

Brush J. Huamán Neira - Jhon E. Goicochea Saaved...

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10411 NEGROPAMPA, C.P NEGROPAMPA, CHO...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3615009484

Fecha de entrega

21 jul 2026, 10:13 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 jul 2026, 10:16 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

hon_Edy_Goicochea_Saavedra_Informe_-_BRUSH_JAROL_HUAMN_NEIRA.pdf

Tamaño del archivo

5.8 MB

94 páginas

16.856 palabras

89.548 caracteres

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unj.edu.pe	3%
2	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
3	Internet	hdl.handle.net	<1%
4	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
6	Internet	bibliotecas.unsa.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.untrm.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Itapúa	<1%
10	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
11	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Peru	<1%
13	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	<1%
16	Internet	designscad.com	<1%
17	Internet	es.slideshare.net	<1%
18	Trabajos del estudiante	unj	<1%
19	Internet	issuu.com	<1%
20	Trabajos del estudiante	Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo 2026-I	<1%
22	Internet	pre.edificacion.upm.es	<1%
23	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERIA



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10411 NEGROPAMPA, C.P NEGROPAMPA, CHOTA, CAJAMARCA, MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES: Bach. Brush Jarol Huamán Neira

Bach. Jhon Edy Goicochea Saavedra

ASESOR: M. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

2026

INDICE

13	INDICE DE TABLAS	v
	INDICE DE FIGURAS.....	vi
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT.....	ix
	I. INTRODUCCION	10
	1.1.Realidad problemática.....	10
6	1.1.1.Formulación del problema	11
	1.2.Justificación.....	11
	1.2.1.Justificación técnica.....	11
	1.2.2.Justificación social.....	11
	1.2.3.Justificación académica	12
	1.3.Antecedentes	12
	1.3.1.Internacionales.....	12
	1.3.2.Nacionales	15
	1.3.3.Locales.....	17
	1.4.Objetivos	19
	1.4.1.Objetivo general	19
	1.4.2.Objetivos específicos.....	19
	II.MATERIAL Y MÉTODOS	20
	2.1.Ubicación Geográfica.....	20

8

2.2.Población, muestra y muestreo	21
---	----

2.2.1.Población	21
-----------------------	----

2.2.2.Muestra	21
---------------------	----

2.2.3.Muestreo	22
----------------------	----

2.3.Hipótesis.....	22
--------------------	----

12

2.4.Variable de estudio.....	22
------------------------------	----

2.4.1.Variable independiente	22
------------------------------------	----

2.4.2.Variable dependiente.....	22
---------------------------------	----

2.5.Métodos, técnicas e instrumentos.....	22
---	----

2.5.1.Tipo de investigación.....	22
----------------------------------	----

2.5.2.Técnicas	23
----------------------	----

2.5.3.Instrumentos	24
--------------------------	----

2.6.Procedimiento.....	24
------------------------	----

2.6.1.Descripción de los Módulos	24
--	----

2.6.2.Ensayo de esclerometría	28
-------------------------------------	----

2.6.3.Modelado del Módulo I y Módulo II.....	28
--	----

2.6.4.Análisis estático Módulo I y II	37
---	----

2.6.5.Análisis estático no lineal (Pushover) Módulo I y Módulo II	39
---	----

III.RESULTADOS	46
----------------------	----

3.1.Resistencia a compresión de las vigas y columnas de los módulos I y II de la I.E.	
---	--

N° 10411 Negropampa.....	46
--------------------------	----

3.2.Derivas y desplazamientos máximos de los módulos I y II de la I.E. N° 10411

Negropampa 47

3.2.1.Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X -X47

3.2.2Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y-Y48

3.3. Curva de capacidad de los módulos I y II de la I.E. N° 10411 Negropampa
48

3.4.Punto de desempeño y categorización de los módulos I y II de la I.E. N° 10411

Negropampa según ASCE 4150

IV.DISCUCIÓN53

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES56

5.1.Conclusiones56

5.2.Recomendaciones.....57

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS58

AGRADECIMIENTO61

DEDICATORIA.....62

ANEXOS63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Puntos considerados del módulo I y II</i>	28
Tabla 2 <i>Características de las columnas del Módulo I y II</i>	32
Tabla 3 <i>Características de las vigas en el nivel 1 del Módulo I y II</i>	33
Tabla 4 <i>Características de las vigas en el nivel 2 del Módulo I y II</i>	34
Tabla 5 <i>Parámetros sísmicos de la edificación</i>	38
Tabla 6 <i>Derivas en la dirección X-X del Módulo I y II</i>	47
Tabla 7 <i>Derivas en la dirección Y-Y del Módulo I y II</i>	48
Tabla 8 <i>Sectorización por niveles de desempeño del Módulo I de la curva de capacidad ATC</i>	52
Tabla 9 <i>Sectorización por niveles de desempeño del Módulo II de la curva de capacidad</i> <i>ATC-4I</i>	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de la Institución educativa N.º10411 Negropampa</i>	20
Figura 2	<i>Ubicación geográfica del C.P. de Negropampa</i>	21
Figura 3	<i>Vista en planta del Módulo I</i>	25
Figura 4	<i>Vista en planta del Módulo II</i>	26
Figura 5	<i>Asignación de las propiedades del concreto</i>	29
Figura 6	<i>Asignación de las propiedades del acero</i>	30
Figura 7	<i>Distribución de las columnas del Módulo I</i>	31
Figura 8	<i>Distribución de las columnas del Módulo II</i>	32
Figura 9	<i>Distribución de las vigas en el nivel 1 del Módulo I y II</i>	33
Figura 10	<i>Acero en viga principal (30X55)</i>	35
Figura 11	<i>Acero en viga chata (25X20)</i>	35
Figura 12	<i>Vista en planta del entrepiso del nivel 1 del módulo I</i>	36
Figura 13	<i>Vista en planta del nivel 1 del módulo II</i>	37
Figura 14	<i>Parámetros no lineales del concreto</i>	39
Figura 15	<i>Parámetros no lineales del acero</i>	40
Figura 16	<i>Asignación de las rotulas plásticas concentradas en vigas</i>	41
Figura 17	<i>Asignación de rótulas plásticas distribuidas en columnas</i>	42
Figura 18	<i>Definición del caso de carga de gravedad</i>	44
Figura 19	<i>Definición del caso de carga Pushover</i>	45
Figura 20	<i>Sectorización por niveles de desempeño de modelo bilineal de la curva de capacidad (ATC- 41)</i>	46
Figura 21	<i>Curva de capacidad del módulo I</i>	49
Figura 22	<i>Curva de capacidad del módulo II</i>	50
Figura 23	<i>Punto de desempeño del módulo I</i>	51

Figura 24 <i>Punto de desempeño del módulo II</i>	51
Figura 25 <i>Esclerómetro para el ensayo no destructivo de esclerometría</i>	83
Figura 26 <i>Puerta de Ingreso de la I.E. N°10411 Negropampa</i>	83
Figura 27 <i>Ensayo de esclerometría en columnas-Modulo I</i>	84
Figura 28 <i>Ensayo de esclerometría en vigas-Modulo I</i>	84
Figura 29 <i>Ensayo de esclerometría en columnas-Modulo II</i>	85
Figura 30 <i>Ensayo de esclerometría en vigas-Modulo II</i>	85

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el Desempeño Sísmico de los módulos I y II de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, CP Negropampa, distrito de Chota, mediante el Análisis Estático No Lineal (Pushover). Primero se realizó el ensayo no destructivo de esclerometría en los elementos estructurales, obteniéndose en las columnas un $f'c=250$ kg/cm² y para vigas un $f'c=248$ kg/cm². Posteriormente se realizó el modelado y análisis pushover de ambas estructuras en el software ETABS V22.5.0, donde se obtuvo la curva de capacidad, las derivas máximas y el punto de desempeño. El módulo I registro una capacidad resistente máxima de 59.270 tonf con desplazamiento de 0.104 m; el módulo II alcanzó 43.370 tonf y 0.110 m de desplazamiento. Asimismo, las derivas en la dirección X y Y, de ambos módulos cumplieron el rango de 0.007 para estructuras de concreto armado según la E0.30 (2026) solo en el segundo nivel. En cuanto al punto de desempeño sísmico, en el módulo I fue de 23.14 cm y del módulo II 22.54 cm, lo que permitió categorizar a ambos módulos en un nivel de colapso ante un sismo de diseño severo con ocurrencia muy rara.

Palabras clave: sismología, ensayo no destructivo, capacidad, concreto armado.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the seismic performance of Modules I and II of Educational Institution No. 10411 Negropampa (located in CP Negropampa, Chota District) using Nonlinear Static Analysis (Pushover). First, non-destructive sclerometer testing was conducted on the structural elements, yielding a compressive strength (f_c) of 250 kg/cm² for columns and 248 kg/cm² for beams. Subsequently, modeling and pushover analysis for both structures were performed using ETABS V22.5.0 software, yielding the capacity curve, maximum drifts, and the performance point. Module I recorded a maximum load-bearing capacity of 59.270 tf with a displacement of 0.104 m, while Module II reached 43.370 tf and a displacement of 0.110 m. Furthermore, regarding drifts in the X and Y directions, both modules met the 0.007 limit for reinforced concrete structures—as specified by standard E0.30 (2026)—only at the second-story level. Regarding the seismic performance point, the values were 23.14 cm for Module I and 22.54 cm for Module II; these results led to the classification of both modules at the collapse level under a severe design earthquake with a very rare probability of occurrence.

Keywords: seismology, non-destructive testing, capacity, reinforced concrete.

I. INTRODUCCION

1.1.Realidad problemática

El territorio peruano es uno de los más sísmicamente activos del mundo debido a la interacción de la placa oceánica de Nazca con la placa continental Sudamericana. Este proceso de subducción ocurre a una velocidad de aproximadamente 7 cm por año, lo que genera la liberación de energía en forma de terremotos. Esta actividad sísmica no solo se concentra en la costa, sino también en las zonas internas del continente, particularmente en la Cordillera de los Andes. La deformación continua de la corteza terrestre dentro del continente se refleja en la superficie mediante fallas geológicas activas, que pueden identificarse a través de los movimientos sísmicos. Estas fallas, situadas en los bordes y a lo largo de la Cordillera de los Andes, facilitan la identificación de áreas con mayor riesgo sísmico y permiten analizar la dinámica geológica de la región. (Vargas, 2021)

Los movimientos sísmicos registrados por el Instituto Geofísico del Perú entre los años 2001 y 2022 fueron un total de 14.132, los cuales mayormente se encuentran en un rango de 4 a 4.9 puntos en la escala de Richter.

