificaciones Importantes “Tipo B” con un factor de U:1.3, Edificaciones Comunas “Tipo C” con un factor de U:1.0 y Edificaciones Menores “Tipo D”.

2.2.5.1.4 Perfiles de suelo.

De acuerdo a la norma técnica E.030 (MVCS, 2019), los tipos de perfiles de suelos son cinco: Perfil de suelo tipo S_0 roca dura, perfil de suelo tipo S_1 roca o suelos muy rígidos, perfil de suelo tipo S_2 suelos intermedios, perfil de suelo tipo S_3 suelos blandos y perfil de suelo S_4 suelos en condiciones excepcionales. Para la investigación actual, solo nos interesa conocer la descripción del perfil de suelo tipo S_3 , ya que de acuerdo al Anexo A, Estudio de mecánica de suelos, el suelo de estudio presenta las características de ese tipo.

Perfil de suelo tipo S_3 : suelos blandos.

Este tipo corresponde a suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_S , menores o iguales a 180 m/s, incluyendo aquellos casos donde se cimienta sobre:

- a) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} inferiores a 15.
- b) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , oscila entre 25 KPa (0,25 Kg/cm²) y 50 KPa (0,5 Kg/cm²), y presenta un aumento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- c) Cualquier perfil que no se ajuste al tipo S_4 y que tenga más de 3 metros de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_i mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40% y resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , menor a 25 KPa.

Tabla 5*Clasificación de los perfiles de suelo*

Perfil	\bar{V}_S (velocidad de propagación de onda de corte)	\bar{N}_{60} (SPT-ensayo de penetración estándar)	\bar{S}_u (resistencia al corte en condición no drenada)
S ₀	>1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 KPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 KPa a 50 KPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 2 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

2.2.5.1.5 Parámetros de sitio (S, TP y TL).

Se selecciona el tipo de perfil de suelo que mejor describa las condiciones locales, utilizando los valores correspondientes del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L establecidos en las Tablas 6 y 7.

Tabla 6*Períodos "T_P" y "T_L"*

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 4 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

Tabla 7*Factor de suelo "S"*

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
	Z ₄	0,80	1,00	1,05
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 3 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

2.2.5.1.6 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones: (MVCS, 2019)

$$T < T_P \quad C = 2.5 \quad \dots\dots(3)$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5x \left(\frac{T_P}{T} \right) \quad \dots\dots(4)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5x \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right) \quad \dots\dots(5)$$

T = Periodo de la estructura.

Se entiende este coeficiente, como el factor que multiplica la aceleración de la estructura en comparación con la aceleración del suelo.

Periodo fundamental de vibración.

El período fundamental de vibración en cada dirección se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad \dots\dots(6)$$

Donde:

h_n = Altura total del edificio en metros.

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

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

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

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

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

2.2.5.1.7 Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_0).

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la siguiente tabla 5. (MVCS, 2019)

Si la edificación presenta más de un sistema estructural, de acuerdo a la dirección de análisis, se selecciona el coeficiente R_0 más bajo que corresponda.

Tabla 8

Sistemas Estructurales

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7 (**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 7 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

En las estructuras que no tienen irregularidades, como es el caso del Pabellón A y Pabellón B, los factores de I_a e I_p serán igual a 1,0.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \dots\dots(7)$$

R = coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

2.2.5.2 Derivas de entrepiso.

Para controlar el daño en edificaciones o estructuras, las normativas de diseño sismorresistente han establecido la necesidad de fijar límites máximos para los desplazamientos laterales y contar con procedimientos adecuados para calcular estas deflexiones. Un parámetro comúnmente utilizado es la deriva de entrepiso, cuyo valor máximo depende de varios factores, como el tipo de sistema estructural para cargas laterales, el material estructural, el nivel de detalle de los elementos estructurales, la carga axial en el entrepiso y el grado de daño que se está dispuesto a considerar en la estructura. (Andrade (2004) citado por Gonzáles (2017))

2.2.5.3 Desplazamientos laterales relativos admisibles.

El desplazamiento relativo máximo de entrepiso, calculado según lo descrito en el punto 2.2.5.2, no debe superar la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) especificada en la Tabla 9.

Tabla 9

Límites para la distorsión del entrepiso

Material predominante	(Δ_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

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 11 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

2.2.5.4 Distorsión o deriva de entrepiso.

$$\Delta = \Delta_i/h_{ei} \dots\dots(8)$$

Donde:

h_{ei} : Altura del entrepiso i

Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel i.

2.2.5.5 Comportamiento de vigas.

2.2.5.5.1 Cargas a las que se someten las vigas.

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma Técnica de Edificaciones E.060 (MVCS, 2009), Concreto Armado, se tienen combinaciones de cargas

propuestas con las cuales se genera una envolvente con los valores máximos positivos y negativos de las fuerzas internas que se generan.

$$Mu = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV} \dots\dots(9)$$

$$Mu = 1.25(M_{CM} + M_{CV}) \pm M_{CS} \dots\dots(10)$$

$$Mu = 0.9M_{CM} \pm M_{CS} \dots\dots(11)$$

Donde:

M_{CM} = Momento actuante por carga muerta.

M_{CV} = Momento actuante por carga viva.

M_{CS} = Momento actuante por carga de sismo.

Mu = Momento último actuante.

2.2.5.5.2 Cálculo de Momento Nominal Resistente de la sección:

Inicialmente se supone que el esfuerzo en el acero de compresión corresponde a la fluencia ($f'_s = f_y$). De la figura 2, sumando las fuerzas horizontalmente en el diagrama de fuerzas y sustituyendo $\beta_1 c$ en lugar de a conduce a: (McCormac y Brown (2011); citado por Gonzáles, (2017))

$$A_s f_y = 0.85 f'_c b \beta_1 c + A'_s f_y \dots\dots(12)$$

$$c = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 f'_c \beta_1} \dots\dots(13)$$

$$a = 0.85(c) \dots\dots(14)$$

Donde:

f'_c = Resistencia a compresión del concreto.

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero.

A_s = Acero en tracción.

A'_s = Acero en compresión.

b = Ancho de la sección.

a = Altura del bloque en compresión.

Refiriéndose al diagrama de deformaciones unitarias en la Figura 3, y haciendo uso de triángulos semejantes:

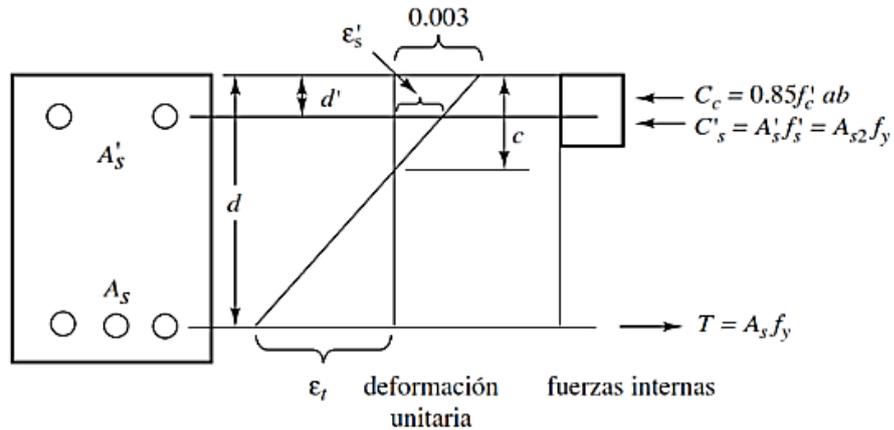
$$\epsilon'_s = \frac{c - d'}{c} 0.003 \quad \dots\dots(15)$$

Si la deformación unitaria en el acero en compresión, ϵ'_s , es mayor que $\epsilon_y = f_y/E_s$, la hipótesis se considera válida y f'_s corresponde a la fluencia, f_y . Si ϵ'_s es menor que ϵ_y , el acero en compresión no está fluyendo, y el valor de c calculado previamente no es correcto. Debe escribirse una nueva ecuación de equilibrio que suponga que $f'_s < f_y$. (McCormac y Brown (2011), citado por Gonzáles (2017)).

$$A_s f_y = 0.85 f'_c \beta_1 c b + A'_s \left(\frac{c - d'}{c} \right) (0.003) E_s \quad \dots\dots(16)$$

Figura 3

Diagrama de deformaciones unitarias



NOTA. Figura adaptada de “Diseño de Concreto Reforzado”. McCormac y Brown, (2011);

citado por Gonzáles (2017).

$$A_{S1} = A_S - A_{S2} \quad \dots\dots(17)$$

$$A_{S2} = \frac{A'_S f'_s}{f_y} \quad \dots\dots(18)$$

Luego la resistencia por momento de diseño es: (McCormac y Brown (2011); citado por Gonzáles, (2017))

$$\phi M_n = \phi \left[A_{S1} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_S f'_s (d - d') \right] \quad \dots\dots(19)$$

Donde:

Mn = Momento nominal resistente.

f's = Esfuerzo del acero en compresión.

As = Acero en tracción.

A's = Acero en compresión.

d = Peralte efectivo.

d' = Peralte efectivo del acero en compresión.

2.2.5.5.3 Comprobación de la resistencia adecuada de las vigas.

Para determinar si las secciones de las vigas existentes son las adecuadas se utiliza la fórmula propuesta en el RNE en la Norma Técnica de Edificaciones E.060, Concreto Armado. (MVCS, 2009)

$$M_n \geq \frac{M_u}{0.9} \dots\dots(20)$$

Donde:

M_n = Momento nominal resistente.

$0.9 M_n$ = Momento último resistente.

M_u = Momento último actuante.

Luego se concluye en las siguientes relaciones:

Si $0.9 M_n \geq M_u$, la sección de la viga es adecuada.

Si $0.9 M_n < M_u$, la sección de la viga es inadecuada.

2.2.5.6 Desempeño de columnas.

2.2.5.6.1 Determinación de la cantidad requerida de acero en columnas.

El área de acero necesario sin considerar cargas de sismo se encuentra de acuerdo con lo propuesto por el reglamento nacional de edificaciones, Norma Técnica E.060 para elementos con estribos sometidos a compresión con carga excéntrica, de la siguiente ecuación se despeja el Ast. (Mosqueira Moreno, 2012)

$$\phi P_n = 0.8\phi [0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}f_y] \dots\dots(21)$$

Donde:

ϕP_n = Resistencia de diseño.

f'_c = Esfuerzo del concreto a compresión.

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero.

A_g = Área de la sección transversal.

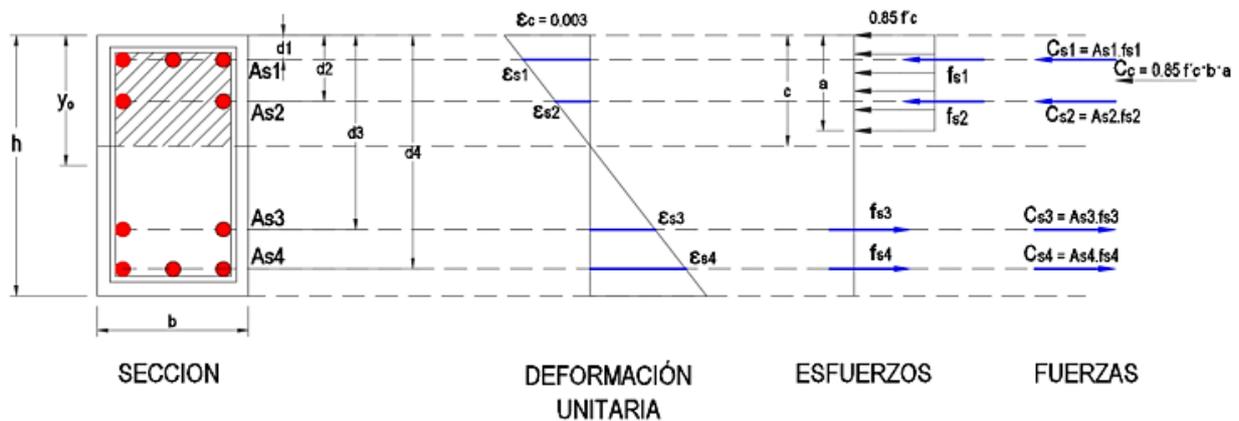
A_{st} = Área total del refuerzo en una sección (Acero necesario)

Para el cálculo del acero requerido considerando los efectos de sismo, se utiliza lo propuesto en el reglamento nacional de construcción para elementos sometidos a flexo compresión (Figura 4) y flexión biaxial, en la cual se determina el acero requerido mediante el uso de diagramas de iteración y ábacos. (Mosqueira Moreno, 2012)

En la Figura 4 se ilustran las fuerzas y las deformaciones correspondientes a cada capa de acero en la sección de la columna.

Figura 4

Elementos sometidos a flexo compresión



NOTA. Figura adaptada de “Diseño en Concreto Armado”. ICG. Lima, Perú (2006), citada por Mosqueira (2012).

2.2.5.6.2 Determinación de la cantidad de acero presente en las columnas.

Se calcula considerando la cantidad y el diámetro de las barras de acero de refuerzo presentes en la sección. Para ello, se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10

Barras de acero de refuerzo

N°	Diámetro (∅) pulg.	Área (cm ²)
2	1/4"	0.32
3	3/8"	0.71
4	1/2"	1.29
5	5/8"	1.99
6	3/4"	2.84
8	1"	5.1

NOTA. Adaptada de TABLA 2.5 de tesis doctoral de Mosqueira (2012).

2.2.5.6.3 Comprobación de la cantidad de acero adecuada de las columnas.

Después de analizar las cantidades de acero existente y requerido, se puede concluir lo siguiente:

Si **el acero necesario es menor o igual al acero existente**, la sección de concreto armado de la columna es adecuada.

Si **acero necesario es mayor que el acero existente**, la sección de concreto armado de la columna no es adecuada.

2.2.5.7 Estado actual de la edificación.

El estado actual de la edificación (buena, regular, o mala calidad) se evalúa teniendo en cuenta las fisuras y/o grietas, las deflexiones y asentamientos en tabiques, vigas y columnas. (Paredes Morales, 2015)

2.2.5.8 Estabilidad de tabiques.

La evaluación de la estabilidad de tabiques, se basa en la comparación del momento actuante debido a cargas perpendiculares al plano del muro (San Bartolomé (1998) citado por Paredes Morales (2015)) y el momento resistente paralelo al plano del muro. Para calcular el momento actuante se empleó la metodología propuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma Técnica E.070 Albañilería (MVCS, 2006)

2.2.5.8.1 Cálculo de momento actuante.

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_a , en kg-m/m), producido por la carga sísmica " ω ", se calculará mediante la siguiente fórmula: (MVCS, 2006)

$$M_a = m * \omega * a^2 \quad \dots\dots(22)$$

Donde:

M_a = Momento actuante (KN - m/ml).

m = Coeficiente de momentos. (Tabla 9)

a = Dimensión crítica del paño de albañilería en metros

ω = Carga sísmica por metro cuadrado de muro (KN/m²)

El cálculo de la magnitud de carga " ω " se hará con la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{F}{Lxh} \dots\dots(23)$$

Donde:

F = Fuerza de diseño de tabiques.

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). (MVCS, 2019)

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e \dots\dots(24)$$

Donde:

F = Fuerza sísmica horizontal de diseño.

Fi = Fuerza sísmica en el nivel "i".

C1 = Coeficiente sísmico. (Tabla 11)

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: (MVCS, 2019)

$$F = 0.5 * Z * U * S * P_e \dots\dots(25)$$

Donde:

Z = Factor de zona.

U = Factor de uso.

S = Factor de suelo.

Pe = Peso del tabique.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel "i", correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante: (MVCS, 2019)

$$F_i = a_i \cdot V \quad \dots\dots(26)$$

$$a_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot (h_j)^k} \quad \dots\dots(27)$$

Donde:

a_i = 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 fundamental de vibración de la estructura "T", en la dirección considerada.

Para el cálculo del exponente "k", se consideran las siguientes ecuaciones: (MVCS, 2019)

Para $T \leq 0.5$ seg: **k = 1**

Para $T > 0.5$ seg: **k = 0.75 + 0.5 (T) ≤ 2.0**

El peso volumétrico de la albañilería (γ) puede adoptarse como 1800 kg/m^3 para la albañilería confinada de arcilla o sílico-calcárea y 2000 kg/m^3 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^3 cuando el muro está completamente relleno con grout y 2000 kg/m^3 cuando el muro está parcialmente relleno. (San Bartolomé (2008), citado por Gonzáles, (2017)).

Tabla 11

Valores de C_1

Valores de C_1	
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

NOTA. Adaptación de la Tabla N° 12 de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019).

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 (Gonzáles Vásquez, 2017)

Tabla 12

Valores del coeficiente "m"

VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m" Y DIMENSIÓN CRÍTICA "a"									
CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a	Menor dimensión								
b/a	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	3.00	∞	
m	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.1180	0.1250	
CASO 2: MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a	Longitud del borde libre								
b/a	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.50	2.00	∞
m	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133

**CASO 3: MURO ARRIOSTRADO SÓLO EN SUS BORDES
HORIZONTALES**

a Altura de muro

m 0.125

CASO 4: MURO EN VOLADIZO

a Altura de muro

m 0.500

NOTA: Adaptación de la Tabla N° 12 de la norma técnica E.070. (MVCS, 2006)

2.2.5.8.2 Cálculo de momento resistente.

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión del muro (M_r) se utilizó la siguiente fórmula. (Mosqueira y Tarque (2005); citado por Gonzáles (2017))

$$M_r = 1.703 * t^2 \dots\dots(28)$$

Donde:

M_r = Momento resistente a tracción por flexión en Kg-m/m

t = Espesor bruto del muro en metros.

2.2.5.8.3 Comprobación de la inestabilidad de tabiques.

Después de calcular los valores de M_a (momento actuante) y M_r (momento resistente), se llegan a las siguientes conclusiones:

Si M_a es menor o igual a M_r , el tabique es estable.