De acuerdo a los sismos reportados en el informe del Instituto Geofísico del Perú (IGP), en los últimos 6 años Chota ha tenido más de 30 sismos de magnitud con una magnitud de hasta 5.1 en la escala Richter, en una distancia de hasta 100 km, teniendo como base que en los años anteriores no se superó la cifra de un sismo anual. (IGP, 2023)

El ultimo sismo de gran magnitud, fue el lunes 2 de octubre de 2023 a las 22:59:53 (hora local de Perú), donde se registró un sismo de magnitud 4.1 con epicentro ubicado a 17 km al noreste de Chota, provincia de Chota, región Cajamarca, a una profundidad de 17 km (IGP, 2023).

Es importante señalar que, debido a las características geodinámicas del territorio del Perú, es muy probable que en los próximos años tanto en el país como la zona de Chota

experimenten movimientos sísmicos de gran escala similares a los eventos más destructivos registrados en la historia del país, el terremoto de Lima y Callao de 1746 (con un sismo estimado de 8.9), el sismo de Áncash de (magnitud 7.9) y el movimiento sísmico de Arequipa en 2001 (magnitud 7.9).

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, CP Negropampa, Chota?

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación técnica

El análisis del desempeño sísmico de las estructuras de Instituciones educativas en el Perú y el mundo surge de la necesidad de estimar y/o determinar el grado de afectación de las mismas ante un evento sísmico de gran magnitud, siendo así un tema preocupante en la población, ya que se está atentando contra la vida y seguridad de sus ocupantes, así como también de pérdidas económicas.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030), el territorio nacional del Perú se divide en cuatro zonas, cuyos espacios territoriales han sido clasificados de acuerdo a la información neotectónica, las particularidades de los movimientos sísmicos y su debilitamiento de los terremotos al aumentar la distancia al epicentro. En base a la zonificación sísmica del Perú podemos constatar que la ciudad de Chota se encuentra en una zona sísmica 2 con un factor Z de 0,25. (INACAL, 2018)

1.2.2. Justificación social

El análisis del desempeño sísmico de las instituciones en el Perú y el mundo surge de la necesidad de estimar y/o determinar el grado de afectación de estas estructuras ante un evento sísmico de gran magnitud, siendo así un tema preocupante en la población educativa, ya que

se está atentando contra la vida y seguridad de sus ocupantes, así como también de pérdidas económicas.

La institución educativa 10411 Negropampa, distrito y provincia de Chota alberga más de 170 personas, entre alumnos, personal educativo y otros, es así que mediante la presente investigación nos permite conocerla capacidad de la estructura ante un evento sísmico de gran magnitud, garantizando la confianza e integridad física de las personas (Identicole, 2026)

1.2.3. Justificación académica

Por medio de Observación directa se puede identificar que en la ciudad de Chota existen estructuras, entre ellas Instituciones educativas, las cuales muestran daños moderados ante los sismos ocurridos en los años previos a 2025, dando así a entender que ante un sismo de gran escala sufrirían daños complejos que incluso podrían generar el colapso de las estructuras y cobrar vidas humanas en el proceso. Ante ello, el proyecto de investigación aspira a dar uso del método Pushover del Software ETABS V.22.5 y obtener el análisis estático no lineal de la Institución Educativa seleccionada. Tomando, así como punto de partida estos datos para implementar medidas de mitigación y fortalecimiento estructural en estructuras similares de dicha ciudad.

1.3. Antecedentes

1.3.1. Internacionales

Toapanta (2024) en su proyecto de tesis, tiene como finalidad establecer la correlación de los ensayos no destructivos de esclerometría y ultrasonido en probetas de hormigón, se desarrolló un estudio con muestras cilíndricas diseñadas para 35 MPa, evaluadas a la edad de 28, 56 y 90 días, siguiendo los criterios de la norma UNE-EN 13791:2020 y utilizando análisis estadísticos para aclarar los datos obtenidos. Los resultados promedio mostraron que después de 28 días se logró una resistencia de 35,3 MPa, una velocidad ultrasónica de 3636 m/s y 27 unidades de rebote; Después de 56 días se registraron 40,9 MPa, 3819 m/s y 32 unidades; y

46,4 MPa, 3816 m/s y 36 unidades a los 90 días, indicando un aumento progresivo de la resistencia y del índice de rebote, mientras que la velocidad ultrasónica se estabilizó a los 56 días. Se concluye que ambos métodos son válidos para evaluar el desarrollo resistente del concreto, siempre y cuando se cuente con correlaciones apropiadas que permitan evaluaciones confiables sin dañar los elementos estructurales.

Toaponta y Vélez (2024) en su tesis tiene como objetivo diseñar una edificación de 6 niveles construida de hormigón armado, con un área de construcción de 1562 metros cuadrados para aplicar el análisis no lineal (Pushover). Para desarrollar la tesis se procedió a realizar el prediseño, configuración de cargas, así como el modelado de la estructura para poder aplicar el análisis estático no lineal (Pushover) y obtener las curvas de desempeño sísmico final que se usó para la comparación con la normativa. Como resultados se obtuvo que el edificio prediseñado no cumplía la normativa de diseño sismorresistente y se procedió a realizar los ajustes necesarios para lograr un diseño final con el área planteada del proyecto.

Núñez J. (2023) en su artículo presenta como propósito principal difundir, analizar y poner en práctica el conocimiento adquirido durante estos años hasta la actualidad acerca de metodologías de evaluación estructural por niveles de desempeño sísmico en estructuras de concreto reforzado, predominando en su estudio los marcos rígidos como sistema estructural. Por ello se desarrolla la investigación en base a los archivos más importantes de tema, donde resalta el ATC-40, FEMA 273, VISION 2000, etc. El artículo presenta los resultados basados en una evaluación a través de una encuesta donde se destaca que el análisis estático no lineal (Pushover) es uno de los más utilizados a la hora de evaluar el desempeño sísmico de una estructura. Con los resultados del artículo se toma la importancia del análisis estático no lineal para determinar el nivel del desempeño sísmico de edificios, especialmente de concreto, tales como, la estructura seleccionada del presente proyecto.

Flores E. (2021) en su artículo para el Journal Boliviano de Ciencias propone un caso de estudio de una estructura diseñada sin cálculos previos sometida a un terremoto, con la finalidad de estudiar su comportamiento estructural y definir si es capaz de soportar adecuadamente un sismo de gran magnitud. El proceso de este estudio inicio con la obtención de datos de los elementos estructurales de la edificación para modelar y aplicar el análisis Pushover haciendo uso de los softwares ETABS y SAP 2000, donde se asignó cargas sísmicas teniendo en cuenta la normativa nacional boliviana de diseño sísmico. Finalmente se obtuvieron como resultados que el caso de estudio tiene un adecuado desempeño con servicio calculado de 0.29 g, además que no requiere de algún reforzamiento a nivel sismorresistente. Tomando el artículo en consideración, se rescata para el presente proyecto que no todas las edificaciones sin cálculos previos tienden a requerir un reforzamiento de los elementos estructurales ante un sismo de gran magnitud.

Segura, O. I. (2021) en su tesis de grado tiene como finalidad evaluar el desempeño sísmico de las dos edificaciones por el método de análisis estático no lineal (Pushover). Para ello se diseñara, desde el predimensionamiento, un edificio con sistema estructural de pórticos resistente a momentos en concreto reforzado y otro, con sistema estructural combinado en concreto reforzado para proceder a modelar en el Software Etabs y obtener el desempeño sísmico de ambas estructuras, de acuerdo a las demandas sísmicas. Como conclusión, se obtuvo que la estructura con sistema combinado en concreto reforzado alcanzo un desempeño totalmente operacional, por otro lado, la estructura con sistema de pórticos resistente a momentos en concreto reforzado alcanzo un punto de desempeño en la zona de Ocupación Inmediata (OI). De este antecedente se rescató los datos que se obtuvieron sobre los dos modelos diseñados con un sistema estructural diferente y medianamente estable, lo contrario a lo que se espera hallar en el presente proyecto de investigación donde se usara el mismo análisis estático no lineal, pero en una estructura aporticada.

1.3.2. Nacionales

Rondinel R. (2025) en su tesis, tiene como objetivo de determinar la resistencia a la compresión del concreto de los elementos estructurales de ocho viviendas unifamiliares, comparando los resultados con los alineamientos normativos y de diseño. Se analizaron una total de 48 muestras tomadas de columnas, vigas y losas ligeras fueron analizadas mediante dos tipos de ensayos, destructivos por extracción de núcleos con broca de diamantina y no destructivos por esclerometría para comparar los resultados de ambos métodos con el valor de diseño determinado. En la investigación se obtuvo los resultados, los ensayos destructivos arrojaron una resistencia promedio de 182,31 kg/cm², la cual superó en un 4,31% el valor de diseño de 175 kg/cm²; mientras que las pruebas de esclerómetro registraron una media de 220,10 kg/cm², un aumento del 25,75%. Ambos valores cumplen con los requisitos mínimos de la Norma Técnica Peruana E.060. Además, el análisis estadístico reveló una alta correlación lineal entre los dos métodos con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9946$, lo que confirma la consistencia del modelo utilizado. Se concluye que ambos métodos son efectivos y complementarios para verificar la resistencia del concreto in situ, brindando certeza en la evaluación estructural.

Carrillo y Zamora, (2024) en su tesis, tiene como objetivo verificar el desempeño estructural de la institución educativa Las Flores, mediante un análisis estático no lineal. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo empleándose técnicas de la norma E0.30, E0.60 ASCE7, además de la norma FEMA y ATC40. Asimismo, se tomó una muestra representativa el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores Arequipa, procediendo al modelado y análisis estático no lineal en el software Etabs, cuyos resultados fueron que para el eje X y para el eje Y se encuentra en nivel operacional, cuyo punto de desempeño en el eje X=7cm con un nivel de fuerza de 1.13g y desplazamiento en el eje Y=5cm, con un nivel de fuerza de 1.3g, calificando en ambas direcciones como nivel de seguridad estructural.

Pilco y Portugal (2022) en su investigación de tesis, tienen como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica del Hospital de la Solidaridad de Tacna a través del análisis estático no lineal, cuya investigación está basada en la observación, recopilación de datos y análisis para determinar el comportamiento sísmico de la estructura. Se inspecciono el edificio, luego se realizaron pruebas de resistencia a la compresión con el ensayo de esclerometría en puntos determinados y se analizaron los datos recopilados durante la investigación. Finalmente se concluyó que dicha estructura muestra una vulnerabilidad sísmica media.

Cahuana y Ccaso (2021) en su tesis tiene como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de esta estructura mediante análisis estático no lineal (Pushover). El tipo de investigación es básica y descriptiva, se utilizó el software Etabs para el modelado y se definieron las propiedades no lineales de la estructura, como resultados se encontró que la fuerza cortante sobre la base en la dirección X es de 488,014.40 kgf, asimismo podría desplazarse lateralmente 0.154m, mientras que en la dirección Y la fuerza cortante en la base es de 425,582.07 kgf y podría desplazarse lateralmente en esta dirección 0.082 m. Además, se determinó el punto de desempeño estructural y riesgo sísmico, concluyendo que el edificio no cumple con la meta de desempeño para estructuras esenciales.

Cueva y Huamanchumo (2021) en su Tesis, tienen como propósito fundamental llevar a cabo la evaluación estructural de esta edificación mediante el análisis estático no lineal. El tipo de investigación es aplicada con en foque cuantitativo y diseño no experimental transversal. Para la muestra se eligió el bloque de aulas de la Institución Educativa N°10133, y para el modelamiento de la estructura se utilizó el software ETABS V.2018, cuyo resultado fue que el nivel sísmico según VISION 2000, para un Sismo Raro y Muy Raro en la dirección “X” fue Funcional y en la dirección “Y” fue Operacional, concluyendo que dicho módulo no cumple con los objetivos básicos para una edificación esencial en la dirección “X”, sin embargo, si cumple en la dirección “Y”.

Blas y Lagos (2021) en su Tesis, tienen como propósito analizar cómo los suelos blandos y las variaciones en la torsión afectan el comportamiento sísmico de ocho edificios de diez pisos con Sistema Dual, situados en Lima. El tipo de investigación es explicativa y diseño Experimental – Prospectivo. Asimismo, propusieron la creación de cuatro representaciones para cada tipo de anomalía investigativa, donde la primera representa una estructura sin irregularidades, mientras que las restantes exhiben desviaciones o irregularidades, luego se ejecutó análisis sísmico estático y dinámico, procediendo con el diseño de los planos estructurales y seguidamente el Análisis Estático No Lineal (AENL) – Pushover, basándose en las recomendaciones del ASCE/SEI 41-13. Por último, se analizaron las singularidades de la superficie blanda y la torsión en relación con el rendimiento sísmico, y se concluyó que, en el caso de la irregularidad de la superficie blanda, la capacidad de resistencia disminuye en la base y se observa un incremento en el desplazamiento en cuanto aumenta la singularidad. Por otra parte, el caso de la irregularidad de torsión, ambos parámetros muestran una disminución en cuanto la singularidad aumenta.

1.3.3. Locales

Chilón (2024) en su tesis, tiene como objetivo determinar el nivel de desempeño sísmico del Edificio “Mercado Porcón” para cada nivel de diseño propuesto las normas y lineamientos del comité Visión 2000 mediante el método de análisis estático no lineal. Asimismo se determinó la resistencia a compresión del concreto mediante el ensayo no destructivo de Esclerometría y para el modelado se utilizó el software Etabs V.21, cuyo resultado es que la edificación se encuentra en el rango inelástico, concluyendo que dicha estructura presenta un nivel desempeño sísmico funcional para una categoría de sismo raro en ambas direcciones y de acuerdo a SEAOC cumple con el desempeño esperado, sin embargo en la dirección “Y” el desempeño estaría al margen del rango funcional.

4 Idrogo y Vázquez, (2024) en su tesis, tiene como objetivo evaluar el nivel de desempeño sísmico del edificio aplicando los métodos de la norma ATC-40 y la norma FEMA 356, con el fin de determinar su comportamiento ante eventos sísmicos. El tipo de investigación es aplicado y descriptiva con diseño no experimental, asimismo se tomó como muestra el propio edificio de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH con sus 6 módulos, procediendo con el modelado y análisis estático no lineal en el software ETABS v.18, cuyos resultados fueron que, los módulos 5 y 6 experimentaron un desempeño sísmico excelente en las dos direcciones, los módulos 2,3,4 muestran un desempeño adecuado en dirección Y, pero tiene limitaciones en X bajo sismos máximos. Por lo contrario, el módulo 1 mostro un nivel de desempeño sísmico menor en la dirección Y, por lo que es vulnerable ante sismos extremos.

5 Flores y Carrasco (2023) en su Tesis, tiene como objetivo evaluar el diseño sismorresistente mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén. El tipo de investigación es básica con enfoque cuantitativo. Asimismo se tomó una muestra representativa por los dos módulos de la edificación del pabellón de ingeniería civil de la institución mencionada, procediendo a realizar el modelado y análisis estático no lineal en el software Etabs, obteniéndose como resultado, que las derivas en todos los niveles en la dirección X e Y son inferiores a lo máximo permitido en la norma técnica peruana E.030-2018, además se obtuvo una resistencia lateral en dirección X de 1,740.975 tonf y un desplazamiento de 0.15078 m, por otro lado en la dirección en Y es de 2,144.130 tonf y un desplazamiento de 0.08898 m, concluyendo que dicha estructura se encuentra en un rango operacional.

1 Linares (2022) en su Tesis, tiene el objetivo de evaluar el desempeño sísmico de la edificación haciendo usos del análisis no lineal estático (PUSHOVER). El tipo de investigación es descriptivo, con enfoque cuantitativo, asimismo el método es no experimental. Además, se realizó un análisis sísmico estático y dinámico. Como resultados de la investigación de tiene

2 que el desplazamiento lateral de la edificación en todos los niveles en dirección “X” están por debajo del 0.007 pero en la dirección “Y” son mayores a 0.007, de lo que se concluye que para un sismo raro la estructura se encontraría próximo al colapso y para un sismo muy raro en su colapso inminente.

Tenorio (2021) en su Tesis, tiene como objetivo analizar el comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal, a fin de determinar el nivel de desempeño que tendría la estructura ante un movimiento sísmico. El tipo de investigación es aplicado y diseño no experimental, asimismo la muestra para dicha investigación es al módulo I y escalera de la I.E. N° 10410, además se realizó una calicata a fin tipificar el suelo según la norma E.030, y para la modelación se utilizó el software ETABS vs. 2018, aplicando el método estático, dinámico y el método estático no lineal Pushover, finalmente se concluyó que, la escalera cumple con las derivas y desplazamientos en el eje “X” y “Y”, pero el módulo I presenta derivas en el eje “X” mayores a 0.007. Además, del análisis Pushover ante un sismo se determinó que la escalera sigue manteniendo su funcionalidad, sin embargo, en modulo I presentaría un nivel de pre-colapso.

1.4.Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

3 Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, CP Negropampa, Chota, mediante el Análisis Estático No Lineal (Pushover).

1.4.2. *Objetivos específicos*

Determinar la resistencia a la compresión del concreto en los elementos estructurales de los 2 módulos que conforman la Institución Educativa N° 10411 Negropampa mediante el ensayo no destructivo de esclerometría.

Determinar las derivas y desplazamientos máximos de los 2 módulos que conforman la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, a través de análisis estructural conforme a la normativa vigente E030.

Generar la curva de capacidad de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa mediante el análisis estático no Lineal (Pushover).

Determinar el punto de desempeño de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa por el análisis Estático no Lineal (Pushover) y categorizarlo mediante el modelo de ASCE-41y la normativa E030.

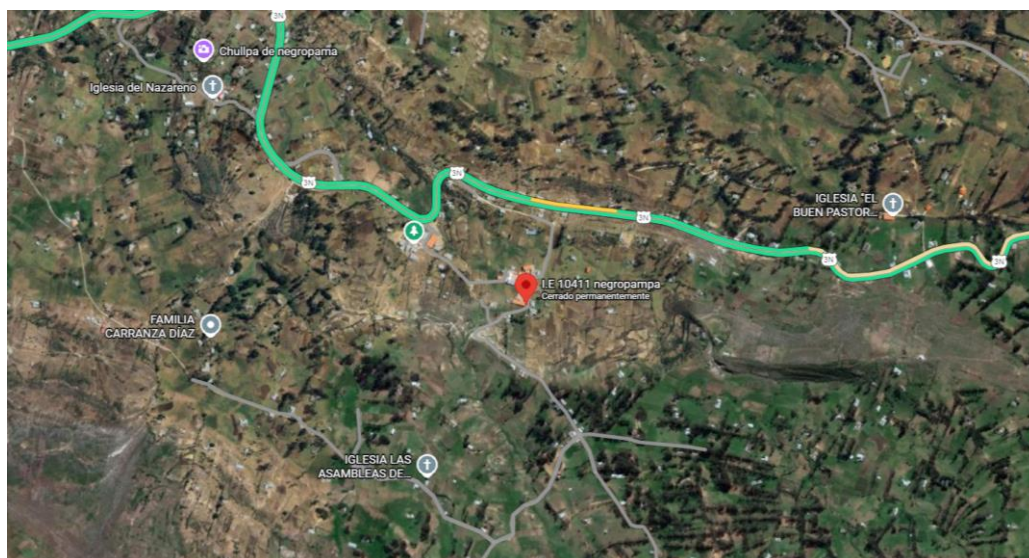
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1.Ubicación Geográfica