Si M_a es mayor que M_r , el tabique es inestable.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Vulnerabilidad sísmica.

Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, 2002)

2.3.2 Intensidad Sísmica.

La intensidad es la medida o estimación empírica de la vibración o sacudimiento del suelo. La intensidad de un sismo se mide teniendo en cuenta los daños causados en las edificaciones y en la naturaleza a través de cómo el hombre percibe las vibraciones sísmicas. (Kuroiwa, 2002)

2.3.3 Zona de alta sismicidad.

Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,4 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años, siendo la zona III de alta sismicidad (Mosqueira Moreno, 2012)

2.3.4 Espectro de Pseudo Aceleración.

Son los valores máximos o picos de la respuesta estructural, fuerza restitutiva, el desplazamiento o la aceleración para todo un grupo de estructuras de igual periodo y amortiguamiento (Muñoz Pelaez, 2004)

2.3.5 Ensayo de Esclerometría.

Este procedimiento de prueba permite evaluar la uniformidad de la superficie del concreto, identificar áreas deterioradas o de calidad incierta, y también puede ser utilizado para

estimar la resistencia del concreto en el lugar. Este ensayo se basa en la norma técnica ASTM C805 (ICCG, 2018)

2.3.6 Colapso.

La estructura ha perdido casi toda o toda su rigidez y resistencia original (Muñoz Pelaez, 2004)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Ubicación geográfica.

La ejecución de la presente tesis se realizó en la EESPP “Nuestra Señora de Chota, ubicada en la ciudad de Chota en la dirección Jr. Atahualpa Nro. 106, del distrito y provincia de Chota, Región de Cajamarca, país de Perú

Figura 5

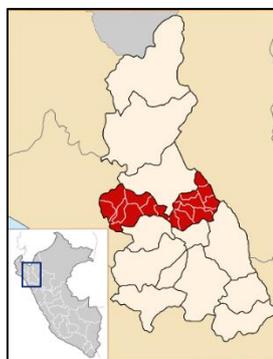
Región de Cajamarca (de rojo) en el mapa del Perú



NOTA. Extraído de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9394987> (2010).

Figura 6

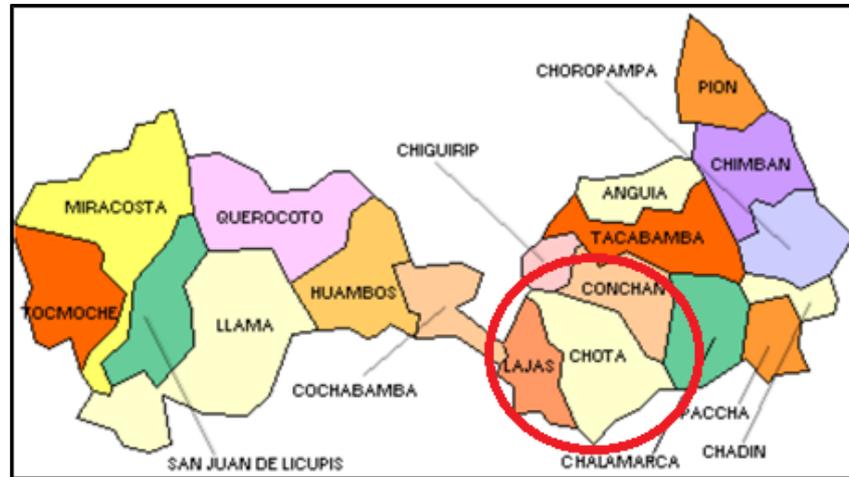
Provincia de Chota (de rojo) en el mapa de la Región de Cajamarca



NOTA. Extraído de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3269719> (2007).

Figura 7

Distrito de Chota (círculo rojo) en el mapa de la provincia de Chota



NOTA. Extraído de https://chota.webcindario.com/9_Datos_generales.htm (2007).

3.1.2 Época de la investigación

La ejecución de la tesis tuvo un periodo de duración de 19 meses, que comienza desde el mes de febrero del 2023 con la aprobación del proyecto de tesis, hasta la presentación de la misma en agosto del 2024.

3.1.3 Población de estudio

La población de estudio se encuentra constituida por todos los pabellones que conforman la EESPP “Nuestra Señora de Chota”.

3.1.4 Muestra de estudio

Se tiene una muestra no probabilística, por conveniencia siendo la muestra conformada por los pabellones más antiguos de la escuela: Pabellón A y Pabellón B de la EESPP “Nuestra Señora de Chota”.

3.1.5 Unidad de análisis.

Los pabellones A y B de la EESPP “Nuestra Señora de Chota”.

3.1.6 Unidad de observación.

La estructura de los pabellones A y B de la EESPP “Nuestra Señora de Chota”.

3.2 Métodos

3.2.1 Tipo de investigación.

La investigación es del tipo aplicada porque permite identificar y describir cual es el grado de la vulnerabilidad sísmica de acuerdo a sus dimensiones que son inestabilidad de tabiques, estado actual y comportamiento sísmico, además, que permitirá tomar acciones a las autoridades implicadas en caso de que se presente un sismo.

3.2.2 Nivel de la investigación.

El nivel de la investigación es descriptivo porque se determinará el comportamiento de las estructuras.

3.2.3 Diseño de la investigación.

Tendrá un diseño no experimental transversal, dado que se obtendrá información sin manipular los valores de las dimensiones, es decir, tal y como se manifiestan en la realidad.

3.2.4 Método de la investigación.

El método utilizado en la investigación es mixto porque se utilizaron características cualitativas y cuantitativas para realizar la descripción de la estructura del edificio de los pabellones.

3.2.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

Para recolectar las medidas de los elementos estructurales de los pabellones y dimensiones de sus tabiques, su técnica es la recopilación de datos de metrados en campo y su instrumento es la wincha o distanciómetro.

Para la medición de la resistencia a la compresión in situ de las vigas y columnas, la técnica es la recopilación de datos en campo tanto en vigas y columnas de los pabellones y su instrumento es el esclerómetro.

Para la obtención de datos de mecánicas de suelos, la técnica es obtención de muestras en campo a través de una calicata y sus instrumentos son los equipos necesarios para el estudio de mecánica de suelos.

Para realizar el análisis del estado actual de los pabellones, la técnica es la observación directa y el instrumento es la cámara fotográfica del celular.

Para el cálculo de cargas estructurales de los pabellones, la técnica es la aplicación de las normas técnicas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones como la E.020 cargas y el instrumento es un software computacional como el Excel.

Para obtener los datos necesarios para evaluar el comportamiento sísmico, la técnica es la aplicación de las normas técnicas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones como la E.030 diseño sismorresistente y el instrumento es un software

computacional que permite realizar los modelamientos de los pabellones como el SAP2000 versión 23.2.

3.2.6 Análisis de datos y presentación de resultados.

El análisis de la información recopilada se realizará el procesamiento de datos y modelamiento, para tener una información depurada y relevante tanto para la vulnerabilidad estructural como la vulnerabilidad no estructural.

Modelamiento, simulación y análisis de las estructuras con el apoyo de software especializados en cálculo estructural, ingresando de esta manera todas las características tanto de resistentes como las acciones sobre las estructuras, para diversos escenarios de carga para obtener la respuesta que será evaluada.

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, se procede a usar la metodología propuesta por el ingeniero Mosqueira Moreno (2012), teniendo diversos resultados para la vulnerabilidad sísmica (alta, media o baja), nos guiamos de las siguientes tablas:

Tabla 13

Criterios para analizar la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad estructural				Vulnerabilidad no estructural	
Comportamiento sísmico (60%)		Estado actual (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

NOTA. Adaptada de la TABLA 2.8 de la tesis doctoral de Mosqueira (2012).

Los valores asignados de acuerdo a la Tabla 10, son elegidos de acuerdo al criterio del tesista y son reemplazados en la ecuación (1) para obtener el valor numérico de la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 14

Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

NOTA. Adaptada de la TABLA 2.9 de la tesis doctoral de Mosqueira Moreno (2012).

Presentación de Resultados de forma detallada en tablas y gráficas, de los índices de seguridad de los elementos, de la estructura y de toda la muestra estudiada. Entonces los resultados se interpretarán teniendo en cuenta parámetros o índices de estudios y normas técnicas del reglamento nacional de edificaciones como la E.020 cargas, E.030 diseño sismorresistente, la E.060 concreto armado y la E.070 albañilería.

3.3 Presentación de resultados

3.3.1 Descripción de las edificaciones en estudio.

Los edificios a analizar corresponden a los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica “Nuestra Señora de Chota”.

El sistema estructural al que corresponden las edificaciones es de tipo aporticado con presencia de muros estructurales de concreto armado de 2 niveles.

La construcción de los pabellones A y B se concluyó en el año 1967, de acuerdo a la memoria descriptiva obtenida de la época.

Los muros y tabiques de albañilería son de ladrillo lleno de arcilla cocida en todo el edificio, los muros portantes son de ladrillo de 6 x 12 x 24 cm y los muros de tabiquería son de 6 huecos de 10 x 12 x 24 cm (ver Anexo E.), los entrepisos están constituidos por losas aligeradas armadas en una dirección y ladrillo hueco de arcilla de 0,30m X 0,30m X 0,20m.

El techo de estos pabellones consiste en una cubierta de calamina metálica sobre una estructura de vigas de madera. La comunicación entre los diferentes pisos o niveles se realiza a través de escaleras de concreto armado con forma de “U”, dentro de los pabellones.

Figura 8

Exterior de Pabellón A de la escuela de educación superior pedagógica “Nuestra Señora de Chota”



Figura 9

Exterior de Pabellón B de la escuela de educación superior pedagógica “Nuestra Señora de Chota”



Tabla 15

Ambientes que presenta el pabellón A por cada piso

PABELLÓN A	
Primer Piso:	Segundo Piso:
- Ambiente de bajo de las gradas-tópico	- Aula 201 Matemática I
- Aula 102 Ed. Inicial III	- Aula 202 Matemáticas VI
- Jefaturas Académicas	- Secretaría general
- Ed. Física V	- Dirección
- Sala de cómputo II	- Unidad académica
- Aula 103 Ed. Inicial VI	- Unidad administrativa
- Aula 104 Ed. Inicial VI	- Coordinación de calidad
- Sala de cómputo I	- SS.HH. Docentes y administrativos
- Laboratorio de Inglés	- Almacén
- Mesa de partes	- Aula 203 Ed. Religiosa I
- Secretaría académica de grados y títulos	- Aula 204 Ed. Física I
- Tesorería	- Aula 205 Comunicación VIII
- SS.HH. Docentes y administrativos	- Aula 206 Comunicación V

Tabla 16

Ambientes que presenta el pabellón B por cada piso

PABELLÓN B	
Primer piso:	Segundo piso:
- Pastoral, tutoría y bienestar	- Salas docentes
- Ambiente debajo de las gradas - lactario	- Museo
- Biblioteca	- Centro de recursos programas
- Sala de lectura	- Aula 207 Ed. Inicial I
- Aula 106 Ed. Primaria VIII	- Centro de recursos primaria
- SS.HH. Damas	- Psicopedagogía
- Pasivo	

Se presentan los datos del número de estudiantes, total de secciones y personal docente y administrativo que ocupan los espacios de la EESPP “Nuestra Señora de Chota”, con la finalidad para tener conocimiento del número de vidas humanas que pueden estar en riesgo ante un evento sísmico.

Tabla 17

Estudiantes matriculados: según ciclos y programas para el periodo académico 2024 – I

N°	CICLO Y ESPECIALIDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1	I EDUCACIÓN INICIAL			30
2	I EDUCACIÓN SECUNDARIA: MATEMÁTICA			30
3	I EDUCACIÓN FÍSICA			30
4	I EDUCACIÓN RELIGIOSA			30
5	III EDUCACIÓN INICIAL		32	32
6	III IDIOMAS, ESPECIALIDAD: INGLÉS	10	16	26
7	III EDUCACIÓN PRIMARIA	21	8	29
8	V EDUCACIÓN SECUNDARIA: COMUNICACIÓN	10	26	36
9	V EDUCACIÓN FÍSICA	18	12	30
10	V IDIOMAS, ESPECIALIDAD: INGLÉS	10	23	33
11	VI EDUCACIÓN INICIAL		31	31
12	VI EDUCACIÓN SECUNDARIA: MATEMÁTICA	21	10	31
13	VIII EDUCACIÓN SECUNDARIA: COMUNICACIÓN	20	6	26
14	VIII EDUCACIÓN INICIAL		28	28
15	VIII EDUCACIÓN PRIMARIA	10	14	24
16	X EDUCACIÓN RELIGIOSA		1	1
	TOTAL	120	207	447

NOTA. Los datos de la tabla fueron adquiridos en abril del 2024. Del área de Secretaría Académica del EESPP "NSCH".

Tabla 18

Resumen general de personas y secciones que ocupan los espacios del EESPP "NSCH"

RESUMEN GENERAL	
Total, Alumnos	447
Total, Secciones	16
Personal docente y administrativo	41

NOTA. Los datos de personal docente y administrativo fueron proporcionados el mes de abril del 2024. De la dirección del EESPP "NSCH".

3.3.2 Propiedades de los materiales.

3.3.2.1 Características y Detalles Técnicos del Concreto

3.3.2.1.1 Resistencia a la compresión de vigas y columnas

Para el modelado, se utiliza el 90% de la resistencia obtenida mediante el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia del concreto en columnas y vigas, teniendo los mismos valores para el pabellón A y el pabellón B:

Columnas: $90\% f'c = 302.86 \text{ Kg/cm}^2$

Vigas: $90\% f'c = 247.79 \text{ Kg/cm}^2$

3.3.2.1.2 Propiedades del concreto de los pabellones A y B:

Tabla 19

Propiedades del concreto

Módulo de elasticidad	Columnas: E = 261043.10 Kg/cm ² Vigas: E = 236120.20 Kg/cm ²
Peso específico	γ = 2400 Kg/m ³
Recubrimiento	Columnas: 2 cm Vigas: 2 cm

Siendo:

$$E = 15000 \sqrt{f'c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \dots\dots(29)$$

3.3.2.2 Propiedades y especificaciones técnicas del acero.

Tabla 20

Propiedades del acero

Esfuerzo de fluencia	F _y = 1260 Kg/cm ² (Ver Anexo D.)
Peso específico	γ = 7850 Kg/m ³
Módulo de elasticidad	E = 2 x 10 ⁷ Tn/m ²

3.3.3 Metrado de cargas.

Las cargas a las que se somete la edificación se obtuvieron de acuerdo a lo estipulado en la norma técnica E.020 para cargas muertas, vivas y vivas de techo.

3.3.4 Modelo de la estructura

El modelo simplificado de la estructura en el software computacional SAP2000, se construye a partir de los datos extraídos de los planos del edificio, ensayo de esclerometría efectuado y el cálculo de cargas.

En el caso de edificaciones clasificadas en la categoría “A” según la norma E.030, el peso de la estructura se calcula añadiendo a la carga permanente y total del edificio, el 25% de la carga correspondiente al techo y el 50% de la carga viva .

Además, se considera que la estructura está fija en la base.

$$P = PP + CM + 0.5 CV + 0.25 CVT \quad \dots\dots(30)$$

Donde:

P = Peso de la edificación

PP = Peso propio

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

CVT = Carga viva de techo

3.4 Comportamiento sísmico de los edificios

3.4.1 Comprobación de derivas entrepisos

Posteriormente, se muestran los resultados del modelado de la estructura, comprobando que las derivas entre los niveles o pisos sean inferiores a 0.007, el límite permitido por la norma para las estructuras de concreto armado.