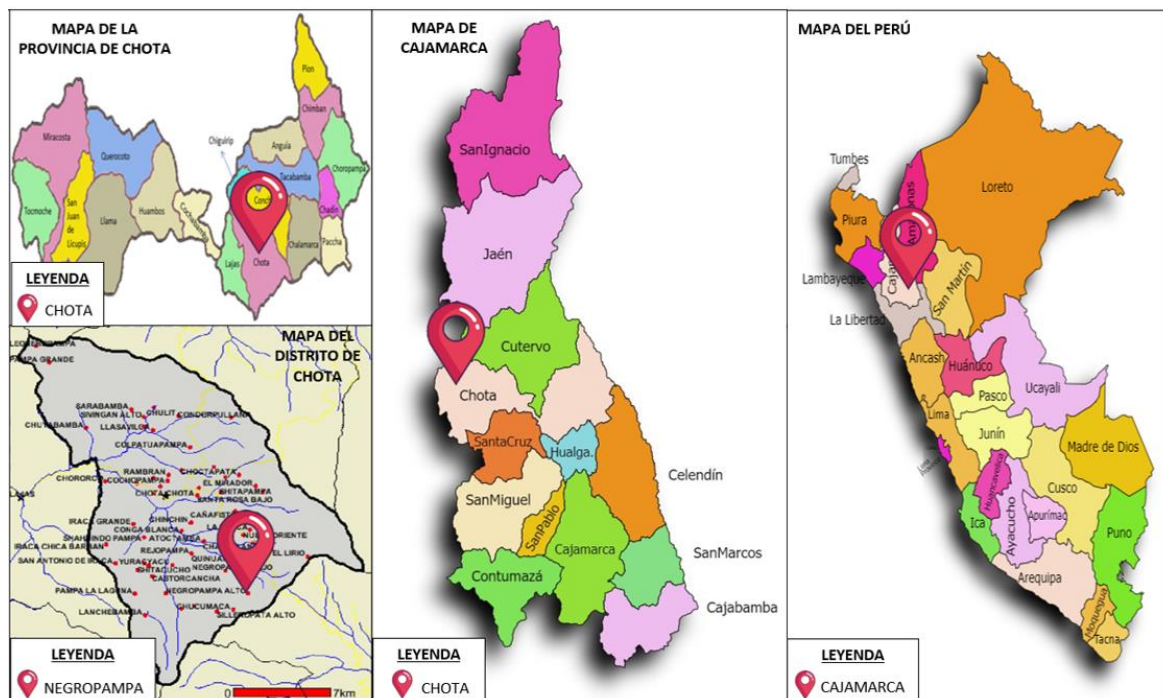
El ensayo de campo, de escalímetro se realizó en la I.E. Institución Educativa N.º10411 Negropampa, ubicada en el centro poblado Negropampa, Chota, con coordenadas UTM 764273 m E, 9268320 m N distrito de Chota, provincia Chota, departamento de Cajamarca.

Figura 1

Ubicación de la Institución educativa N.º10411 Negropampa



Nota. Se presenta la imagen satelital de la Institución educativa N.º10411 Negropampa, en el cual se desarrolló el ensayo de Esclerometría.

Figura 2*Ubicación geográfica del C.P. de Negropampa*

Nota. Se muestra la ubicación del C.P. de Negropampa, en el distrito y provincia de Chota, en la región Cajamarca, lugar donde se llevó a cabo la presente investigación.

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población en el presente proyecto de investigación son los 2 módulos que conforman las aulas de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, CP Negropampa, en la ciudad de Chota.

2.2.2. Muestra

Eva María (2019), manifestó que: “es básicamente una porción representativa de una población, esto se obtiene en referencia al problema así mismo, al diseño de la tesis”. La muestra seleccionada son los 2 módulos que conforman las aulas de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, CP Negropampa, en la ciudad de Chota.

2.2.3. Muestreo

Según Walpole & Myers, 1996; Ávila Baray; Arias-Gómez et al. nos plantean que: “En las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas por conveniencia, se permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.”. En el proyecto de investigación se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia basando la selección en la accesibilidad a la institución Educativa para realizar la recolección de datos.

2.3.Hipótesis

La evaluación del desempeño sísmico de 2 módulos de la Institución Educativa N.º10411 Negropampa, ubicada en el centro poblado Negropampa, distrito de Chota, mediante el análisis estático no lineal (Pushover), evidencia una probabilidad de colapso moderada y un nivel de desempeño estructural que no cumplirá con los criterios mínimos establecidos en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.

2.4.Variables de estudio

2.4.1. Variable independiente

La variable independiente es el Análisis Estático No Lineal (Pushover) debido a que es la técnica que se empleará para obtener el nivel y los datos sísmicos de la estructura sometida a cargas laterales hasta que se genere una máxima deformación o un colapso parcial o total.

2.4.2. Variable dependiente

Como variable dependiente tenemos Desempeño sísmico del sistema estructural de los 2 módulos de la Institución Educativa.

2.5.Métodos, técnicas e instrumentos

2.5.1. Tipo de investigación

Nieto, (2018) plantea que: “Se denomina aplicadas; porque en base a investigación básica, pura o fundamental en las ciencias fácticas o formales se formulan problemas o

hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad. Se llama también tecnológico, porque su producto no es un conocimiento puro, sino tecnológico”. Por ello la presente investigación es de tipo aplicada, por que consiste en el análisis de una Institución Educativa con la finalidad de evaluar la capacidad de resistencia y determinar el desempeño sísmico a través de un análisis Pushover que tendrá un enfoque cuantitativo al presentar los resultados de manera numérica.

Asimismo, posee un diseño no experimental, debido a que no se manipulara las variables sino se examinarán y describirán las asociaciones.

2.5.2. Técnicas

Las técnicas aplicadas fueron 2, observación directa y modelado estructural.

2.5.2.1.Observación directa

Según Medina et. (2024) mencionan que la observación directa es una técnica de investigación que consiste en el examen presencial y sistemático del fenómeno de estudio que permite obtener información primaria de manera objetiva.

Por tal motivo se realizo una visita a la Institución Educativa N° 10411 Negropampa donde se realizó el ensayo de esclerometría y el registro de información para el análisis de la estructura.

2.5.2.2.Modelado Estructural

Según Espino (2024), el modelado estructural consiste en la representación analítica de una edificación mediante software especializado definiendo su geometría, propiedades de los materiales y cargas para evaluar su respuesta estructural; asimismo un modelado adecuado en ETABS garantiza resultados confiables y precisos en el análisis y diseño de la estructura.

Por ello en el presente proyecto se creo un modelo analítico que simula el comportamiento de la estructura para determinar el comportamiento sismorresistente y el desempeño sísmico empleando el software ETABS V22.5.0 y SAFE V.22.1.0

2.5.3. Instrumentos

En la investigación desarrollada se aplicará los siguientes instrumentos: flexómetro y esclerómetro, además de ello se utilizarán los programas Microsoft Excel, para hallar algunos valores con los datos obtenidos; el programa AutoCAD, para proyectar el plano de la estructura; posteriormente se modelará y se aplicará el método estático no Lineal con el programa ETABS V.22.5.0.

Se utilizo la siguiente normativa para validar la investigación y los instrumentos usados:

- Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente. (2026)
- ASCE/SEI 41: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. (2023)
- Norma Técnica E.050: Suelos y Cimentaciones. (2020)
- Norma Técnica E.060: Concreto Armado. (2020)
- NTP 339.181: Concreto. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido(esclerometría). (2018)

2.6. Procedimiento

2.6.1. Descripción de los Módulos

2.6.1.1.Descripción del Módulo I. El Módulo I de la Institución Educativa N° 10411

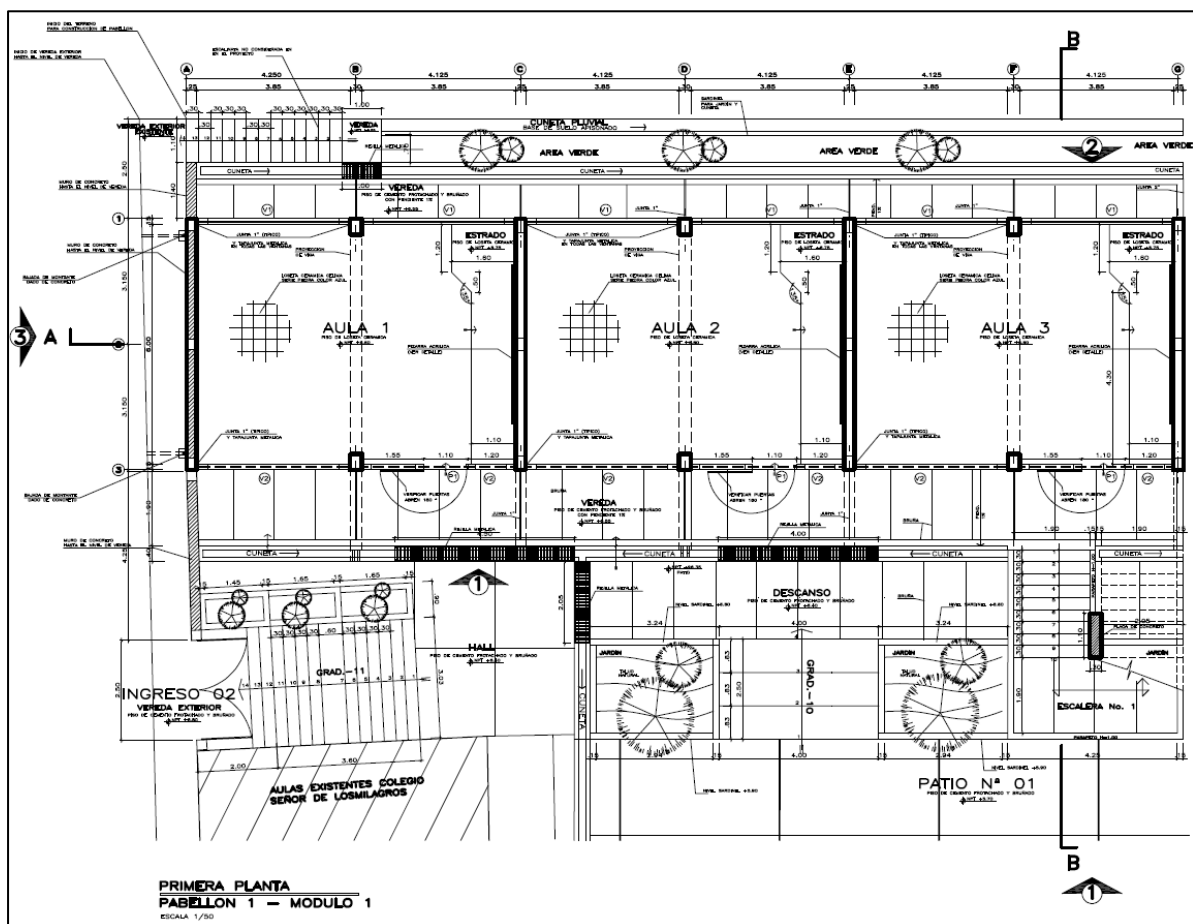
Negropampa se ubica en el CP. Negropampa, distrito de chota, cuyo lugar se encuentra en una zona sísmica Z2, el tipo de suelo es un S3 con factor de amplificación del suelo $S=1.4$ y un factor de amplificación sísmica $C=2.5$. Asimismo, tiene una altura de 4.05 metros en el primer nivel y 3.20 metros en el segundo nivel, también un área total de construcción de 415.06 m² por cada nivel.

La estructura fue construida en el año 2008, y según el artículo 15° de la norma E030 Diseño Sismorresistente, la edificación es de categoría A (Edificaciones esenciales) cuyo factor de uso $U=1.5$. Además, según el artículo 16° posee un sistema de pórticos de concreto armado y de acuerdo al artículo 47° el tipo de cimentación es de zapatas aisladas con vigas de conexión.

El módulo I de la de la institución educativa contempla 6 aulas, y en relación a los acabados, los pisos son de loseta cerámica celima y muros terrajeados con mortero debidamente pintados, además en el eje 1-1 cuenta con ventanas de fierro V1 de ancho 3.85m y alto 1.45m, con un alféizar de 1.30 m en el primer nivel y 1.40m en el segundo nivel. Por otro lado, en el eje 3-3 se encuentran las ventanas tipo V2 de 3.85 m de ancho y 0.65 m de alto, con un alféizar de 2.10 m, asimismo la ventana V3 de 3.85 m de ancho y 0.65 m de alto, con un alféizar de 2.10 m, además en este eje también se encuentran las puertas de las aulas cuyo ancho es de 1.1 m y una altura de 2.10 m.

Figura 3

Vista en planta del Módulo I



Nota. Obtenido de expediente técnico del proyecto. (Ver anexo 07)

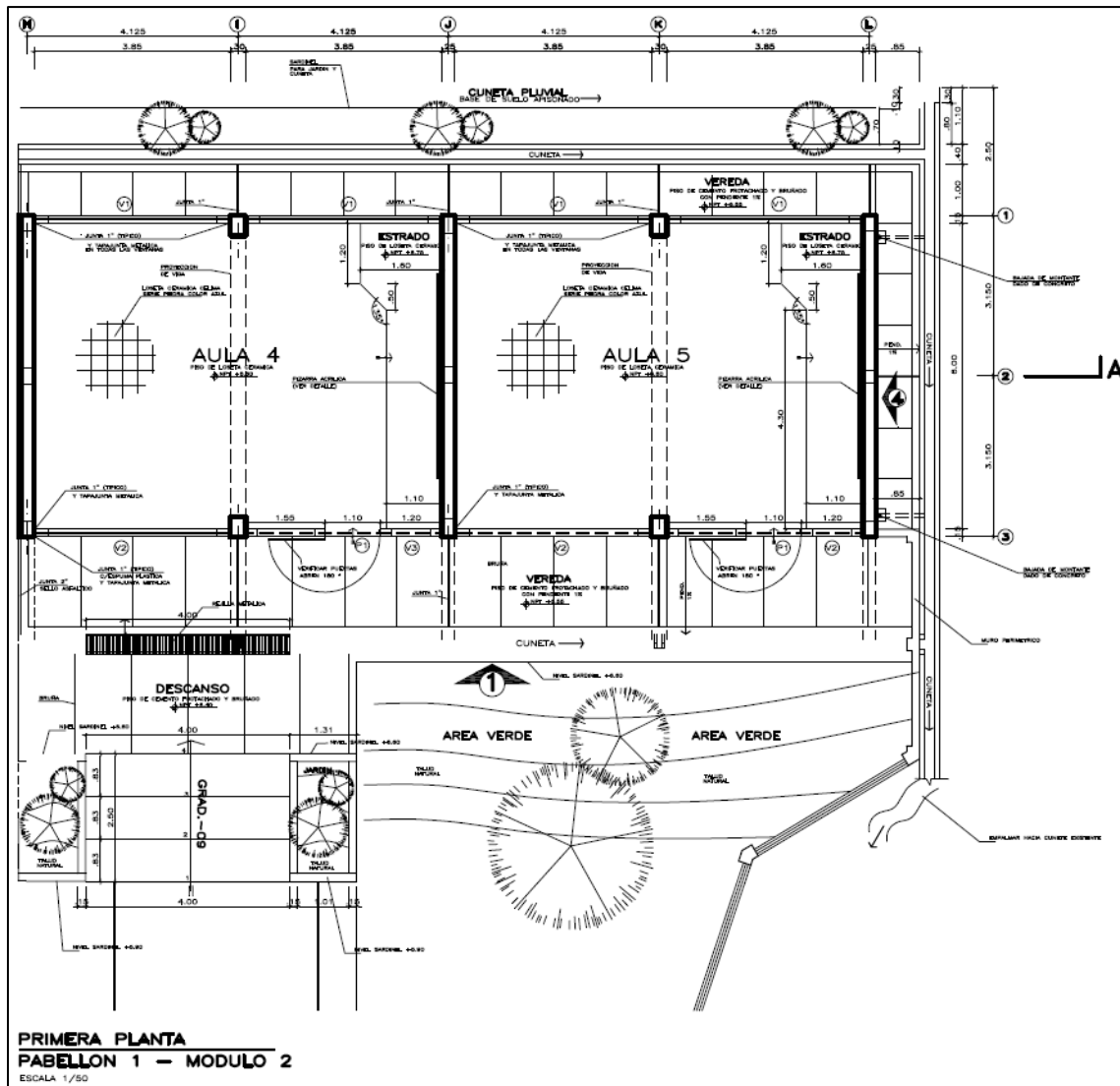
2.6.1.2.Descripción del Módulo II. El Módulo II de la Institución Educativa N° 10411

Negropampa al similar que el módulo I se ubica en el centro poblado de Negropampa, dicho lugar se encuentra en una zona sísmica Z2, el tipo de suelo es un S3 con factor de amplificación del suelo $S=1.4$ y un factor de amplificación sísmica $C=2.5$. Asimismo, tiene una altura de 4.05 metros en el primer nivel y 3.20 metros en el segundo nivel, así mismo, un área total de construcción de 278.05 m² por cada nivel.

La institución fue construida en 2008 y, según el artículo 15° de la norma E030 Diseño sismorresistente, el edificio es de categoría A (Edificios esenciales) con un factor de uso de $U=1,5$. Además, según el artículo 16°, cuenta con un sistema de estructura de hormigón armado, y según el artículo 47°, el tipo de cimentación es de zapatas aisladas con vigas de conexión. El módulo II de la de la institución educativa contempla 4 aulas, y en relación a los acabados, los pisos son de loseta cerámica celima y muros terrajeados con mortero debidamente pintados, además en el eje 1-1 cuenta con ventanas de fierro V1 de ancho 3.85m y alto 1.45m, con un alféizar de 1.30 m en el primer nivel y 1.40 m en el segundo nivel. Por otro lado, en el eje 3-3 se encuentran las ventanas tipo V2 de 3.85 m de ancho y 0.65 m de alto, con un alféizar de 2.10 m, asimismo la ventana V3 de 3.85 m de ancho y 0.65 m de alto, con un alféizar de 2.10 m, además en este eje también se encuentran las puertas de las aulas cuyo ancho es de 1.1 m y una altura de 2.10 m.

Figura 4

Vista en planta del Módulo II



Nota. Obtenido de expediente técnico del proyecto. (Ver anexo 08)

2.6.2. Metrado de cargas de los módulos I y II

Para la incorporación de cargas a la estructura se siguió los lineamientos de las propiedades propias del concreto armado, así como también las cargas muertas y cargas vivas que nos indica la Norma Técnica E020 (Cargas). Para el concreto armado se consideró un peso específico de 2400 kg/m³, además una carga muerta por tabiquería de 100 kg/m², y carga muerta por acabados de 100 kg/m². En cuanto a la carga viva se consideró lo estipulado en la norma que nos indica que para aulas la carga viva es de 250 kg/m², así como también la carga viva en los corredores y/o balcones es de 400 kg/m².

2.6.3. Ensayo de esclerometría

Se realizó el ensayo no destructivo de esclerometría para evaluar los elementos estructurales de la I.E. N° 10411 Negropampa y obtener su resistencia del concreto. Para ello, se definió las muestras que se tomaron, siendo un total de 6 puntos por cada módulo.

En la tabla 1 se definió que, por cada elemento estructural, columnas y vigas, se obtendrían un total de 3 puntos cada elemento estructural, tomando en cuenta que cada punto se trabajó de un elemento estructural diferente. Así mismo se consideró 10 lecturas de rebote del ensayo de esclerómetro por punto de acuerdo a la norma NTP 339.181 (2018), considerando además su separación de más de 25 mm y descartando aquellas lecturas que difieran con el promedio por más de 6 unidades.