3.4.1.1 Derivas de entrepiso en la dirección X, para pabellón A.

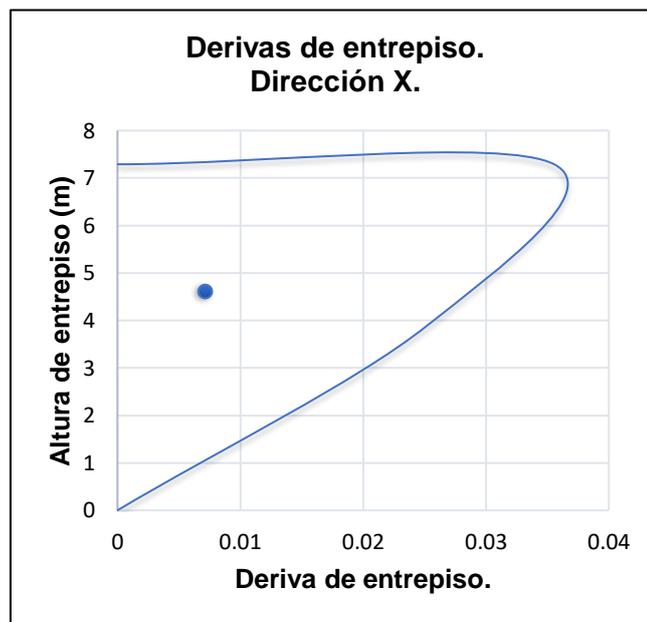
Tabla 21

Comprobación de derivas de entrepiso en la dirección X, pabellón A

NIVEL	Altura (m)	Drift SAP2000	Deriva (Drift*0.75*R)	Verificación (Deriva <0.007)
1	3.89	0.006	0.025	No cumple
2	7.29	0.008	0.036	No cumple

Figura 10

Derivas de entrepisos en la dirección X, pabellón A



3.4.1.2 Derivas de entrepiso en la dirección Y, para pabellón A.

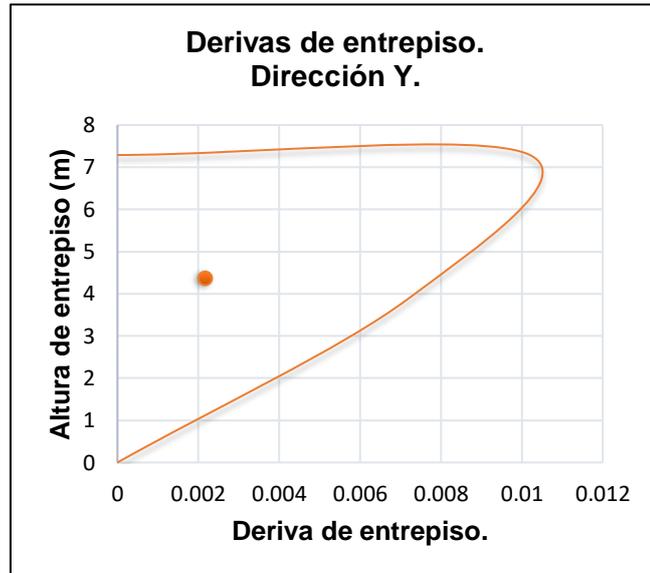
Tabla 22

Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y, pabellón A

NIVEL	Altura (m)	Drift SAP2000	Deriva (Drift*0.75*R)	Verificación (Deriva <0.007)
1	3.89	0.001	0.0072	No cumple
2	7.29	0.002	0.010	No cumple

Figura 11

Derivas de entrepisos en la dirección Y, pabellón A



3.4.1.3 Derivas de entrepiso en la dirección X, para pabellón B.

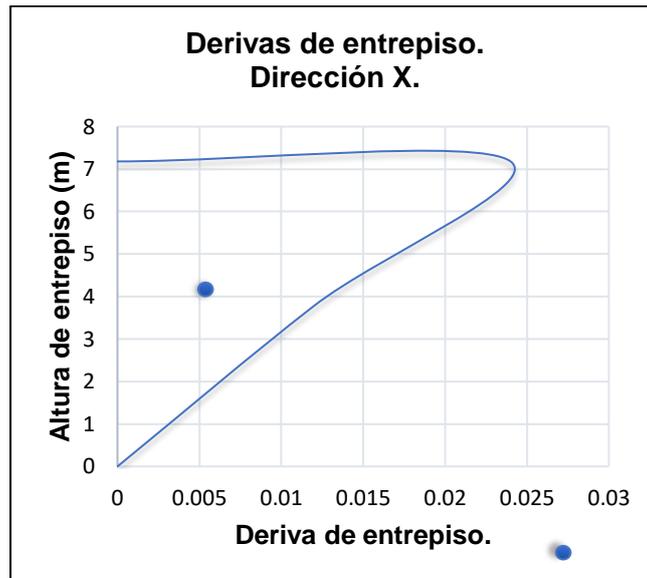
Tabla 23

Verificación de derivas de entrepiso en la dirección X, pabellón B

NIVEL	Altura (m)	Drift SAP2000	Deriva (Drift*0.75*R)	Verificación (Deriva <0.007)
1	3.78	0.002	0.012	No cumple
2	7.18	0.004	0.024	No cumple

Figura 12

Derivas de entrepisos en la dirección X, pabellón B



3.4.1.4 Derivas de entrepiso en la dirección Y, para pabellón B.

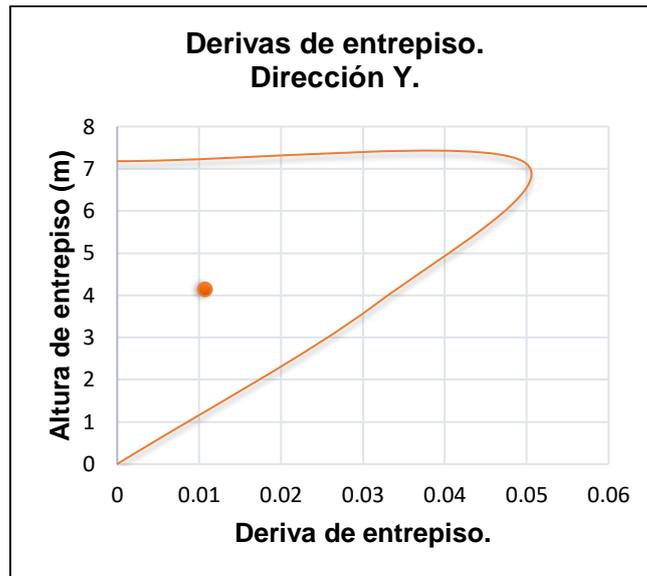
Tabla 24

Verificación de derivas de entrepiso en la dirección Y, pabellón B

NIVEL	Altura (m)	Drift SAP2000	Deriva (Drift*0.75*R)	Verificación (Deriva <0.007)
1	3.78	0.007	0.0315	No cumple
2	7.18	0.011	0.050	No cumple

Figura 13

Derivas de entrepisos en la dirección Y, pabellón B



3.4.2 Resultados de los parámetros de la norma técnica E.030 y espectro de pseudo aceleración.

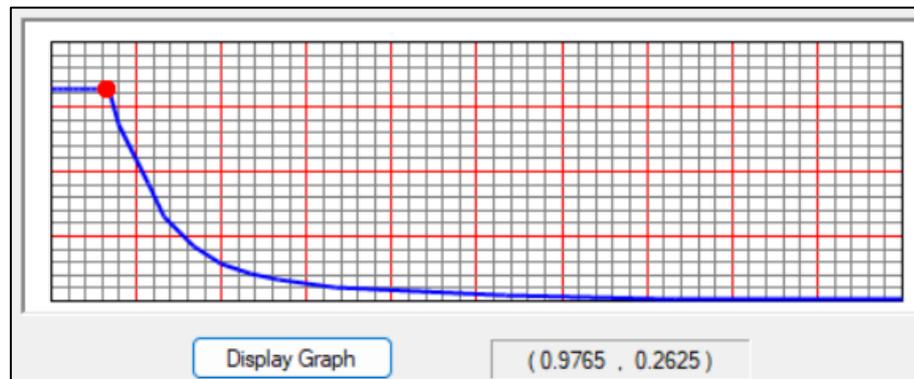
Tabla 25

Parámetros de la norma técnica E.030

ÍTEM	PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de zona	Z	0.35	Para la provincia de Chota, ubicada en la zona 3
Factor de uso	U	1.5	Para la categoría A2 (instituciones educativas)
Factor de amplificación sísmica	C	2.5 (Tp/T)	Factor de amplificación permite determinar la respuesta estructural en relación a la aceleración del suelo
Factor de suelo	S	1.20	Para suelos blandos (Tipo S3)
Periodo que define la plataforma del espectro	Tp	1.00	Depende del factor S
Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	Ro X	6.00	Para un sistema estructural de muros estructurales de concreto armado
	Ro Y	8.00	Para un sistema estructural de pórticos de concreto armado
Aceleración espectral	Sa	(ZUCS)*g/R	Es la definición del espectro de pseudo aceleración

Figura 14

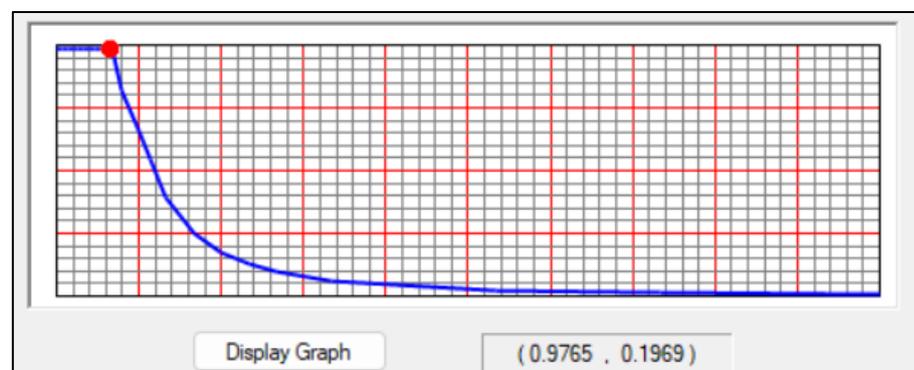
Gráfico de espectro de pseudo aceleración, para el eje X-X



NOTA. Figura adaptada de software computacional SAP2000.

Figura 15

Gráfico de espectro de pseudo aceleración, para el eje Y-Y



NOTA. Figura adaptada de software computacional SAP2000.

3.4.3 Comprobación del comportamiento de vigas.

Se calcularon los momentos actuantes y los momentos resistentes para cada viga, con el propósito de comprobar si el comportamiento de las vigas es el correcto.

Se calcularon con las fórmulas de base teórica, los momentos resistentes; mientras que, los momentos actuantes se determinaron del modelamiento estructural que fueron realizados en el software computacional SAP2000.

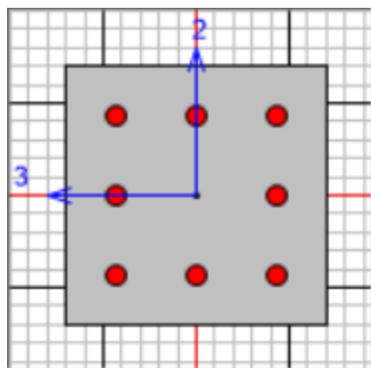
Asimismo, se detallan los datos obtenidos para las secciones de cada viga de los pabellones A y B:

3.4.3.1 Momento nominal actuante y resistente en vigas, en el pabellón A:

3.4.3.1.1 Vigas en techo del primer piso:

Figura 16

Sección de las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (35 cm x 35 cm)



8 varillas de $\phi 5/8''$ (puntos rojos)

NOTA. Figura adaptada del software computacional SAP2000.

Tabla 26

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso), del eje A al E

SECCIÓN	A	A-B	B	B	B-C	C	C	C-D	D	D	D-E	E
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-9.00	1.86	-7.71	-8.48	-0.14	-8.78	-7.95	2.18	-9.73	-9.73	2.18	-7.89
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.25	1.47	-1.79	-0.70	-0.17	-1.16	-2.15	1.95	-2.36	-0.84	1.95	-2.36
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 27

Continuación del eje F al I, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso)

SECCIÓN	F	F-G	G	G	G-H	H	H	H-I	I
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-7.89	1.86	-7.71	-8.48	-0.14	-8.78	-7.95	2.18	-9.73
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-2.36	1.47	-1.79	-0.70	-0.17	-1.16	-2.15	1.95	-2.36
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

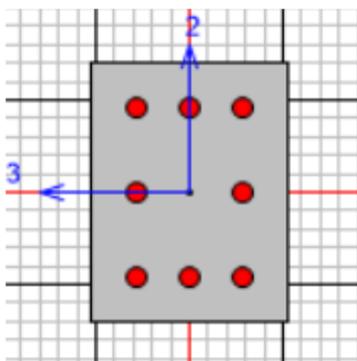
Tabla 28

Continuación del eje I al L, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Primer piso)

SECCIÓN	I	I-J	J	J	J-K	K	K	K-L	L
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-9.73	1.86	-7.71	-8.48	-0.14	-8.78	-7.95	2.18	-9.73
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-2.36	1.47	-1.79	-0.70	-0.17	-1.16	-2.15	1.95	-2.36
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 17

Sección de vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L (30 cm x 40 cm)



8 varillas de $\phi 5/8''$ (puntos rojos)

NOTA. Figura adaptada del software computacional SAP2000.

Tabla 29

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L, del eje 1 al 4 (Primer piso)

SECCIÓN	1	1-2	2	2	2-3	3	3	3-4	4
Mn (resistente) (Tnf-m)	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-8.91	1.84	-7.63	-8.39	-0.14	-8.69	-7.87	2.16	-9.64
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.24	1.46	-1.77	-0.69	-0.17	-1.15	-2.13	1.93	-2.33
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

3.4.3.1.2 Vigas en techo del segundo piso.

Nos basamos en la sección de la Figura 14 para las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (35 cm x 35 cm), del segundo piso:

Tabla 30

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso), del eje A al E

SECCIÓN	A	A-B	B	B	B-C	C	C	C-D	D	D	D-E	E
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-8.10	1.68	-6.94	-7.63	0.12	-7.90	-7.15	1.96	-8.76	-8.76	1.96	-7.10
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.13	1.32	-1.61	-0.63	0.15	-1.04	-1.93	1.75	-2.12	-0.76	1.75	-2.12
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO									
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI									

Tabla 31

Continuación del eje F al I, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso)

SECCIÓN	F	F-G	G	G	G-H	H	H	H-I	I
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-8.57	1.64	-6.78	-7.46	0.12	-7.73	-6.99	1.92	-8.57
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-2.07	1.29	-1.57	-0.62	0.15	-1.02	-1.89	1.71	-2.07
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 32

Continuación del eje I al L, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4 (Segundo piso)

SECCIÓN	I	I-J	J	J	J-K	K	K	K-L	L
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-8.57	1.64	-6.78	-7.46	0.12	-7.73	-6.99	1.92	-8.57
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-2.07	1.29	-1.57	-0.62	0.15	-1.02	-1.89	1.71	-2.07
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Ahora nos basamos en la Figura 15, para las vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L (30 cm x 40 cm), del segundo piso:

Tabla 33

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-A, V-B, V-C, V-D, V-E, V-F, V-G, V-H, V-I, V-J, V-K y V-L, del eje 1 al 4 (Segundo piso)

SECCIÓN	1	1-2	2	2	2-3	3	3	3-4	4
Mn (resistente) (Tnf-m)	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-7.75	1.60	-6.64	-7.30	-0.12	-7.56	-6.84	1.88	-8.38
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.08	1.27	-1.54	-0.60	-0.15	-1.00	-1.85	1.68	-2.03
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

3.4.3.2 Momento nominal resistente y actuante en vigas, en el pabellón B:

3.4.3.2.1 Vigas en techo del primer piso.

Nos basamos en la sección de la Figura 14 para las vigas V-M, V-N y V-Ñ (35 cm x 35 cm), del primer piso:

Tabla 34

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso), del eje 5 al 8

SECCIÓN	5	5-6	6	6	6-7	7	7	7-8	8
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-8.40	1.74	-7.19	-7.91	0.13	-8.20	-7.42	2.03	-9.09
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.94	2.27	-2.77	-1.08	0.26	-1.79	-3.32	3.01	-3.64
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Tabla 35

Continuación del eje 8 al 11, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso)

SECCIÓN	8	8-9	9	9	9-10	10	10	10-11	11
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-9.09	1.74	-7.19	-7.91	0.13	-8.20	-7.42	2.03	-9.09
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-3.64	2.27	-2.77	-1.08	0.26	-1.79	-3.32	3.01	-3.64
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Tabla 36

Continuación del eje 12 al 16, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso)

SECCIÓN	12	12-13	13	13	13-14	14	14	14-15	15	15-16	16
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-9.09	1.74	-7.19	-7.91	0.13	-8.20	-7.42	2.03	-7.91	0.13	-9.09
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-3.64	2.27	-2.77	-1.08	0.26	-1.79	-3.32	3.01	-3.64	0.26	-3.64
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
SECCIÓN		17	17-18	18	18	18-19	19				

Tabla 37

Continuación del eje 17 al 19, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Primer piso)

Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf- m)	-7.91	2.03	-8.20	-7.42	2.03	-7.91
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.08	3.01	-1.79	-3.32	3.01	-3.64
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Ahora nos basamos en la Figura 15, para las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19 (30 cm x 40 cm), del primer piso:

Tabla 38

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19, del eje M al Ñ (Primer piso)

SECCIÓN	M	M-N	N	N	N-Ñ	Ñ
Mn (resistente) (Tnf-m)	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-7.73	1.60	-6.62	-7.28	0.12	-7.54
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.78	2.09	-2.54	-1.00	0.24	-1.65
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI

3.4.3.2.2 Vigas en techo del segundo piso.

Nos basamos en la sección de la Figura 14 para las vigas V-M, V-N y V-Ñ (35 cm x 35 cm), del segundo piso:

Tabla 39

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso), del eje 5 al 8

SECCIÓN	5	5-6	6	6	6-7	7	7	7-8	8
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-6.72	1.39	-5.76	-6.33	0.10	-6.56	-	1.63	-7.27
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.55	1.82	-2.21	-0.87	0.21	-1.43	-	2.41	-2.91
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 40

Continuación del eje 8 al 11, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso)

SECCIÓN	8	8-9	9	9	9-10	10	10	10-11	11
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-7.27	1.41	-5.81	-6.39	0.10	-6.62	-5.99	1.64	-7.34
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-2.91	1.84	-2.23	-0.88	0.21	-1.45	-2.68	2.43	-2.94
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 41

Continuación del eje 12 al 16, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso)

SECCIÓN	12	12-13	13	13	13-14	14	14	14-15	15	15-16	16
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35	3.35	3.35	-3.35	3.35	3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-7.56	1.46	-6.05	-6.65	0.11	-6.89	6.23	1.71	-7.63	0.11	7.34
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-3.03	1.91	-2.32	-0.91	0.22	-1.50	2.79	2.53	-3.06	0.22	2.94
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 42

Continuación del eje 17 al 19, de momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-M, V-N y V-Ñ (Segundo piso)

SECCIÓN	17	17-18	18	18	18-19	19
Mn (resistente) (Tnf-m)	-3.35	3.35	-3.35	-3.35	3.35	-3.35
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-6.88	1.77	-7.13	-6.45	1.77	-6.88
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-0.94	2.62	-1.56	-2.89	2.62	-3.17
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Ahora nos basamos en la Figura 15, para las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19 (30 cm x 40 cm), del segundo piso:

Tabla 43

Momentos nominales resistente y actuante en las vigas V-5, V-6, V-7, V-8, V-9, V-10, V-11, V-12, V-13, V-14, V-15, V-16, V-17, V-18 y V-19, del eje M al Ñ (Segundo piso)

SECCIÓN	M	M-N	N	N	N-Ñ	Ñ
Mn (resistente) (Tnf-m)	-4.72	4.72	-4.72	-4.72	4.72	-4.72
Mn (actuante con sismo) (Tnf-m)	-6.96	1.44	-5.96	-6.55	0.11	-6.79
Mn (actuante sin sismo) (Tnf-m)	-1.52	1.78	-2.16	-0.85	0.20	-1.40
¿CUMPLE CON SISMO?	NO	SI	NO	NO	SI	NO
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI	SI	SI	SI	SI	SI

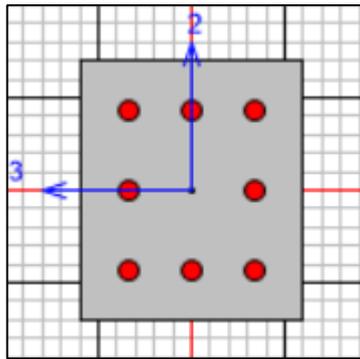
3.4.4 Comprobación del comportamiento de columnas.