Tabla 1

Puntos considerados del módulo I y II

Ítem	Eje	Elemento Estructural	Módulo	Cantidad de puntos	Rebotes por punto
1	1-1, C-C, A-A	Columna C1, C3, C4	M-I	3	10
2	1-1, 3-3, J-J	Columna C1, C3, C1'	M-II	3	10
3	3-3, A-A, B-B	Viga VP102, VS101, VP101	M-I	3	10
4	I-I, L-L, 3-3	Vigas VP101, VP102, VS101	M-II	3	10

Nota. Se presenta la cantidad de muestras tomadas por cada elemento estructural, así como la cantidad de rebotes considerado por cada muestra en el Módulo I y II.

2.6.4. Modelado del Módulo I y Módulo II

Dando uso del software ETABS V.22.5.0, se definió los materiales a usar, siendo el concreto y acero. Asimismo, se definieron las secciones de las columnas y vigas,

consecuentemente se realizó el modelado de las columnas usando la opción de Section Designer, tomando en cuenta la cuantía de acero real.

En la figura 5 se presentó la configuración en ETABS de las propiedades mecánicas e isotrópicas de un concreto cuya resistencia a la compresión de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ fue estimada en el proyecto mediante ensayos no destructivos de esclerometría, respaldados por la norma NTP 339.181. Con base en esta resistencia obtenida en campo, los parámetros clave se introdujeron siguiendo estrictamente la normativa peruana de diseño estructural: el peso volumétrico de 2.4 tonf/m^3 cumple con la norma de cargas RNE E.020, mientras que el Módulo de Elasticidad de $2371708.25 \text{ tonf/m}^2$ se deriva exactamente de la expresión normativa $E_c = 15000 \sqrt{f_c}$ estipulada en el capítulo de análisis de la norma de concreto armado RNE E.060, garantizando así una representación precisa de la rigidez y la masa de las columnas para el posterior análisis sísmico.

Figura 5

Asignación de las propiedades del concreto

General Data

Material Name: CONCRETO COL_ML,MLI_FC=250 kg

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2371708.24512628 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/°C

Shear Modulus, G: 1027044.51 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

☒ Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

☐ User Specified

OK Cancel

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura 6 se presentó la configuración de las propiedades mecánicas del acero de refuerzo longitudinal y transversal (Rebar), configurado con un esfuerzo de fluencia nominal de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ bajo un comportamiento simétrico uniaxial, debido a que las barras trabajan únicamente en su eje longitudinal. El peso volumétrico de 7.85 tonf/m^3 se escogió en base al estándar para el acero estructural e industrial según la norma de cargas RNE E.020, mientras que el Módulo de Elasticidad se estableció en $20000000 \text{ tonf/m}^2$ que cumple con lo estipulado en la norma de Concreto Armado RNE E.060 garantizando un modelado normativo preciso de la rigidez y la capacidad de deformación del acero que complementará al concreto en el análisis estructural del edificio.

Figura 6

Asignación de las propiedades del acero

General Data

Material Name: SACERO FY=4200 KG/CM2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.85 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.800477 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20000000 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Shear Modulus, G: 1027044.51 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

☒ Program Default (Based on Concrete Slab Design Code) ☐ User Specified

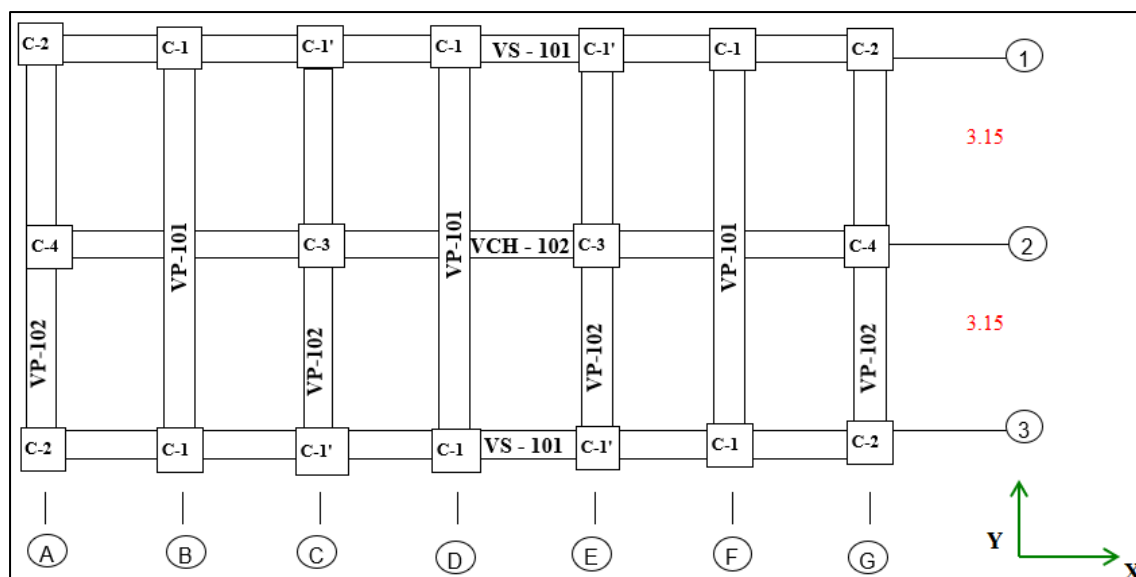
OK Cancel

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura N°7 y figura N°8 se expresó la distribución de columnas en los módulos I y II, respectivamente, la distribución geométrica se consideró regular de acuerdo a la Norma E.030 (2026) porque no presenta irregularidades geométricas en planta al contar con un perímetro rectangular sin esquinas entrantes. Asimismo, los ejes estructurales son completamente ortogonales y paralelos, y la modulación de las luces se mantiene sin variación en la dirección X e Y. Estas características favorecen una distribución uniforme de la rigidez estructural y minimizan la excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez.

Figura 7

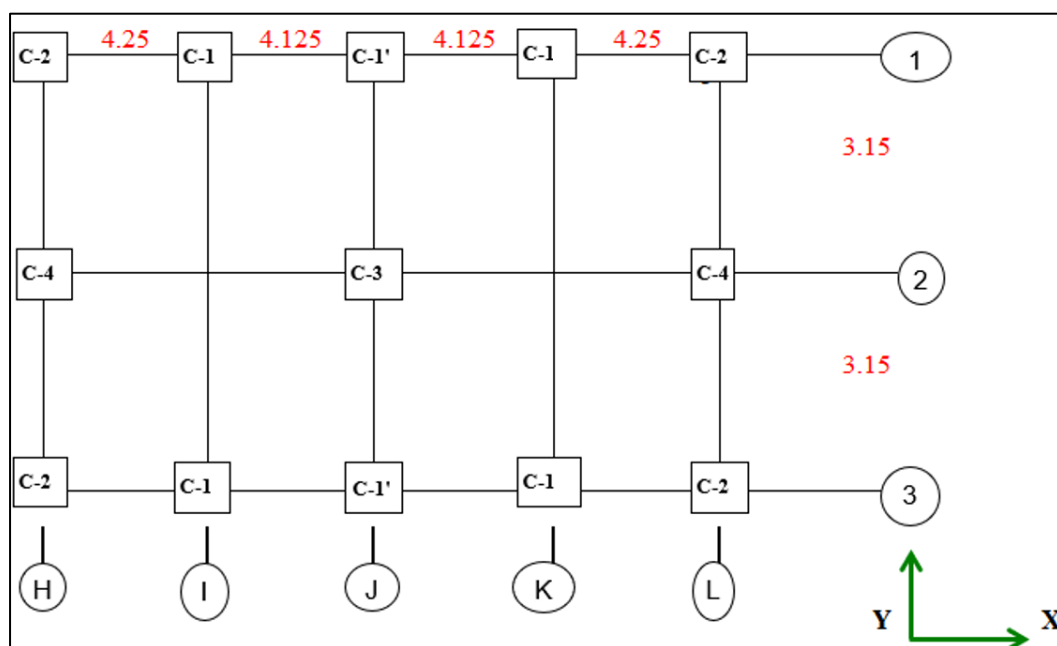
Distribución de las columnas del Módulo I



Nota. Se muestra la distribución de columnas en el Módulo I, siendo una distribución regular.

Figura 8

Distribución de las columnas del Módulo II



Nota. Se muestra la distribución de columnas en el Módulo II, siendo una distribución regular.

Tabla 2

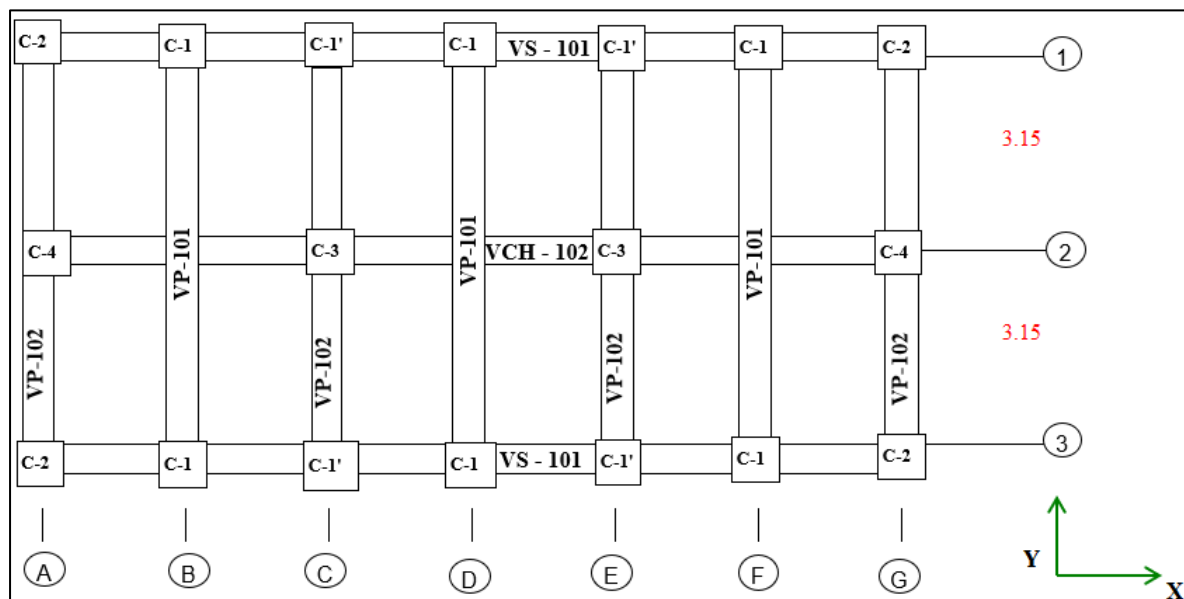
Características de las columnas del Módulo I y II

Columna	Tipo	D	b	Dosificación (expediente)
C-1	Excéntrica	0.40 m	0.30 m	210 kg/cm ²
C-1'	Excéntrica	0.35 m	0.25 m	210 kg/cm ²
C-2	Esquinera	0.30 m	0.25 m	210 kg/cm ²
C-3	Central	0.30 m	0.25 m	210 kg/cm ²
C-4	Excéntrica	0.25 m	0.25 m	210 kg/cm ²

Nota. Se obtuvo las características de las columnas, siendo las C-1, C-1', C-2 y C-3 columnas rectangulares y la C-4 es cuadrada.