Se comparó la cantidad de acero presente o existente en la sección de la columna, con la cantidad de acero necesaria para dicha sección, para evaluar el comportamiento de las columnas en las edificaciones de los pabellones A y B. Ya que las columnas son de la misma sección tanto para el pabellón A como para el pabellón B, es que se considera un solo análisis, además, las varillas de acero son de 8 ϕ 5/8" (8 varillas de 5/8 de pulgada por sección) y las dimensiones de la sección son de 30 cm x 35 cm y de 35 cm x 30 cm, siendo la misma sección, solo cambiando su sentido en el plano cartesiano de X y Y.

3.4.4.1 Acero necesario y existente en columnas:

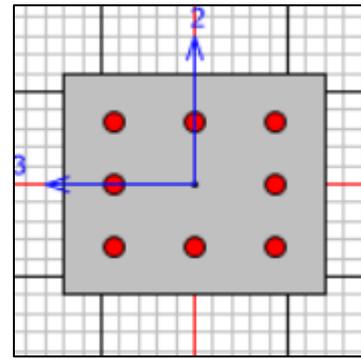
Secciones de columnas analizadas:

Figura 18 Secciones de columnas analizadas, para pabellón A y B



Columna de sección 30 cm x 35 cm

8 varillas de $\phi 5/8''$ (puntos rojos)



Columna de sección 35 cm x 30 cm

8 varillas de $\phi 5/8''$ (puntos rojos)

NOTA. Figuras adaptadas del software computacional SAP2000.

3.4.4.1.1 Análisis de columnas del primer piso, pabellón A y B

Tabla 44

Acero existente y necesario en columnas del primer piso, para pabellón A y B

TIPO EJE	COLUMNAS DE SECCIÓN 30 cm x 35 cm Y SECCIÓN 35 cm x 30 cm TODOS LOS EJES DEL PABELLÓN A Y B, PARA EL PRIMER PISO
Acero existente (cm ²)	15.92
Acero sin sismo necesario (cm ²)	10.15
Acero con sismo necesario (cm ²)	195.34
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI
¿CUMPLE CON SISMO?	NO

3.4.4.1.2 Análisis de columnas del segundo piso, pabellón A y B

Tabla 45

Acero existente y necesario en columnas del segundo piso, para pabellón A y B

TIPO EJE	COLUMNAS DE SECCIÓN 30 cm x 35 cm Y SECCIÓN 35 cm x 30 cm TODOS LOS EJES DEL PABELLÓN A Y B, PARA EL SEGUNDO PISO
Acero existente (cm ²)	15.92
Acero sin sismo necesario (cm ²)	10.15
Acero con sismo necesario (cm ²)	172.84
¿CUMPLE SIN SISMO?	SI
¿CUMPLE CON SISMO?	NO

3.5 Estado actual de los pabellones

Luego de haber verificado in situ, los pabellones A y B de la EESPP “Nuestra Señora de Chota”, se encuentran en un buen estado actual, eso debido a que se observa que la administración de la escuela realiza periódicamente un adecuado mantenimiento de su infraestructura.

Figura 19

Pabellón A tomado desde el patio



Figura 20

Pabellón B tomado desde el patio



Figura 21

Tesista en patio de la escuela de educación superior pedagógica



3.6 Comprobación de inestabilidad de tabiques

Utilizando la fórmula 22 de la presente investigación y los datos obtenidos del modelo en el software computacional SAP2000 versión 23.2, se calculó el momento actuante para la evaluación de la inestabilidad de los tabiques; asimismo, el momento resistente, se obtuvo aplicando la fórmula 28. Se presentan los resultados obtenidos:

3.6.1 Periodos de vibración de la estructura:

En el modelamiento del software computacional de las estructuras en SAP2000 versión 23.2, se determinaron los tres primeros modos de vibración de la estructura, de los cuales uno es rotacional y dos son traslacionales.

Modo 1:

$$T = 0.929 \text{ seg. (Traslacional en la dirección X-X)}$$

Modo 2:

$$T = 0.545 \text{ seg. (Rotacional en la dirección Z-Z)}$$

Modo 3:

$$T = 0.514 \text{ seg. (Traslacional en la dirección Y-Y)}$$

3.6.2 Cálculo de la fuerza cortante por piso

3.6.2.1 Factor “k”

Este factor se calcula de acuerdo a las fórmulas de la norma técnica E.030. (MVCS, 2019)

Modo 1:

$$K = 0.75 + 0.5(0.929) = 1.2145$$

Modo 3:

$$K = 0.75 + 0.5(0.514) = 1.007$$

3.6.2.2 Fuerzas sísmicas horizontales en cada piso

Tabla 46

Fuerzas cortantes en cada piso, para la dirección X-X

Piso	Caso de carga	Vx (Tn)
Segundo Nivel	Sismo X	221.431
Primer Nivel	Sismo X	300.896

Tabla 47

Fuerzas cortantes en cada piso, para la dirección Y-Y

Piso	Caso de carga	Vx (Tn)
Segundo Nivel	Sismo Y	212.180
Primer Nivel	Sismo Y	300.896

3.6.3 Fuerza sísmica horizontal de diseño

Se determinó la fuerza sísmica horizontal de diseño para cada piso y en la dirección en la que impacta a la estructura, con base en las fórmulas 25 y 26 del presente estudio:

Dirección X-X

$$\text{Primer Piso: } F = 0.315*(Pe)$$

$$\text{Segundo Piso: } F = 0.4264*(C1)*(Pe)$$

Dirección Y-Y

$$\text{Primer Piso: } F = 0.315*(Pe)$$

$$\text{Segundo Piso: } F = 0.4264*(C1)*(Pe)$$

3.6.4 Comprobación de inestabilidad de tabiques:

Tabla 48

Verificación de inestabilidad de tabiques, para el pabellón A

TABIQUE	DIMENSIONES			FACTORES		FUERZA		Ma (Tnf - m)	Mr (Tnf - m)	CONCLUSIÓN
	h (m)	L (m)	t (m)	C1	m	F (Tn)	w (Tnf/m ²)			
PRIMER PISO										
F en dirección X - X										
Muro en eje 1-1	3.00	7.00	0.18	-	0.060	2.200	0.103	0.312	0.055	INESTABLE
Muro en eje 2-2	2.80	7.00	0.19	-	0.060	2.300	0.104	0.350	0.136	INESTABLE
Muro en eje 3-3	2.60	6.50	0.28	-	0.060	2.500	0.146	0.386	0.124	INESTABLE
Muro en eje 4-4	1.80	3.00	0.29	-	0.078	0.900	0.157	0.061	0.143	ESTABLE
F en dirección Y - Y										
Muro en eje A-A	3.00	5.50	0.19	-	0.06	1.308	0.108	0.160	0.056	INESTABLE
Muro en eje L-L	3.00	5.50	0.19	-	0.06	1.402	0.112	1.650	0.064	INESTABLE
Muros en eje E-E y eje F-F	1.80	5.00	0.25	-	0.13	0.861	0.157	0.024	0.118	ESTABLE
SEGUNDO PISO										
F en dirección X - X										
Muro en eje 1-1	3.10	6.99	0.19	2.00	0.060	5.320	0.274	0.804	0.057	INESTABLE
Muro en eje 2-2	2.80	7.00	0.19	2.00	0.060	5.210	0.278	0.798	0.136	INESTABLE
Muro en eje 3-3	2.60	6.50	0.28	2.00	0.060	7.430	0.421	1.056	0.124	INESTABLE
Muro en eje 4-4	1.80	3.00	0.29	2.00	0.078	1.489	0.325	0.069	0.143	ESTABLE
F en dirección Y - Y										
Muro en eje A-A	2.98	5.50	0.19	2.00	0.060	3.856	3.856	0.160	0.056	INESTABLE
Muro en eje L-L	2.99	5.50	0.19	2.00	0.060	3.547	3.547	1.650	0.064	INESTABLE
Muros en eje E-E y eje F-F	1.77	5.00	0.25	2.00	0.125	1.567	1.567	0.024	0.118	ESTABLE

Tabla 49

Verificación de inestabilidad de tabiques, para el pabellón B

TABIQUE	DIMENSIONES			FACTORES		FUERZA		Ma (Tnf - m)	Mr (Tnf - m)	CONCLUSIÓN
	h (m)	L (m)	t (m)	C1	m	F (Tn)	w (Tnf/m ²)			
PRIMER PISO										
F en dirección X - X										
Muro en eje 5-5	2.94	6.86	0.18	-	0.060	2.171	0.102	0.308	0.054	INESTABLE
Muro en eje 19-19	2.74	6.86	0.19	-	0.060	2.270	0.103	0.345	0.134	INESTABLE
Muros en eje 11-11 y eje 12-12	2.55	6.37	0.27	-	0.060	2.468	0.144	0.381	0.122	INESTABLE
Muros en eje 16-16 y eje 17-17	1.76	2.94	0.28	-	0.078	0.888	0.155	0.060	0.141	ESTABLE
F en dirección Y - Y										
Muro en eje M-M	2.97	5.45	0.19	-	0.06	1.288	0.106	0.158	0.055	INESTABLE
Muro en eje Ñ-Ñ	2.97	5.45	0.19	-	0.06	1.381	0.110	1.625	0.063	INESTABLE
Muro en eje N-N	1.78	4.96	0.25	-	0.13	0.848	0.155	0.024	0.116	ESTABLE
SEGUNDO PISO										
F en dirección X - X										
Muro en eje 5-5	3.02	6.82	0.18	2.00	0.060	5.320	0.269	0.790	0.056	INESTABLE
Muro en eje 19-19	2.73	6.83	0.19	2.00	0.060	5.210	0.273	0.784	0.134	INESTABLE
Muros en eje 11-11 y eje 12-12	2.54	6.34	0.27	2.00	0.060	7.430	0.413	1.037	0.122	INESTABLE
Muros en eje 16-16 y eje 17-17	1.76	2.93	0.28	2.00	0.078	1.489	0.319	0.068	0.140	ESTABLE
F en dirección Y - Y										
Muro en eje M-M	2.96	5.47	0.19	2.00	0.060	3.856	3.779	0.157	0.055	INESTABLE
Muro en eje Ñ-Ñ	2.97	5.47	0.19	2.00	0.060	3.547	3.476	1.617	0.063	INESTABLE
Muro en eje N-N	1.76	4.97	0.25	2.00	0.125	1.567	1.536	0.024	0.116	ESTABLE

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Vulnerabilidad sísmica de los edificios

Según la Tabla 13 del presente estudio, los resultados previos y la metodología presentada por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, se obtuvo los siguientes resultados:

Se resalta con amarillo, el resultado de acuerdo a los datos obtenidos:

Tabla 50

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad estructural		Vulnerabilidad no estructural	
Comportamiento sísmico (60%)		Estado actual (30%)	Tabiquería y parapetos (10%)
Adecuada	1	Buena calidad	1
Aceptable	2	Regular calidad	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3
			Todos estables 1
			Algunos estables 2
			Todos inestables 3

Obteniendo por lo tanto un valor de Vulnerabilidad Sísmica de, aplicamos la Fórmula 1:

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.6 (3) + 0.3 (1) + 0.1 (2) \dots\dots(31)$$

Siendo el valor de vulnerabilidad sísmica de 2.3 de acuerdo a la Fórmula (31), se señala con amarillo el rango al que pertenece este resultado a la Tabla 14, en la siguiente tabla se señala:

Tabla 51

Consideración de rango numérica de resultado de vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

4.2 Comportamiento sísmico del edificio.

4.2.1 Evaluación de derivas entrepiso.

En las Tablas 21 y 22 para el pabellón A y en las Tablas 23 y 24 para el pabellón B, para estructuras de concreto armado según la norma peruana E.030 de Diseño Sismorresistente, se presentan los resultados del análisis de las derivas entrepiso de los dos pabellones, observando que las derivas superan los límites permitidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los edificios de los pabellones A y B son más vulnerables a un sismo en la dirección "X", eso debido a que las derivas de entrepiso en ambos pabellones, en dirección "X" son superiores a las de la dirección "Y".

Según lo indicado en las bases teóricas, el límite de 0.007 para derivas en estructuras de concreto armado, establecido en la norma técnica E.030, contempla para los pabellones A y B deformaciones aproximadamente 3.5 veces mayores a aquellas que causarían daños en las estructuras. Por lo tanto, se puede deducir que las derivas calculadas sugieren que, ante un evento sísmico de gran magnitud, podrían producirse daños en los elementos no estructurales.

4.2.2 Evaluación del comportamiento de vigas.

De acuerdo a las Tablas 26, 27, 28, 30, 31 y 32, en el pabellón A, en el primer y segundo piso, existen vigas que presentan una sección de 35 cm X 35 cm, en dónde, de acuerdo a su verificación del comportamiento de vigas en base al momento actuante y momento resistente, se puede evaluar indicando que la sección actual de la viga sí soportan sus momentos actuantes generados por la acción de cargas vivas y cargas muertas, pero ante de acción de una carga sísmica, la sección resulta insuficiente, ya que el momento

resistente es menor al momento actuante. También, de acuerdo a las Tablas 29 y 33, en el pabellón A, en el primer y segundo piso, existen vigas que tienen una sección de 30 cm X 40 cm, al igual que el caso anterior, cuando se realizó la verificación del comportamiento de vigas en base al momento actuante y momento resistente, se puede evaluar indicando que la sección actual de la viga sí soportan sus momentos actuantes generados por la acción de cargas vivas y cargas muertas, pero la sección resulta insuficiente, ante la acción de una carga sísmica, siendo el momento resistente menor al momento actuante.

Ahora, para el pabellón B, en su primer y segundo piso, de acuerdo a las Tablas 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41 y 42, existen vigas de sección 35 cm X 35 cm; y de acuerdo a las Tablas 38 y 43, existen vigas de sección 30 cm X 40 cm. Para ambos casos de secciones, se puede realizar una evaluación, indicando que, ante la acción de una carga sísmica, la sección resulta insuficiente, siendo el momento actuante mayor al momento resistente; además, la sección actual para ambas secciones, sí soportan sus momentos actuantes generados por la acción de cargas vivas y muertas.

Las vigas de los pabellones A y B, que no están diseñadas para soportar la fuerza de un sismo, son vulnerables a fallar, lo que podría generar una rótula plástica en ellas y causar el colapso total o parcial de la estructura.

4.2.3 Evaluación del comportamiento de columnas.

Según las Tablas 44 y 45, la verificación del comportamiento de las columnas muestra que el acero utilizado en ellas es adecuado para resistir cargas vivas y muertas; sin embargo, frente a cargas sísmicas, el área del acero resulta insuficiente, lo que podría causar el fallo de las columnas durante un sismo severo, provocando el colapso de los pabellones

4.3 Evaluación de inestabilidad de tabiques.

De acuerdo a las Tablas 46 y 47, se puede observar, que, ante una carga sísmica, es muy posible que algunos de los tabiques sean inestables, tanto en una fuerza en dirección X o en dirección Y; para ambos pabellones A y B, de acuerdo a las características de los materiales de la época y después de realizar la verificación de la inestabilidad de tabiques, se puede realizar una evaluación, en la que se puede indicar que ante cargas sísmicas existen tabiques que puedan colapsar.

CONCLUSIONES

- a. Los pabellones A y B de la Escuela de Educación Superior Pedagógica “Nuestra Señora de Chota” tienen un grado de vulnerabilidad sísmica **alto**.
- b. Los pabellones A y B presentan algunos tabiques estables, eso debido al análisis que se realizó del momento actuante y al momento resultante en relación a fuerzas en X y Y ante un sismo simulado, acompañado de las dimensiones de los muros de tabiquería.
- c. El estado actual de la edificación es bueno, ya que se realiza el mantenimiento oportuno.
- d. Se concluye que los pabellones A y B muestran un comportamiento sísmico inadecuado debido a las características de los materiales, que corresponden a las especificaciones de su memoria descriptiva original, y a las propiedades propias de la ingeniería sísmica. Los resultados indican que no se cumple con la relación entre momento actuante y el momento resistente de las vigas durante un sismo. Además, el acero existente en las columnas no es suficiente un adecuado en comparación con el acero requerido para asegurar su resistencia.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- a. Se recomienda analizar la vulnerabilidad sísmica de los edificios más antiguos de las EESPP "NSCH", debido a que fueron diseñados sin en cuenta los efectos de los sismos. Por lo tanto, este análisis permitirá sugerir métodos de refuerzo para enfrentar las cargas sísmicas.
- b. Se recomienda realizar el estudio con diamantina de acuerdo a la normativa como la NTP 339.059 "Método de ensayo para la obtención de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto)", teniendo la finalidad de obtener datos más precisos de la resistencia a la comprensión del concreto de vigas y columnas, para una futura evaluación técnica de los pabellones más antiguos de la EESPP "NSCH".
- c. Se sugiere realizar una investigación, para evaluar la viabilidad de reforzar las columnas y vigas mediante el aumento de su sección y el refuerzo necesario, utilizando un aditivo epóxico para la unión de concreto antiguo con uno nuevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AgainErick. (24 de Diciembre de 2007). *Location of the province Chota in the Cajamarca region in Peru (Map)*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2024, de Wikimedia: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3269719>

Albino Bustamante, M. L., & Alvarado Pecan, J. J. (2022). *Plan de mejora de vulnerabilidad sísmica según evaluación estructural de viviendas autoconstruidas en el barrio de Monterrey - Huaraz 2022*. Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo.

Alvarado Guevara, D. G. (2023). *Determinación vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca*. Tabaconas, San Ignacio, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

BBC Mundo. (21 de Septiembre de 2017). *BBC NEWS MUNDO*. Recuperado el 10 de Agosto de 2024, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41343606>

Bernardo Reyes, Y. L. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante los índices de Benedetti - Petrini en la asociación Los Libertadores - Huancayo - Junín*. Huancayo, Junin, Perú: Universidad Peruana Los Andes UPLA.

Colaboradores de Wikipedia. (26 de Octubre de 2024). *Wikipedia*. Escala sismológica de Richter. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Escala_sismol%C3%B3gica_de_Richter&oldid=163235987

- Flores Cueva, O. (2022). *Nivel de riesgo sísmico del centro educativo de nivel primario N°82005 "Miguel Iglesias" del distrito de Cajamarca - Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- González Vásquez, F. J. (2017). *Vulnerabilidad Sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela académico profesional de Ingeniería Civil.
- GRC. (Junio de 2013). Mapa de Sismicidad. *Ordenamiento Territorial de la Región de Cajamarca Zonificación Económica y Ecológica*. (M. E. Crisólogo Rodríguez, Ed.) Cajamarca, Cajamarca, Perú: Gobierno Regional de Cajamarca, Gerencia Regional de Planeamiento Presupuesto y Acondicionamiento Territorial, Sub Gerencia de Acondicionamiento Territorial.
- ICCG. (Diciembre de 2018). Boletín técnico ICCG. *Ensayos no destructivos para evaluación de la resistencia del concreto endurecido*. Guatemala, Guatemala: Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala - ICCG.
- IGP. (3 de Junio de 2022). *Perú: país altamente sísmico*. (Instituto Geofísico del Perú, Unidad Funcional de Comunicaciones) Recuperado el 4 de Septiembre de 2024, de IGP informa: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/615872-igp-informa-peru-pais-altamentesismico>
- INDECI-DIPRE. (2017). *Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw*. Lima: CEPIG.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres, viviendo en armonía con la naturaleza* (Primera ed.). Lima, Perú: CECOSAMI.

- Lara Almeida, A. M., & Martinez Lara, K. R. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del "Hospital San Luis de Otavalo"*. Otavalo, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Lozada Rada, J. J. (2021). *Análisis de interacción sísmica suelo - estructura para evaluar vulnerabilidad por resonancia sísmica en edificios entre 3 y 7 pisos en un sector de la localidad de Chapinero - Bogotá*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ingeniería.
- Mosqueira Moreno, M. A. (2012). *Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Postgrado, Programa doctoral de ciencia e ingeniería.
- Muñoz Pelaez, A. (2004). *Ingeniería sismorresistente*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de ingeniería. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.
- MVCS. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- MVCS. (2009). *Norma Técnica E.060 Concreto Armado*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- MVCS. (2017). *Norma Técnica E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- MVCS. (2019). *Norma Técnica E.020 Cargas*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones.

- MVCS. (2019). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Paredes Morales, J. (2015). *Nivel de riesgo sísmico en la I.E. San Marcos provincia San Marcos - 2014*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil.
- Romero, G. (4 de Febrero de 2010). *Mapa de ubicación del departamento de Cajamarca en el Perú*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2024, de Wikimedia: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9394987>
- Tamayo Tejada, A. (2023). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de a Urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, a Urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, 2023*. Puno, Perú: Universidad Continental.
- Tavera, D. H. (2014). *Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú*. Lima: IGP-INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ.
- Toro Beltran, M. F., & Rivera Rivera, Y. A. (2021). *Índice de vulnerabilidad en las edificaciones informales en la ciudad de Bogotá localidad de Suba Barrio Rincon*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Católica de Colombia - Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil.
- Torres Ortiz, K. M., & Rodrigo Silva, V. R. (2023). *Nivel de riesgo sísmico de la I.E. Ezequiel Sánchez Guerrero del distrito de Huambos, Chota 2021*. Huambos, Chota, Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Unlock. (2007). *Mapa de distrito de Chota ubicado en la provincia de Chota*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2024, de Webcindario: https://chota.webcindario.com/9_Datos_generales.htm

ANEXOS

A. Estudio de mecánica de suelos.

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
<p>TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".</p>		
<p>ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA" TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA CALICATA: 01 PROFUNDIDAD: 3.00 m</p>		<p>UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO MUESTRA: M-1 FECHA: 20/11/2023</p>
<p>EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE SUELO POR TESISTA</p>		
		
<p>MEDICIÓN DE ALTURA DE ESTRATOS</p>		
		
 FIRMA ASESOR	 FIRMA TESISTA	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
CALICATA: 01
PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
MUESTRA: M-1
FECHA: 20/11/2023

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

NOTA. La muestra fue obtenida por el tesista. Los ensayos se realizaron en el laboratorio "GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN". Los resultados fueron adaptados a formatos de la UNC (Universidad Nacional de Cajamarca) para la presentación de la presente tesis.



FIRMA ASESOR



FIRMA TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

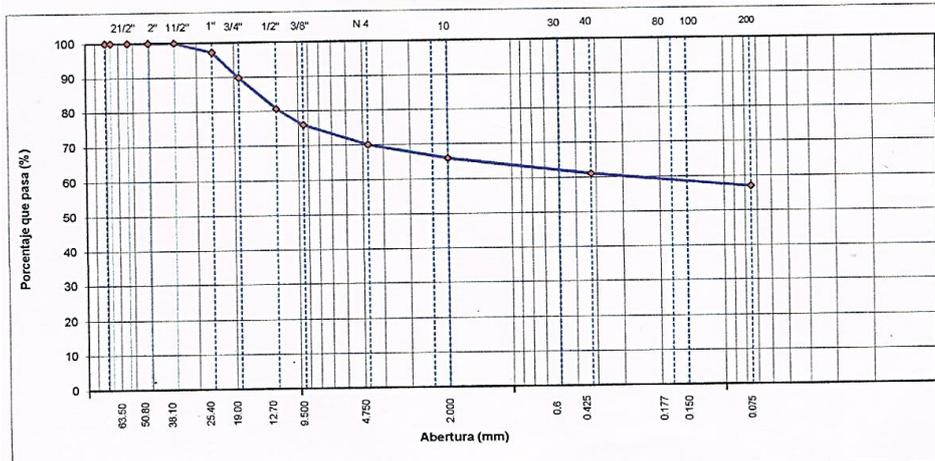
ESTRUCTURA: EESSP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
 TESISISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
 CALICATA: 01
 PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
 ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
 MUESTRA: M-1
 FECHA: 20/11/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASHTO T89)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 29.9%
2"	50.800						% Peso Material <4 70.1%
1 1/2"	38.100				100.0		Límite Líquido (LL) : 53.2
1"	25.400	51.0	2.7	2.7	97.3		Límite Plástico (LP) : 28.7
3/4"	19.000	141.0	7.4	10.1	89.9		Índice Plástico (IP) : 24.5
1/2"	12.700	176.0	9.3	19.4	80.6		Clasificación(SUCS) : CIH
3/8"	9.600	90.0	4.7	24.1	75.9		Clasific.(AASHTO) : A-7-6 (12)
Nº 4	4.750	111.0	5.8	29.9	70.1		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	111.0	4.1	34.0	66.0		Contenido de Humedad (%) : 40.85
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	133.00	4.9	38.9	61.1		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	73.00	2.7	41.6	58.4		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	37.00	1.4	43.0	57.0		
< Nº 200	FONDO	1546.00	57.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Signature]
 FIRMA ASESOR

[Signature]
 FIRMA TESISISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
CALICATA: 01
PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
MUESTRA: M-1
FECHA: 20/11/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1500.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1065.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	435.0			
PESO DE SUELO SECO	1065.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40.85			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 40.8

FIRMA ASESOR

FIRMA TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
 TESISISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
 CALICATA: 01
 PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
 ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
 MUESTRA: M-1
 FECHA: 20/11/2023

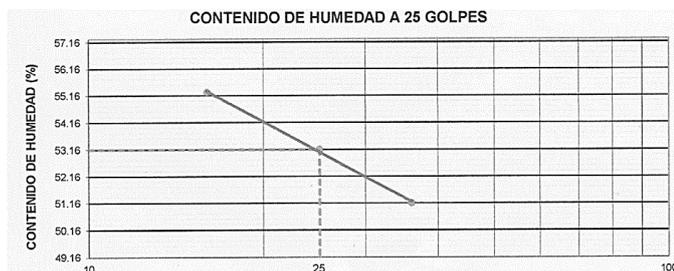
LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	53.09	53.51	54.96	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	47.60	48.30	49.10	
PESO DE AGUA	(g)	5.49	5.21	5.86	
PESO DEL TARRO	(g)	38.87	38.50	38.50	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.73	9.80	10.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.16	53.16	55.28	53.20
NUMERO DE GOLPES		36	25	16	25.67

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		19	20		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.66	20.90		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.85	20.02		
PESO DE AGUA	(g)	0.81	0.88		
PESO DEL TARRO	(g)	17.03	16.95		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.82	3.07		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	28.72	28.66		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	53.2
LIMITE PLASTICO	28.7
INDICE DE PLASTICIDAD	24.5



FIRMA ASESOR

FIRMA TESISISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
CALICATA: 01
PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
MUESTRA: M-1
FECHA: 20/11/2023

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NOTA. La muestra fue obtenida por el tesista. Los ensayos se realizaron en el laboratorio "GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN". Los resultados fueron adaptados a formatos de la UNC (Universidad Nacional de Cajamarca) para la presentación de la presente tesis.

FIRMA ASESOR

FIRMA TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA" UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
 TESIS: ALEX RICARDO CIEZA SILVA ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
 CALICATA: 01 MUESTRA: M-1
 PROFUNDIDAD: 3.00 m FECHA: 20/11/2023

(Norma NTP 339.171)

Densidad Húmeda gr/cm3 =	1.52	Profundidad de Cimentacion, Df =	1.80 m
Cohesion del Suelo, kg/cm2 =	0.25	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.50 m
Angulo de Friccion, f , ° =	17.85		

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	15.37	10.84
Nq =	5.95	3.33
Ng =	3.25	1.43

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	2.28	0.76
Cimentacion cuadrada	2.61	0.87


 FIRMA ASESOR


 FIRMA TESISISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



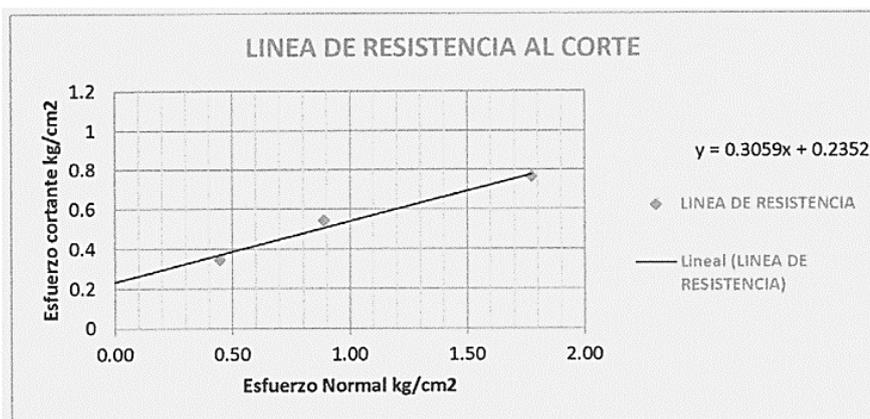
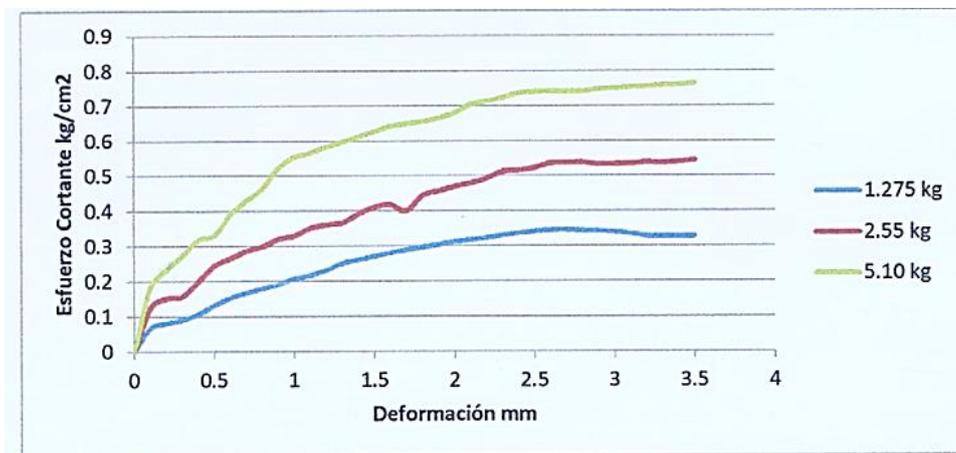
TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
CALICATA: 01
PROFUNDIDAD: 3.00 m

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
MUESTRA: M-1
FECHA: 20/11/2023

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma NTP 339.171)



Parámetros de Resistencia al Corte

Cohesion = 0.25 kg/cm²
Angulo de Fricción Interna = 17.9 °

FIRMA ASESOR

FIRMA TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA" UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
CALICATA: 01 MUESTRA: M-1
PROFUNDIDAD: 3.00 m FECHA: 20/11/2023

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO
(Norma NTP 339.171)

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte	
	Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)		Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)		Tangencial (kg/cm ²)	Normalizado (kg/cm ²)
0.10	0.066	0.150	0.10	0.124	0.140	0.10	0.183	0.103
0.20	0.081	0.182	0.20	0.151	0.170	0.20	0.232	0.131
0.30	0.090	0.203	0.30	0.157	0.177	0.30	0.274	0.154
0.40	0.107	0.241	0.40	0.199	0.224	0.40	0.318	0.179
0.50	0.131	0.295	0.50	0.244	0.275	0.50	0.332	0.187
0.60	0.153	0.344	0.60	0.265	0.299	0.60	0.391	0.220
0.70	0.167	0.377	0.70	0.287	0.323	0.70	0.430	0.242
0.80	0.179	0.404	0.80	0.299	0.337	0.80	0.464	0.261
0.90	0.192	0.432	0.90	0.320	0.361	0.90	0.522	0.294
1.00	0.206	0.465	1.00	0.330	0.372	1.00	0.554	0.312
1.10	0.216	0.488	1.10	0.352	0.396	1.10	0.566	0.319
1.20	0.231	0.521	1.20	0.361	0.407	1.20	0.583	0.329
1.30	0.251	0.565	1.30	0.368	0.415	1.30	0.598	0.337
1.40	0.261	0.588	1.40	0.393	0.443	1.40	0.613	0.346
1.50	0.271	0.611	1.50	0.411	0.464	1.50	0.628	0.354
1.60	0.281	0.634	1.60	0.418	0.471	1.60	0.643	0.363
1.70	0.289	0.651	1.70	0.401	0.452	1.70	0.650	0.366
1.80	0.297	0.669	1.80	0.444	0.500	1.80	0.657	0.370
1.90	0.304	0.687	1.90	0.457	0.515	1.90	0.666	0.375
2.00	0.312	0.704	2.00	0.470	0.530	2.00	0.681	0.384
2.10	0.318	0.716	2.10	0.480	0.541	2.10	0.705	0.397
2.20	0.323	0.729	2.20	0.493	0.555	2.20	0.715	0.403
2.30	0.331	0.746	2.30	0.512	0.577	2.30	0.724	0.408
2.40	0.337	0.759	2.40	0.516	0.582	2.40	0.737	0.415
2.50	0.342	0.771	2.50	0.523	0.589	2.50	0.741	0.418
2.60	0.345	0.778	2.60	0.536	0.604	2.60	0.742	0.418
2.70	0.346	0.779	2.70	0.537	0.605	2.70	0.741	0.418
2.80	0.344	0.775	2.80	0.538	0.606	2.80	0.742	0.418
2.90	0.342	0.771	2.90	0.533	0.600	2.90	0.749	0.422
3.00	0.340	0.767	3.00	0.534	0.601	3.00	0.750	0.423
3.10	0.336	0.757	3.10	0.534	0.602	3.10	0.754	0.425
3.20	0.329	0.741	3.20	0.538	0.607	3.20	0.756	0.426
3.30	0.327	0.737	3.30	0.536	0.605	3.30	0.760	0.428
3.40	0.327	0.738	3.40	0.540	0.609	3.40	0.761	0.429
3.50	0.328	0.739	3.50	0.544	0.614	3.50	0.765	0.431

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)		0.50		1.00		1.50	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Area	(cm ²)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	1.80	1.78	1.80	1.80	1.81	1.79
Humedad	(%)	13.37	17.14	13.02	17.35	13.48	17.41
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.59	1.52	1.59	1.53	1.59	1.53


FIRMA ASESOR


FIRMA TESISTA

Conclusión del estudio de mecánica de suelos: se realizó el estudio para la EESPP "NSCH", se tuvo como MUESTRA M-01 de la CALICATA N°01, se obtuvo una cohesión de 0.25 Kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno de 17.85° , asumiendo un $D_f = 1.80 \text{ m}$ se obtiene una cimentación corrida $Q_{adm} = q_d/FS = 0.76 \text{ Kg/cm}^2$, una cimentación cuadrada $Q_{adm} = q_d/FS = 0.87 \text{ Kg/cm}^2$. De acuerdo a la clasificación SUCS, se determinó que se trata de un suelo CH: Arcilla inorgánica de alta plasticidad, con características de un suelo con alto contenido de humedad y alto porcentaje de plasticidad.