Figura 9

Distribución de las vigas en el nivel 1 del Módulo I y II



Nota. Se muestra la distribución de vigas en el nivel 1 de ambos módulos, siendo una distribución regular y siendo los tipos de vigas, VP-101, VP-102, VS-101 y VCH-102.

Tabla 3

Características de las vigas en el nivel 1 del Módulo I y II

Viga	Tipo	b	h	Dosificación (expediente)
------	------	---	---	------------------------------

VP-101	V. Principal o de Pórtico	0.30 m	0.55 m	210 kg/cm ²
VP-102	V. Principal o de Pórtico	0.25 m	0.40 m	210 kg/cm ²
VS-101	V. Secundaria o Solera	0.25 m	0.40 m	210 kg/cm ²
VCH-102	V. Chata	0.25 m	0.20 m	210 kg/cm ²

Nota. Se obtuvo las características de las vigas del nivel 1 de ambos módulos, respetando la normativa peruana E0.30 (2026).

Tabla 4

Características de las vigas en el nivel 2 del Módulo I y II

Viga	Tipo	b	h	Dosificación (expediente)
VP-201	V. Principal o de Pórtico	0.30 m	0.45 m	210 kg/cm ²
VP-202	V. Principal o de Pórtico	0.25 m	0.35 m	210 kg/cm ²
VS-201	V. Secundaria o Solera	0.25 m	0.35 m	210 kg/cm ²

Nota. Se obtuvo las características de las vigas de nivel 2 de ambos módulos, respetando la normativa peruana E0.30 (2026).

En la figura N°10 se estableció el acero $F_y=4200$ kg/cm² para la viga principal (30 x 55) de acuerdo al expediente técnico de la I.E. N° 10411 Negropampa, y se obtuvo su cálculo de acero, siendo su A_s de 9.90 cm², expresando el área de acero superior (Top Bars) en ETABS V.22.5.0 en 0.000995 m²; además del área de acero inferior (Bottom Bars) de 2 $\emptyset$ $\frac{3}{4}$ ", representado con ETABS V.22.5.0 en 0.000568 m². Además, se definió el recubrimiento

mínimo libre para vigas no expuestas al intemperie ni en contacto con el suelo es de 4 cm de acuerdo a la Norma E.060 (2026).

Figura 10

Acero en viga principal (30X55)

Design Type		Rebar Material	
☐	P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bars	ACERO FY=4200 KG/CM2
☒	M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties)	ACERO FY=4200 KG/CM2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid		Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams	
Top Bars	0.04 m	Top Bars at I-End	0.000995 m²
Bottom Bars	0.04 m	Top Bars at J-End	0.000995 m²
		Bottom Bars at I-End	0.000568 m²
		Bottom Bars at J-End	0.000568 m²

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura N°11 se estableció el acero $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ para la viga chata (25 x 20) de acuerdo al expediente técnico de la I.E. N° 10411 Negropampa, y se obtuvo su cálculo de acero, siendo su A_s de 2.58 cm^2 , expresando el área de acero superior (Top Bars) en ETABS V.22.5.0 en 0.000258 m^2 ; además del área del acero inferior (Bottom Bars) de $2 \text{ } \varnothing \text{ } \frac{1}{2}"$, representado con ETABS V.22.5.0 en 0.000258 m^2 . Además, se definió el recubrimiento mínimo libre para vigas no expuestas a la intemperie ni en contacto con el suelo es de 4 cm de acuerdo a la Norma E.060 (2026).

Figura 11

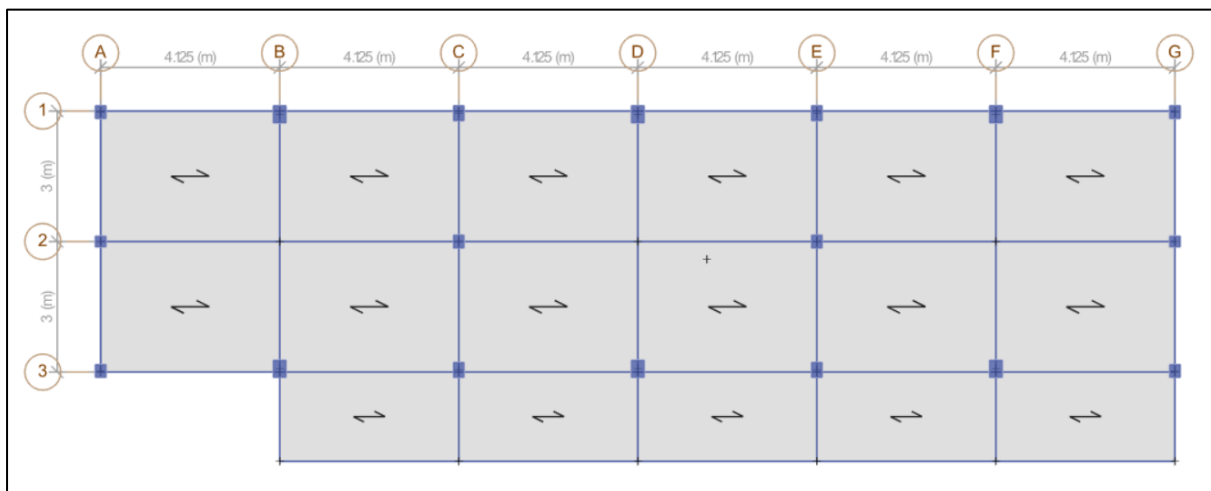
Acero en viga chata (25X20)

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura N°12 se presentó la vista en planta del entrepiso del nivel 1 del módulo I, modelado en ETABS V.22.5.0 el cual representa la losa de entrepiso que techa el primer nivel, y muestra el alero ubicado posterior del eje 3, que corresponde al callejón del segundo nivel que cubre la vereda del primer nivel. El modelo estructural expone una configuración ortogonal con una modulación uniforme en el sentido longitudinal (Ejes A al G) de luces iguales a 4.125 m y en el sentido transversal (Ejes 1 al 3) con luces de 3.00. Esta distribución de cargas considera las sobrecargas reglamentarias diferenciadas para ambientes de aulas y zonas de circulación según la Norma E.020.

Figura 12

Vista en planta del entrepiso del nivel 1 del módulo I

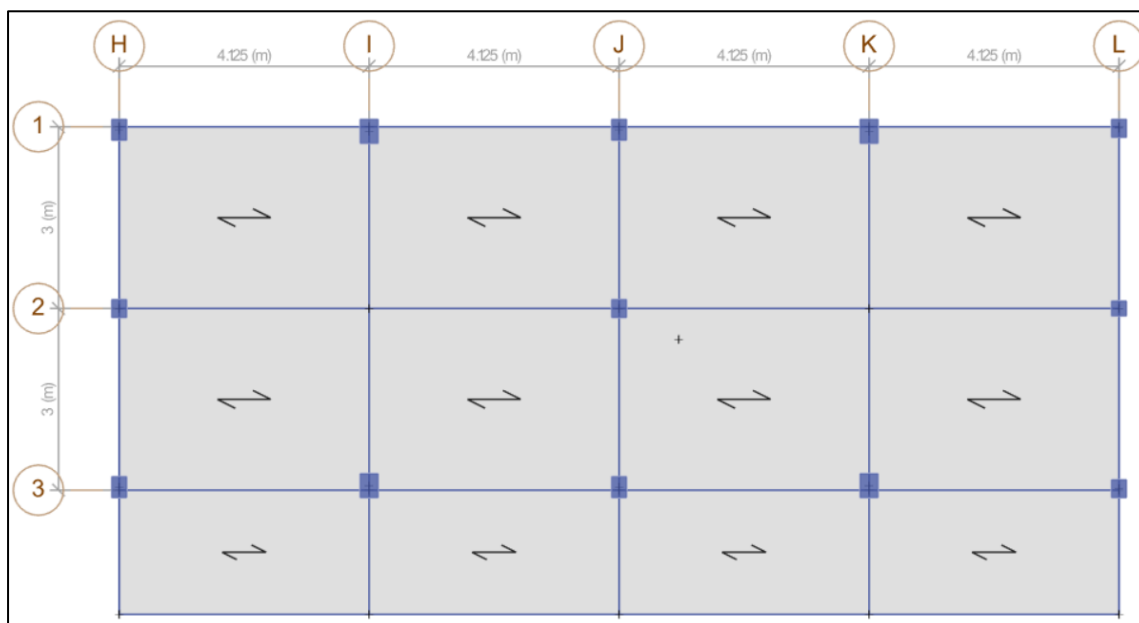


Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura N°13 se presentó la vista en planta del entrepiso del nivel 1 del módulo I, modelado en ETABS V.22.5.0 el cual representa la losa de entrepiso que techa el primer nivel, y muestra el alero ubicado posterior del eje 3, que corresponde al callejón del segundo nivel que cubre la vereda del primer nivel. El modelo estructural expone una configuración ortogonal con una modulación uniforme en el sentido longitudinal (Ejes H al L) de luces iguales a 4.125 m y en el sentido transversal (Ejes 1 al 3) con luces de 3.00. Esta distribución de cargas considera las sobrecargas reglamentarias diferenciadas para ambientes de aulas y zonas de circulación según la Norma E.020.