B. Ensayo de esclerometría

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																															
<p>TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".</p>																																																																																
<p>ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA" TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA FECHA DE ENSAYO: 20/01/2024</p>		<p>UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO ENSAYO: ESCLEROMETRÍA</p>																																																																														
<p>MARCA ESCLERÓMETRO: ZC3-A SERIE N°: 1801031 RESPONSABLE CALIB.: DIEGO QUISPE</p>		<p>MODELO: L/LR FECHA DE CALIBRACIÓN: LIMA 20/11/2018 LUGAR CALIB.: Laboratorio de calibración TÉCNICAS CP.SAC</p>																																																																														
PABELLÓN A																																																																																
ELEMENTO DE ENSAYO		COLUMNAS																																																																														
EDAD DE CONCRETO		57 AÑOS																																																																														
DIMENSIÓN ELEMENTO		30 cm x 35 cm																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">MUESTRA 1A-C</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">MUESTRA 2A-C</th> </tr> <tr> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 40%;">VALOR REBOTE</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIÓN</th> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 40%;">VALOR REBOTE</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>43</td><td>OK</td><td>1</td><td>43</td><td>OK</td></tr> <tr><td>2</td><td>42</td><td>OK</td><td>2</td><td>43</td><td>OK</td></tr> <tr><td>3</td><td>43</td><td>OK</td><td>3</td><td>38</td><td>OK</td></tr> <tr><td>4</td><td>40</td><td>OK</td><td>4</td><td>38</td><td>OK</td></tr> <tr><td>5</td><td>43</td><td>OK</td><td>5</td><td>43</td><td>OK</td></tr> <tr><td>6</td><td>36</td><td>OK</td><td>6</td><td>43</td><td>OK</td></tr> <tr><td>7</td><td>45</td><td>OK</td><td>7</td><td>41</td><td>OK</td></tr> <tr><td>8</td><td>46</td><td>OK</td><td>8</td><td>39</td><td>OK</td></tr> <tr><td>9</td><td>39</td><td>OK</td><td>9</td><td>38</td><td>OK</td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">42</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">41</td> </tr> </tbody> </table>			MUESTRA 1A-C			MUESTRA 2A-C			N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN	N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN	1	43	OK	1	43	OK	2	42	OK	2	43	OK	3	43	OK	3	38	OK	4	40	OK	4	38	OK	5	43	OK	5	43	OK	6	36	OK	6	43	OK	7	45	OK	7	41	OK	8	46	OK	8	39	OK	9	39	OK	9	38	OK	PROMEDIO			PROMEDIO			42			41		
MUESTRA 1A-C			MUESTRA 2A-C																																																																													
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN	N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN																																																																											
1	43	OK	1	43	OK																																																																											
2	42	OK	2	43	OK																																																																											
3	43	OK	3	38	OK																																																																											
4	40	OK	4	38	OK																																																																											
5	43	OK	5	43	OK																																																																											
6	36	OK	6	43	OK																																																																											
7	45	OK	7	41	OK																																																																											
8	46	OK	8	39	OK																																																																											
9	39	OK	9	38	OK																																																																											
PROMEDIO			PROMEDIO																																																																													
42			41																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">MUESTRA 3A-C</th> </tr> <tr> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 40%;">VALOR REBOTE</th> <th style="width: 55%;">OBSERVACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>39</td><td>OK</td></tr> <tr><td>2</td><td>35</td><td>OK</td></tr> <tr><td>3</td><td>39</td><td>OK</td></tr> <tr><td>4</td><td>40</td><td>OK</td></tr> <tr><td>5</td><td>37</td><td>OK</td></tr> <tr><td>6</td><td>40</td><td>OK</td></tr> <tr><td>7</td><td>39</td><td>OK</td></tr> <tr><td>8</td><td>36</td><td>OK</td></tr> <tr><td>9</td><td>35</td><td>OK</td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">38</td> </tr> </tbody> </table>			MUESTRA 3A-C			N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN	1	39	OK	2	35	OK	3	39	OK	4	40	OK	5	37	OK	6	40	OK	7	39	OK	8	36	OK	9	35	OK	PROMEDIO			38																																									
MUESTRA 3A-C																																																																																
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN																																																																														
1	39	OK																																																																														
2	35	OK																																																																														
3	39	OK																																																																														
4	40	OK																																																																														
5	37	OK																																																																														
6	40	OK																																																																														
7	39	OK																																																																														
8	36	OK																																																																														
9	35	OK																																																																														
PROMEDIO																																																																																
38																																																																																
<p>ORIENTACIÓN DE EQUIPO = 0 grados PROMEDIO VALOR DE REBOTE = 40 RESISTENCIA DE ENSAYO f'c = 33 N/mm² f'c = 336.51 Kg/cm² 90% f'c = 302.86 Kg/cm² DESV. ESTÁNDAR = 1.017</p>																																																																																



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
FECHA DE ENSAYO: 20/01/2024

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
ENSAYO: ESCLEROMETRÍA

MARCA ESCLERÓMETRO: ZC3-A
SERIE N°: 1801031
RESPONSABLE CALIB.: DIEGO QUISPE

MODELO: L/LR
FECHA DE CALIBRACIÓN: LIMA 20/11/2018
LUGAR CALIB.: Laboratorio de calibración TÉCNICAS CP.SAC

PABELLÓN A

ELEMENTO DE ENSAYO	VIGAS
EDAD DE CONCRETO	57 AÑOS
DIMENSIÓN ELEMENTO	30 cm x 30 cm

MUESTRA 1A-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	40	OK
2	43	OK
3	38	OK
4	42	OK
5	43	OK
6	40	OK
7	42	OK
8	41	OK
9	41	OK
PROMEDIO		41

MUESTRA 2A-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	39	OK
2	35	OK
3	36	OK
4	37	OK
5	41	OK
6	38	OK
7	40	OK
8	37	OK
9	37	OK
PROMEDIO		38

MUESTRA 3A-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	38	OK
2	42	OK
3	41	OK
4	41	OK
5	40	OK
6	42	OK
7	39	OK
8	37	OK
9	38	OK
PROMEDIO		40

ORIENTACIÓN DE EQUIPO = 90 grados

PROMEDIO VALOR DE REBOTE = 40

RESISTENCIA DE ENSAYO

$$f'c = 27 \text{ N/mm}^2$$

$$f'c = 275.32 \text{ Kg/cm}^2$$

$$90\% f'c = 247.79 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{DESV. ESTÁNDAR} = 2.154$$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
TESISTA: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
FECHA DE ENSAYO: 20/01/2024

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
ENSAYO: ESCLEROMETRÍA

MARCA ESCLERÓMETRO: ZC3-A
SERIE N°: 1801031
RESPONSABLE CALIB.: DIEGO QUISPE

MODELO: L/LR
FECHA DE CALIBRACIÓN: LIMA 20/11/2018
LUGAR CALIB.: Laboratorio de calibración TÉCNICAS CP.SAC

PABELLÓN B

ELEMENTO DE ENSAYO	COLUMNAS
EDAD DE CONCRETO	57 AÑOS
DIMENSIÓN ELEMENTO	30 cm x 35 cm

MUESTRA 1B-C		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	39	OK
2	35	OK
3	39	OK
4	40	OK
5	37	OK
6	40	OK
7	39	OK
8	36	OK
9	35	OK
PROMEDIO		38

MUESTRA 2B-C		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	43	OK
2	43	OK
3	38	OK
4	38	OK
5	43	OK
6	43	OK
7	41	OK
8	39	OK
9	38	OK
PROMEDIO		41

MUESTRA 3B-C		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	43	OK
2	42	OK
3	43	OK
4	40	OK
5	43	OK
6	36	OK
7	45	OK
8	46	OK
9	39	OK
PROMEDIO		42

ORIENTACIÓN DE EQUIPO = 0
grados

PROMEDIO VALOR DE REBOTE = 40

RESISTENCIA DE ENSAYO

$$f'c = 33 \text{ N/mm}^2$$

$$f'c = 336.51 \text{ Kg/cm}^2$$

$$90\% f'c = 302.86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{DESV. ESTÁNDAR} = 2.017$$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES A Y B DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 PEDAGÓGICA PÚBLICA "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA".

ESTRUCTURA: EESPP "NUESTRA SEÑORA DE CHOTA"
 TESIS: ALEX RICARDO CIEZA SILVA
 FECHA DE ENSAYO: 20/01/2024

UBICACIÓN: DIST. CHOTA, PROV. CHOTA, DEPAR. CAJAMARCA
 ASESOR: DR. ING. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO
 ENSAYO: ESCLEROMETRÍA

MARCA ESCLERÓMETRO: ZC3-A
 SERIE N°: 1801031
 RESPONSABLE CALIB.: DIEGO QUISPE

MODELO: L/LR
 FECHA DE CALIBRACIÓN: LIMA 20/11/2018
 LUGAR CALIB.: Laboratorio de calibración TÉCNICAS CP.SAC

PABELLÓN B

ELEMENTO DE ENSAYO	VIGAS
EDAD DE CONCRETO	57 AÑOS
DIMENSIÓN ELEMENTO	30 cm x 30 cm

MUESTRA 1B-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	41	OK
2	41	OK
3	42	OK
4	37	OK
5	39	OK
6	37	OK
7	39	OK
8	41	OK
9	39	OK
PROMEDIO		40

MUESTRA 2B-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	38	OK
2	42	OK
3	39	OK
4	39	OK
5	41	OK
6	39	OK
7	40	OK
8	42	OK
9	40	OK
PROMEDIO		40

MUESTRA 3B-V		
N°	VALOR REBOTE	OBSERVACIÓN
1	39	OK
2	38	OK
3	40	OK
4	35	OK
5	36	OK
6	38	OK
7	40	OK
8	37	OK
9	36	OK
PROMEDIO		39

ORIENTACIÓN DE EQUIPO = 90 grados

PROMEDIO VALOR DE REBOTE = 40

RESISTENCIA DE ENSAYO

$f'c = 27 \text{ N/mm}^2$

$f'c = 275.32 \text{ Kg/cm}^2$

$90\% f'c = 247.79 \text{ Kg/cm}^2$

DESV. ESTÁNDAR = 1.767

C. Parte de la memoria descriptiva de 1965, en donde se da la característica del hierro (varillas) de la época.

La piedra deberá ser de tamaño diferente, con un porcentaje de vacíos de 30 al 50%. Para trabajos de concreto simple, el tamaño mayor será de 2 1/2" a 3". Para trabajos de concreto armado el tamaño será 1/2". No más de 5% del volumen total de la piedra pasará por malla de 1/4".

E-4.- HORMIGON.-

Será de una mezcla de arena y canto rodado, con una proporción, en volumen de arena, entre el 50% y el 70% del de la piedra.

E-5.- HIERRO.-

Será de la calidad llamada estructural, con sección redonda corrugada, deformado con una resistencia media a la ruptura de 1260 kg/cm^2 . El fierro de 1/4" será liso.

E-6.- AGUA.-

El agua será limpia y libre de sustancias perjudiciales como: aceites, ácidos, álcalis o materias orgánicas. No será permitida el empleo de agua de albañales.

E-7.- MEDIDA DE LOS COMPONENTES.-

El cemento y los agregados, arena, grava o piedra partida, serán medidos en volumen. Se considerará igual un pie cúbico de un saco de cemento de 42.5 kg. (94 lbs.).

E-8.- CLASES DE CONCRETO.-

La clase de concreto será del tipo cuya resistencia a la fractura a los 28 días sea de 140 kg/cm^2 . En cada vaciado el Ing^o Inspector, hará tomar al Contratista, tres muestras para su análisis correspondiente.

E-9.- CONCRETO CICLOPEO.-

Será el concreto al cual, en el momento del llenado, se le agrega piedra grande. La cantidad de piedra que se agregue no será en ningún caso mayor del 40% del volumen total del concreto, y siempre que permita que todas las piedras queden cubiertas por lo menos con 2" de concreto. La piedra grande tendrá un diámetro máximo de 5".

E-10.- LIMPIEZA DE LAS FORMAS Y EQUIPOS.-

Antes del mezclado y transporte del concreto, todo equipo deberá limpiarse, especialmente en las partes que entren en contacto con el concreto.

Las zapajas o fondos de excavación, encofrados, superficie de ladrillos y, de manera general, todas las formas donde se vacía el concreto, deberán estar limpias, saturadas

D. Parte de la memoria descriptiva de 1965, en dónde se da las características de los muros de la época.

Las hiladas se colocarán con escantillón, permitiéndose un máximo de 1,5 a 2 cm. de espesor de mortero la capa de mortero será completa, untando los costados que forman las verticales con una cantidad de mortero suficiente para llenar las juntas. No podrán usarse como encofrados de columnas.

Las demás juntas de la superficie deberán ser rellenadas con mortero, procurando sacar las partículas flojas.

A-3.- MUROS.-

Se harán todos los muros bordantes con ladrillos de 6 x 12 x 24 cms. y los tabiques indicados en los planos con ladrillos de 6 huecos de 10 x 12 x 24 cms. asentados con mortero de cemento y arena en proporción 1:5.

El ladrillo para fachadas será seleccionado por el color, en calidad y composición y deberá ser de conformidad con los requerimientos A.S.T.M. para ladrillo de edificación especialmente standard 6 x 12 x 24 cms., para alinear apropiadamente las paredes donde se indique.

Los ladrillos corrientes deben estar igualmente de acuerdo con las especificaciones de A.S.T.M.; deberán ser bien y uniformemente cocidos, firmes y compactos en su estructura: de tamaño, forma y color bastante uniformes, libres de grietas, rajaduras o defectos. Las hiladas serán perfectamente horizontales, con amarre americano; la traba será de 2 ladrillos de soga por 2 de cabeza.

El amarre en las esquinas, cuando haya encuentros de muros se hará a medio ladrillo con traba de hilada a hilada.

Se tendrá especial cuidado con el plomo de los muros y perfiles de pilastras. En el momento de su colocación, los ladrillos deberán estar perfectamente humedecidos. Se evitará el cortar las hiladas, dejando endientados o cajuelas para el amarre de otros muros.

No se dejarán huecos para machinales mayores que los requeridos por la sección de estos. No se permitirán en las esquinas o encuentros de muros. Tan luego un machinal no sea necesario, será retirado, y el hueco cubierto inmediatamente con los mismos materiales.

Este trabajo de enladrillado será colocado en la forma indicada; las uniones de camas horizontales y verticales serán rellenadas completamente con mortero, el que no deberá surcarse con el extremo del badilejo o la paleta.

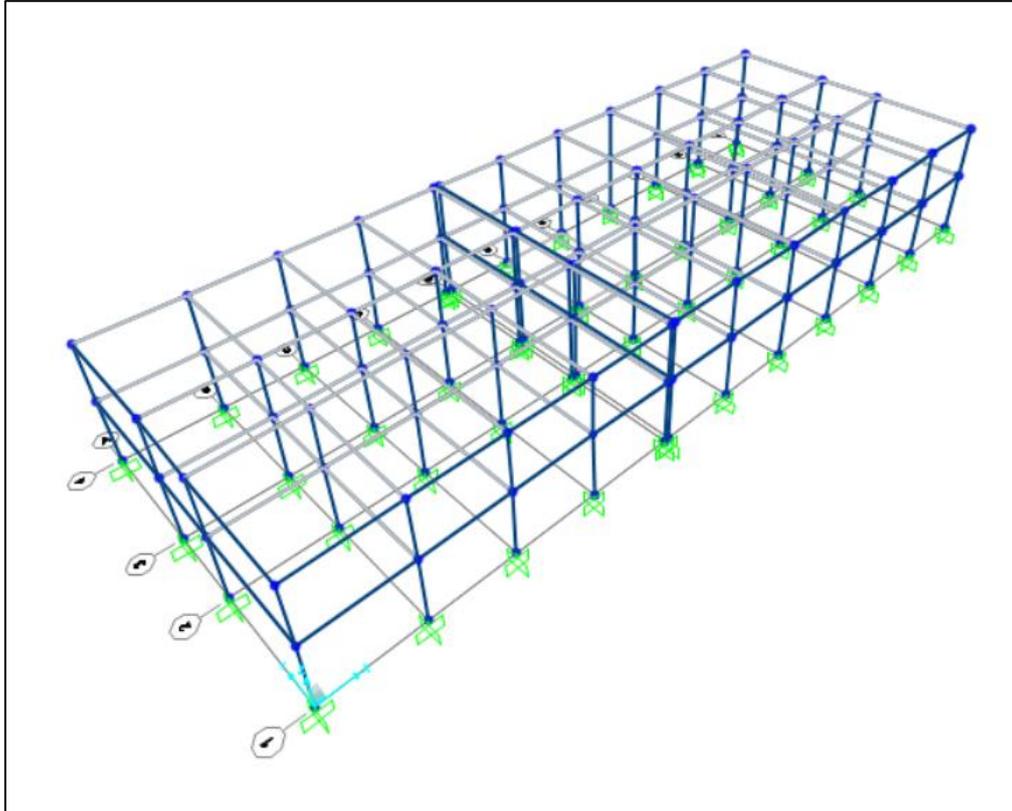
A-4.- LADRILLO EN FACHADA.-

El contratista deberá construir donde se le haya indicado, para aprobación, un pedazo como muestra de trabajo de ladrillo de fachada, de aproximadamente 1.5 m. x 2m., mostrando los bordes, uniones, color, y textura del mortero, etc. Deberá corregir o cambiar la muestra hasta que la misma sea aprobada, y ésta deberá guardarse hasta que se autorice su destrucción. La muestra aprobada debe servir de norma para trabajos similares.

E. Modelamiento en SAP 2000 de pabellón A

Figura 22

Modelamiento en SAP 2000 de pabellón A

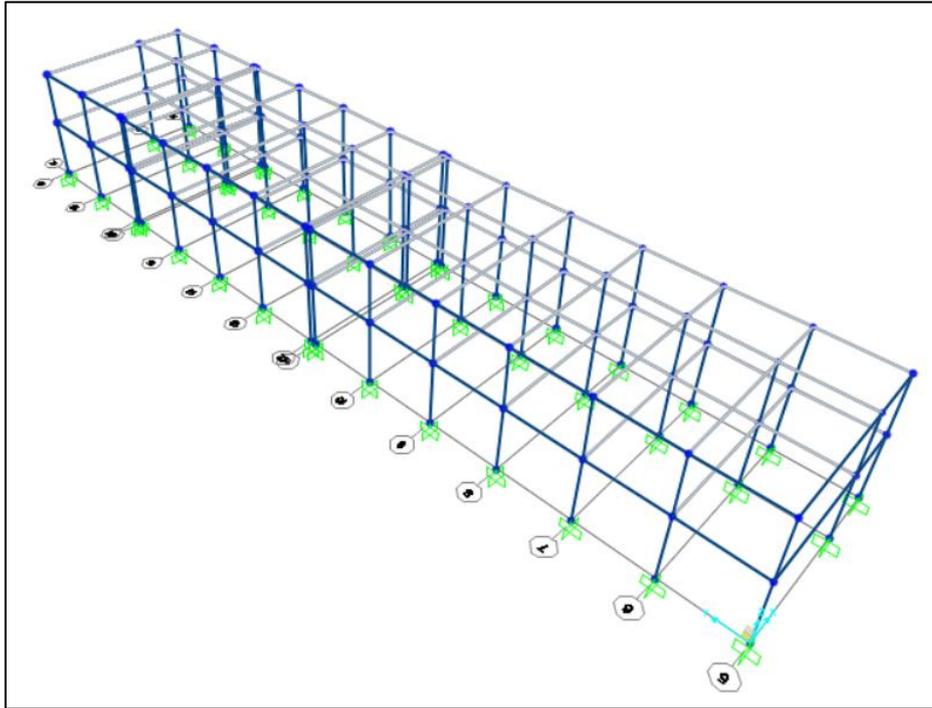


NOTA: Obtenido del programa SAP 2000 versión 23.2

F. Modelamiento en SAP 2000 de pabellón B

Figura 23

Modelamiento en SAP 2000 de pabellón B



NOTA: Obtenido del programa SAP 2000 versión 23.2

G. Fotografías de tesista para estudio de suelos

Figura 24

Extracción de muestra de suelo



Figura 25

Medición de altura de estratos



H. Fotografías de tesista en obtención de metrados de edificaciones

Figura 26

Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón A (exterior)



Figura 27

Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón A (interior)



Figura 28

Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón B (exterior)



Figura 29

Metrados de elementos estructurales, ambientes y muros del pabellón B (interior)



I. Fotografías de tesista para ensayo de esclerometría

Figura 30

Esclerómetro utilizado marca ZC3-A



Figura 31

Obtención de datos de esclerometría en vigas de pabellón A



Figura 32

Obtención de datos de esclerometría en columnas de pabellón A



Figura 33

Obtención de datos de esclerometría en vigas de pabellón B



Figura 34

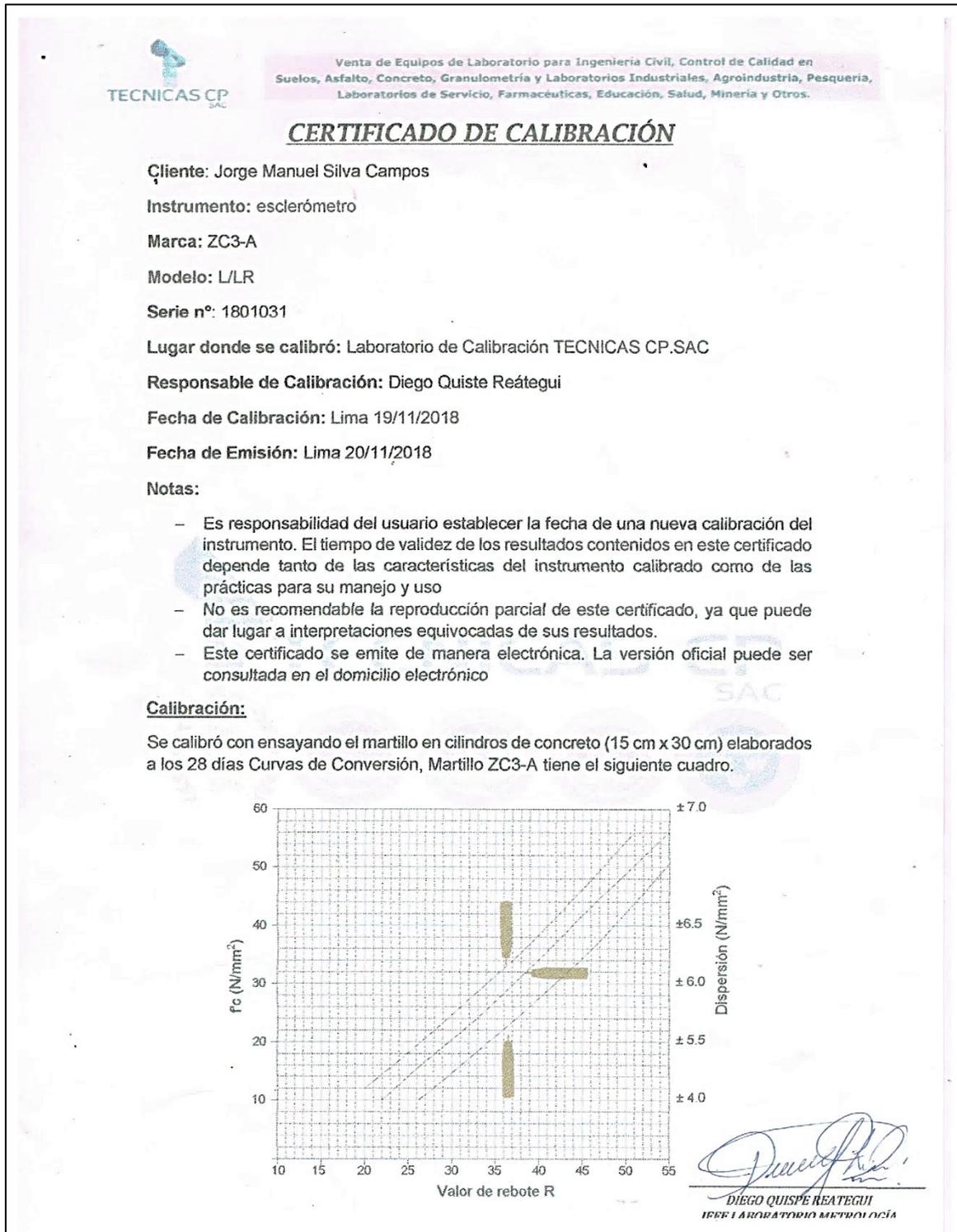
Obtención de datos de esclerometría en columnas de pabellón B



J. Certificado de calibración de esclerómetro

Figura 35

Certificado de calibración de esclerómetro



L. Presentación de planos.

Se presentan los siguientes planos:

MAPA DE SISMICIDAD DE CAJAMARCA

PLANO N° 01. LOCALIZACIÓN DE LA EESPP "NSCH".

PLANO N° 02. UBICACIÓN DE LA EESPP "NSCH"

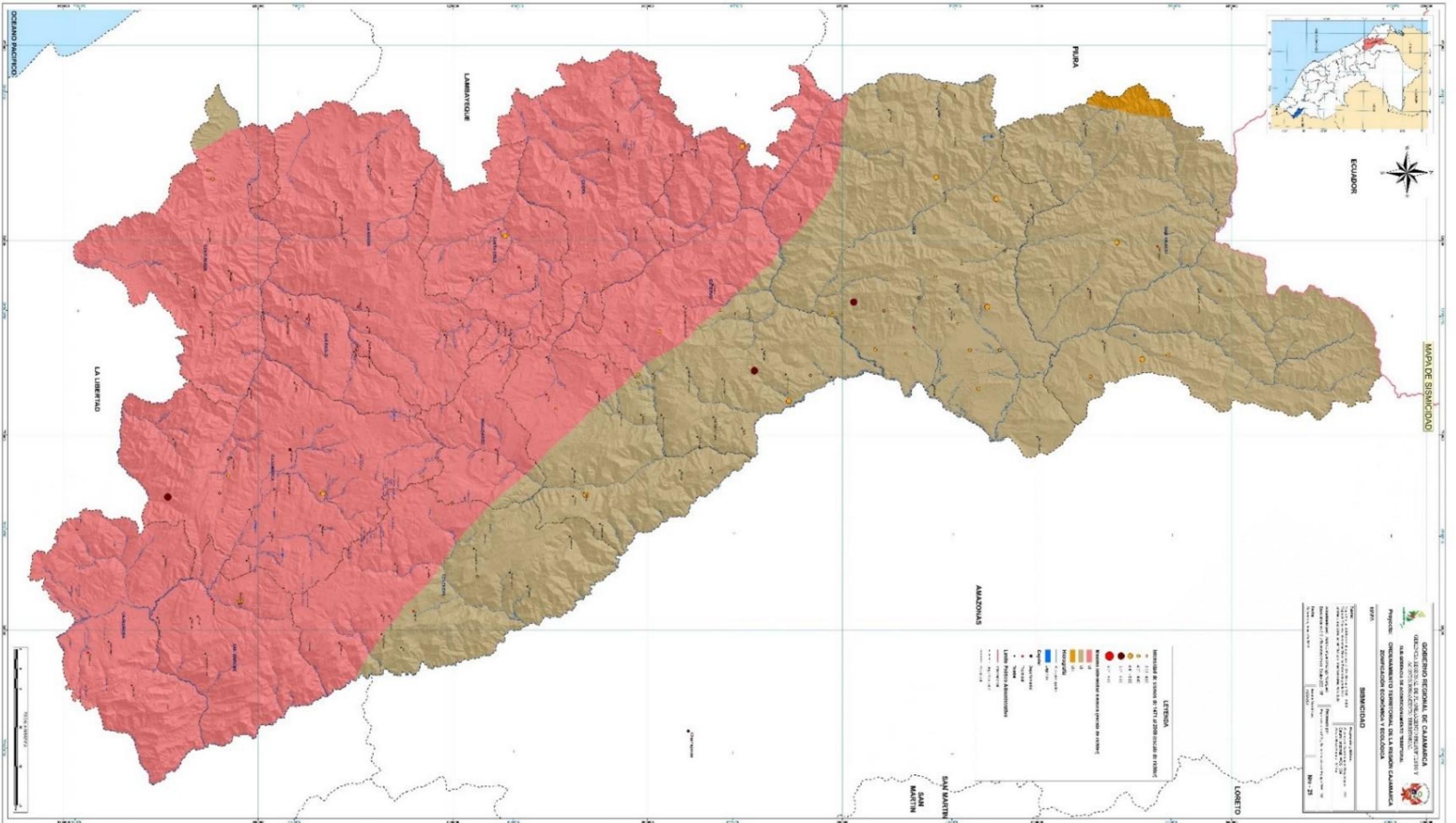
PLANO N° 03. DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA DE LA EESPP "NSCH"

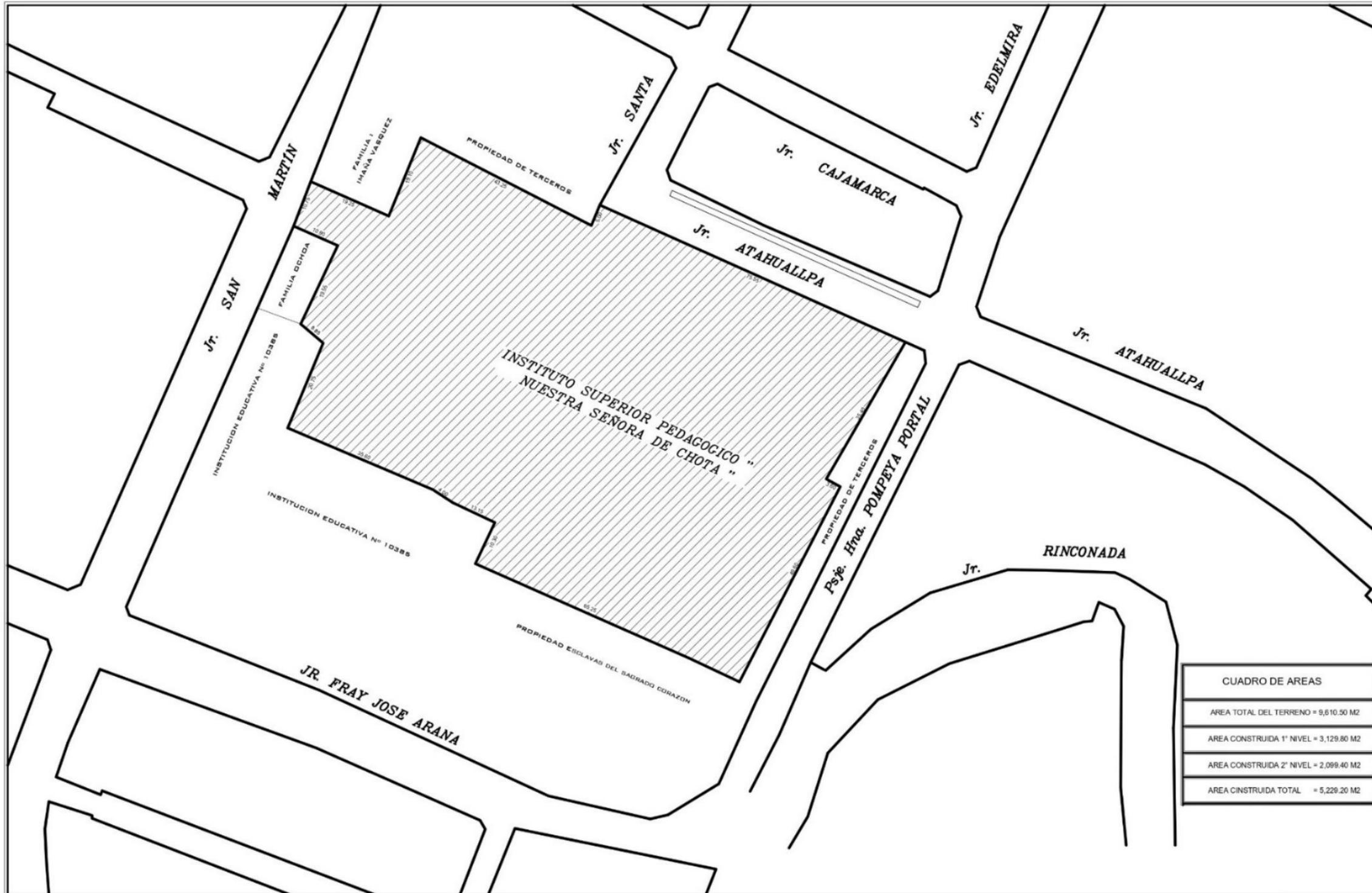
PLANO N° 04. DISTRIBUCIÓN SEGUNDA PLANTA DE LA EESPP "NSCH"

PLANO N° 05. CORTES DE LA EESPP "NSCH"

PLANO N° 06. PABELLON A DE LA EESPP "NSCH"

PLANO N° 07. PABELLON B DE LA EESPP "NSCH"





UBICACIÓN

ESCALA 1/1000

DIRECCIÓN CATASTRAL: JR ATAHUALPA Nro. 106



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

Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica "Nuestra Señora de Chota"

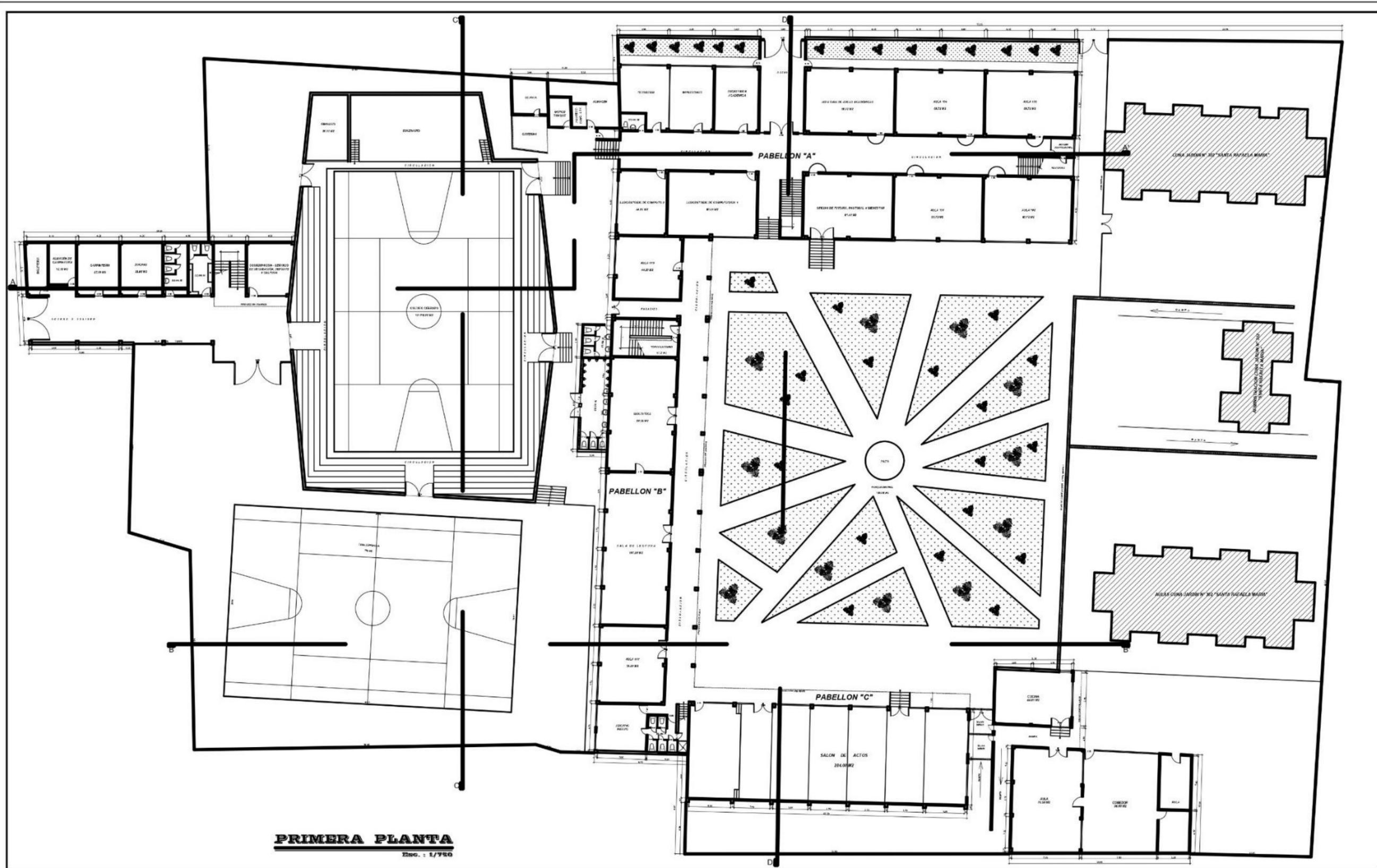
Plano: UBICACIÓN DE LA EESPP "NSCH"

Bachiller: Alex Ricardo Cieza Silva

Aesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosquera Moreno

Escala: Indicadas | Fecha: Cajamarca, octubre 2024

PLANO N°
02



PRIMERA PLANTA
Escala: 1/750



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

Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica 'Nuestra Señora de Chota'

Plano: DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA DE LA EESPP 'NSCH'

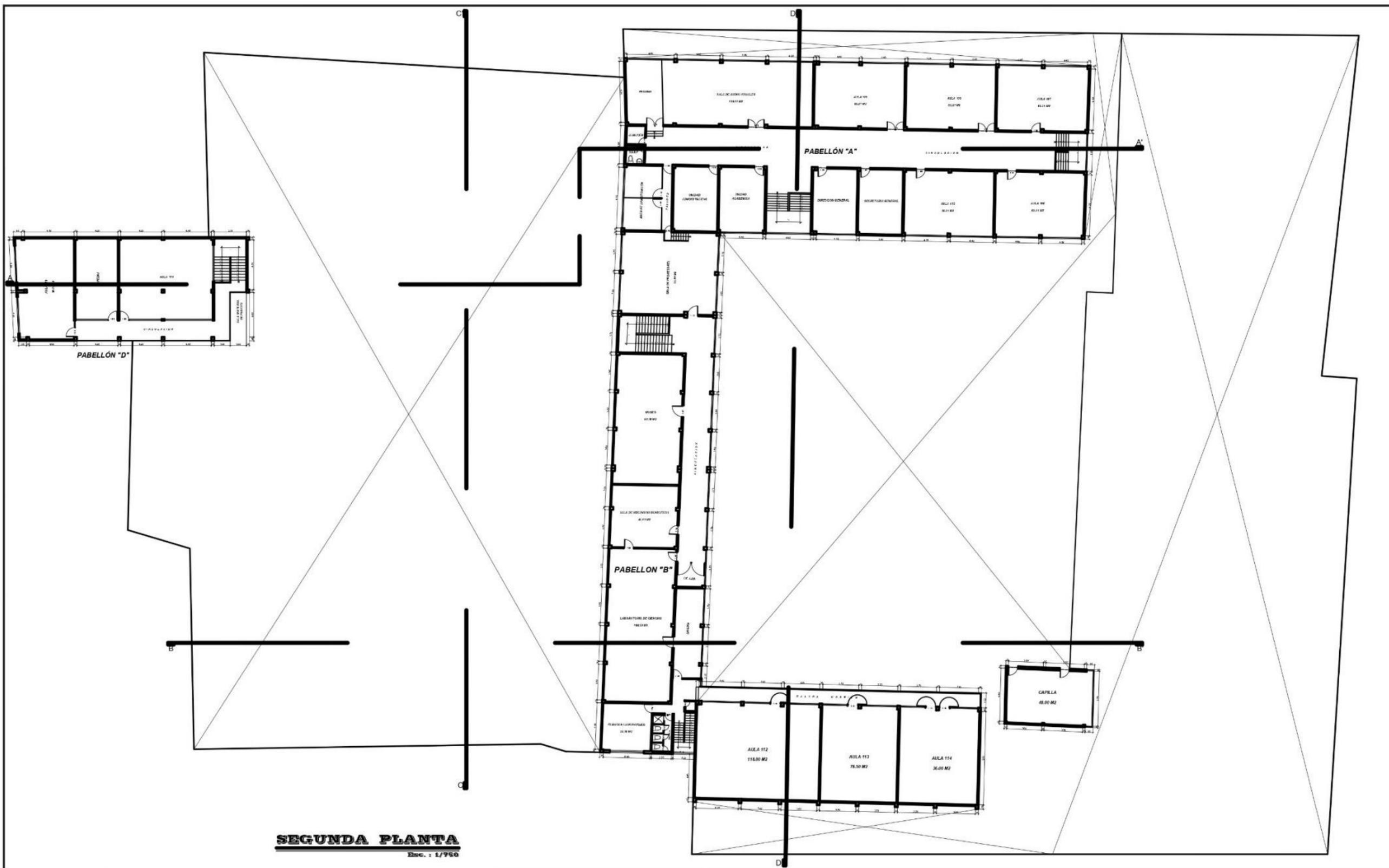
Bachiller: Alex Ricardo Cieza Silva

Asesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Escala: Indicadas Fecha: Cajamarca, octubre 2024

PLANO N°

03



SEGUNDA PLANTA
Eloc. : 1/750



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

Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica 'Nuestra Señora de Chota'

Plano: DISTRIBUCIÓN SEGUNDA PLANTA DE LA EESPP 'NSCH'

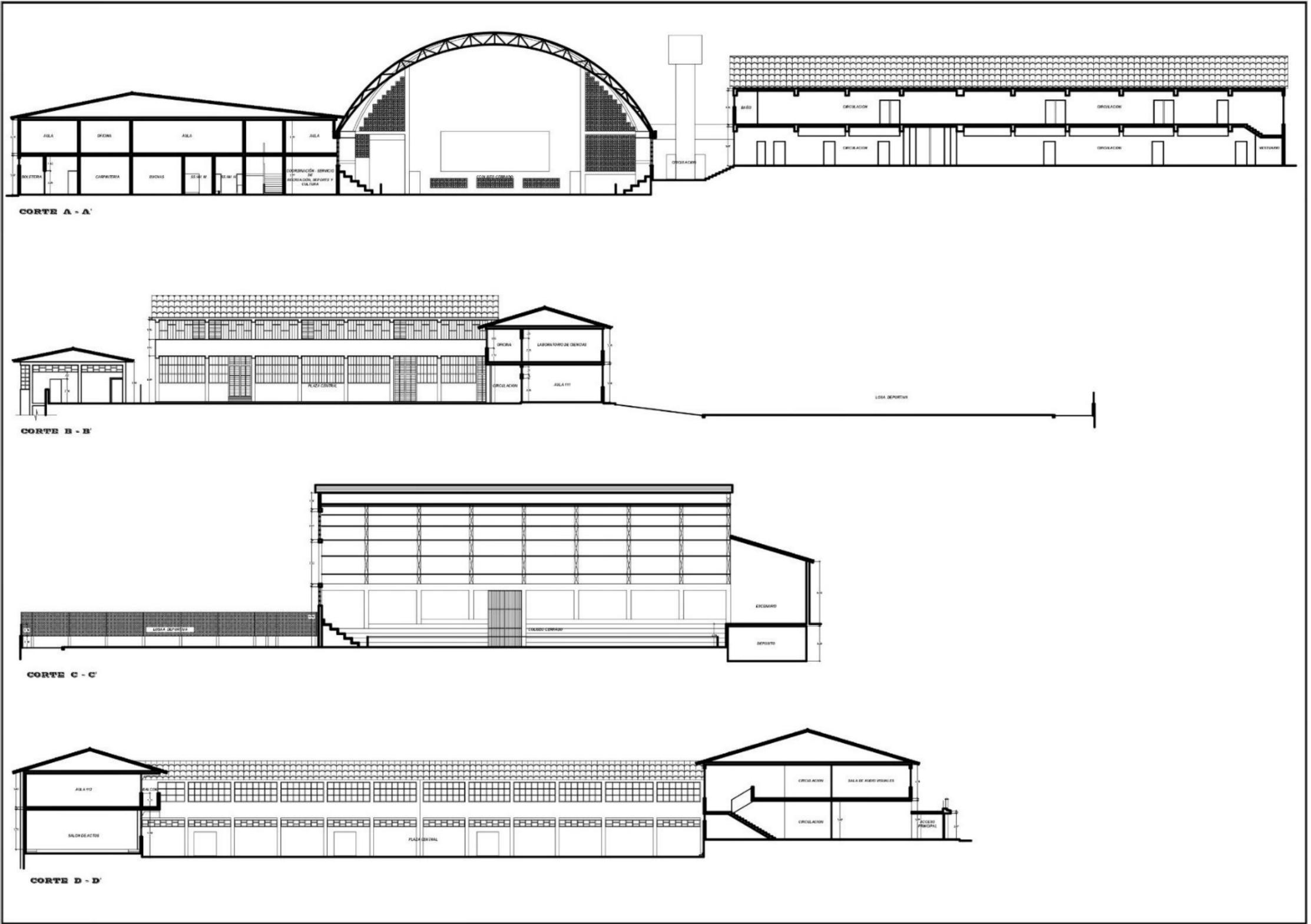
Bachiller: Alex Ricardo Cieza Silva

Asesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Escala: Indicadas Fecha: Cajamarca, octubre 2024

PLANO N°

04



CORTE A - A'

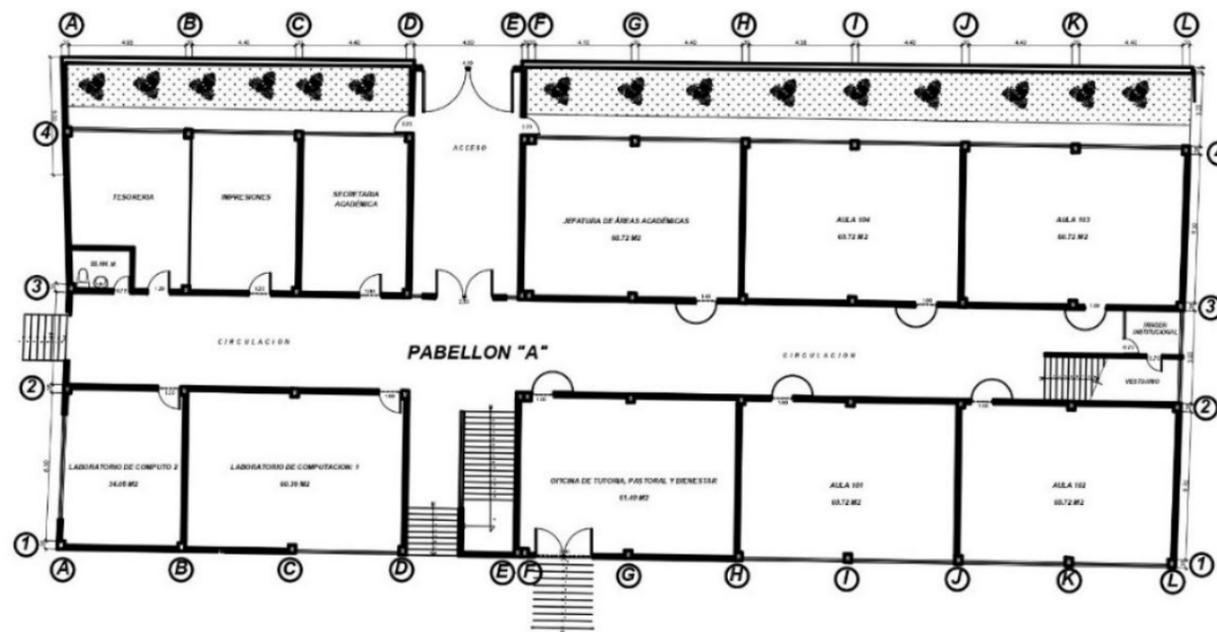
CORTE B - B'

CORTE C - C'

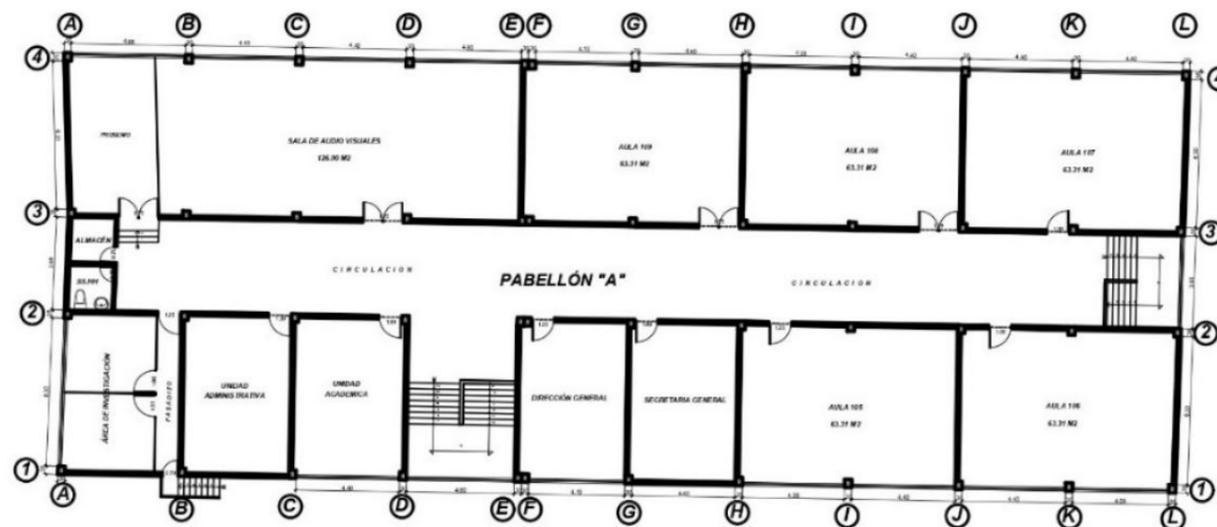
CORTE D - D'



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica 'Nuestra Señora de Chota'	
Plano: CORTES DE LA EESPP 'NSCH'	
Bachiller: Alex Ricardo Cieza Silva	
Asesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno	
Escala: Indicadas	Fecha: Cajamarca, octubre 2024
PLANO N° 05	



PRIMERA PLANTA
Ese. : 1/700



SEGUNDA PLANTA
Ese. : 1/700



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

Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica 'Nuestra Señora de Chota'

Plano: PABELLON A DE LA EESPP 'NSCH'

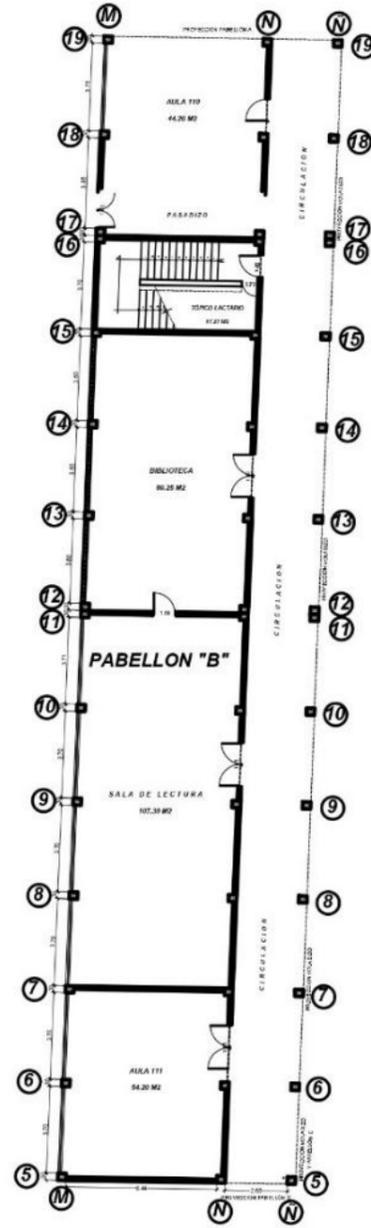
Bachiller: Alex Ricardo Cieza Silva

Asesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

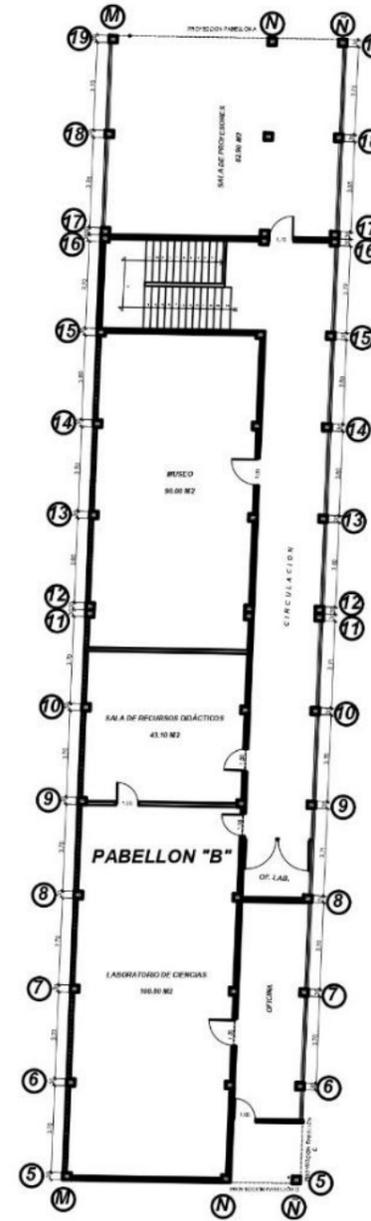
Escala: Indicadas Fecha: Cajamarca, octubre 2024

PLANO N°

06



PRIMERA PLANTA
Eso. : 1/700



SEGUNDA PLANTA
Eso. : 1/700



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

Tesis: Vulnerabilidad sísmica de los pabellones A y B de la escuela de educación superior pedagógica "Nuestra Señora de Chota"

Plano: PABELLON B DE LA EESPP "NSCH"

Bachiller: Alex Ricardo Cleza Silva

Asesor: Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Escala: Indicadas Fecha: Cajamarca, octubre 2024

PLANO N°

07