Figura 13

Vista en planta del nivel 1 del módulo II



Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

2.6.5. Análisis estático Módulo I y II

El análisis sísmico estático se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030 (2026), de acuerdo a los datos revisados en los planos de la estructura, se consideró como coeficiente de reducción sísmica $R=8$ en la dirección X con sistema estructural de pórticos y de igual forma, $R=8$ en la dirección Y por ser un sistema de pórticos regular.

En la tabla N° 5 se establecieron los parámetros sísmicos para la estructura de la I.E N° 10411 Negropampa ubicada en la ciudad de Chota, distrito de Chota, departamento de Cajamarca definida como zona sísmica 2 de acuerdo al artículo 11 de la Norma E.030 (2026).

Tabla 5

Parámetros sísmicos de la edificación

Parámetro	Valor Numérico
Factor de zona “Z2”	0.25
Factor de uso “U”	1.50
Factor de amplificación sísmica “C”	2.50
Factor de suelo “S”	1.40
Coefficiente de Reducción en “X”	8
Coefficiente de Reducción en “Y”	8

Nota. Obtenido de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2020)

Se determino la fuerza cortante basal en las direcciones X-X (V_x) y Y-Y (V_y) que representa la fuerza sísmica horizontal total que actúa sobre la estructura en cada una de sus direcciones principales. Esta fuerza corresponde a la resultante de las acciones inerciales inducidas por el movimiento sísmico y constituye la carga lateral de diseño que debe ser resistida por el sistema estructural y transmitida hacia la cimentación. De acuerdo con la Norma E.030 (2026) la fuerza cortante basal se determina mediante la expresión $V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$, considerando los parámetros sísmicos de la edificación.

Para el peso de la estructura (P), se consideró el valor de 247.94 Tn, de acuerdo al metrado de cargas del expediente técnico de la Institución educativa N° 10411 Negropampa, C.P Negropampa, Chota, Cajamarca.

Fuerza Cortante en la Base en la Dirección X-X:

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

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.40}{8} \times 247.94$$

$$V_x = 40.67 \text{ tnf}$$

Fuerza Cortante en la Base en la Dirección Y-Y:

$$V_y = \frac{Z.U.C.S}{R} . P$$

$$V_y = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.40}{8} \times 247.94$$

$$V_y = 40.67 \text{ tnf}$$

2.6.6. Análisis estático no lineal (Pushover) Módulo I y Módulo II

El análisis estático no lineal fue desarrollado en las direcciones principales X e Y de la edificación, omitiendo los efectos P-Delta por corresponder a una estructura de baja altura. La respuesta no lineal de vigas se modeló mediante rótulas plásticas concentradas y para columnas, se modeló rotulas de plasticidad distribuida. Debido a la regularidad estructural de la edificación, el análisis se restringió a las direcciones principales, sin requerir la evaluación en sentidos opuestos.

2.6.6.1. Definición del comportamiento no lineal de los materiales

Se definió el comportamiento no lineal del concreto de los elementos estructurales en el software Etabs V.22.5.0.

Figura 14

Parámetros no lineales del concreto

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura N°15 se definió la caracterización no lineal del acero de refuerzo de grado nominal $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ introducida en el software ETABS V.22.5.0 para el desarrollo del Análisis Pushover. Se configuró un modelo de histéresis cinemático (Kinematic) para simular adecuadamente el efecto Bauschinger bajo cargas alternantes. Asimismo, los datos de la curva esfuerzo-deformación se definieron mediante las propiedades esperadas del material ($f_{ye} = 4640.26 \text{ kg/cm}^2$) de acuerdo con las recomendaciones del estándar ASCE 41. Finalmente, se adoptaron los niveles de desempeño por deformación unitaria para **Ocupación Inmediata (IO = 0.01)**, **Seguridad de Vida (LS = 0.02)** y **Prevención de Colapso (CP = 0.05)**, permitiendo monitorear con precisión el nivel de daño y la ductilidad de los elementos estructurales durante las demandas sísmicas.

Figura 15

Parámetros no lineales del acero

Nonlinear Material Data

Material Name and Type
Material Name: ACERO F'Y=4200 KG/CM2
Material Type: Rebar, Uniaxial

Miscellaneous Parameters
Hysteresis Type: Kinematic

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.005	m/m
LS	0.02	-0.01	m/m
CP	0.05	-0.02	m/m

Stress Strain Curve Definition Options
☐ Parametric
☒ User Defined

User Stress-Strain Curve Data
Number of Points in Stress-Strain Curve: 11

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	Point ID
1	-0.144	-21603.89	
2	-0.12	-59603.89	-E
3	-0.057778	-66731.88	-D
4	-0.020444	-56255.43	-C
5	-0.00232	-46402.6	-B
6	0	0	A
7	0.00232	46402.6	B
8	0.020444	56255.43	C

Buttons: Add Row, Delete Rows, Order Rows, Show Plot...

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

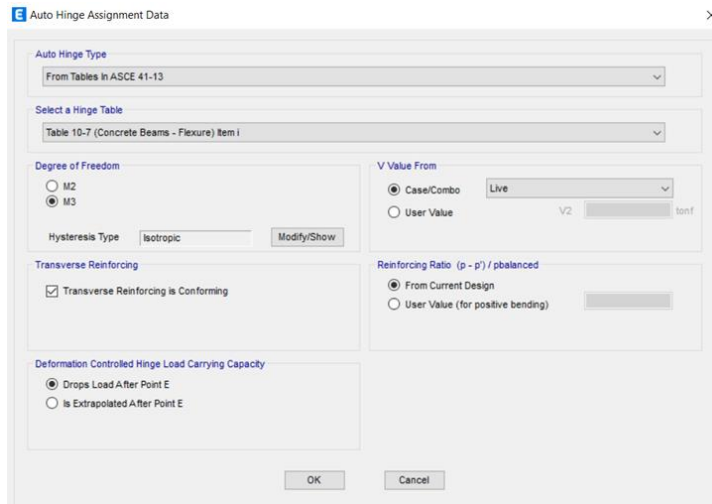
2.6.6.2. Rotulas en vigas de concreto armado.

Se definieron rotulas plásticas concentradas para las vigas usando el ASCE 41.

En la figura N°16 se definió la configuración para la asignación automática de rótulas plásticas en los elementos tipo viga utilizando el software ETABS V.22.5.0 para el Análisis Pushover. La caracterización de la plasticidad concentrada se fundamenta en las propiedades del estándar internacional ASCE 41, correspondiente a vigas de concreto armado bajo condiciones de flexión pura (M3). Se activó la condición de refuerzo transversal conforme (Transverse Reinforcing is Conforming) sustentado en el cumplimiento de los criterios de confinamiento y espaciamiento de la Norma E.060 (2026), lo que valida una adecuada ductilidad local en los extremos del elemento. Finalmente, el comportamiento post-falla se limitó mediante una caída de capacidad posterior al punto último (Drops Load After Point E) garantizando un modelado realista y conservador del mecanismo de colapso de la estructura.

Figura 16

Asignación de las rotulas plásticas concentradas en vigas



Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

2.6.6.3. Rotulas en columnas de concreto armado

Se definieron rotulas plásticas distribuidas para las columnas usando el ASCE 41.

En la figura N°17 se definió asignación de rótulas plásticas en el software ETABS para los elementos tipo columna del modelo estructural. Se aplicó una configuración definida por el usuario (User Defined) denominada 'COLUMNA FIBRA', la cual emplea un modelo de plasticidad por fibras acoplado ante carga axial y flexión en ambas direcciones (Fiber P-M2-M3). Estas rótulas se posicionaron explícitamente en las distancias relativas 0 y 1 correspondientes a los extremos libres de las columnas, zonas críticas donde las demandas sísmicas de flexo-compresión inducen la fluencia del acero y el agrietamiento del concreto.

Figura 17

Asignación de rótulas plásticas distribuidas en columnas

Frame Assignment - Hinges

Frame Hinge Definition Type

☐ Nonlinear Beam/Column

☐ Distributed Plasticity

☐ Equal Spacing

☐ Continuous Spring Support (Piles or Grade Beams)

☒ User Defined

Convert to User Defined

Frame Hinge Assignment Data - User Defined

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Absolute Distance m
COLUMNA FIBRA	Relative to clear length	1	0
COLUMNA FIBRA	Relative to clear length	0	
COLUMNA FIBRA	Relative to clear length	1	

Add Hinge

Modify Hinge

Delete Hinge

Current Hinge Information

Type: User Defined

DOF: Fiber P-M2-M3

Show Advanced Parameters

Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

Options

☐ Add Specified Hinge Assigns to Existing Hinge Assigns (All hinges will be converted to User Defined)

☒ Replace Existing Hinge Assigns with Specified Hinge Assigns

Existing Hinge Assignments on Currently Selected Frame Objects

Number of Selected Frame Objects: 57

Total Number of Hinges on All Selected Frame Objects: 0

Fill Form with Hinges on Selected Frame Object

OK

Cancel

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

2.6.6.4. Patrón de carga

Se definió un caso de carga de gravedad no lineal y un caso de carga para nuestro análisis no lineal Pushover en la dirección X-X.

En la figura N°18 se definió la configuración del caso de carga estático no lineal denominado 'GRAVEDAD' en el software ETABS, el cual sirvió como estado inicial antes de la aplicación del desplazamiento lateral en el Análisis Pushover. Los factores de escala asignados para la Carga Muerta (1.0) y la Carga Viva (0.5) se sustentan estrictamente en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2026), el cual exige considerar el 50% de la sobrecarga viva para la estimación del peso en edificaciones esenciales e importantes (Categorías A y B), como es el caso de la Institución Educativa. El análisis se programó

mediante el método iterativo 'Event-to-Event' para garantizar la convergencia numérica ante la presencia de la no linealidad material del modelo.

Figura 18

Definición del caso de carga de gravedad

Load Case Data

General

Load Case Name: GRAVEDAD [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Initial Conditions

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case. (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: []

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CARGA MUERTA	1
Load Pattern	CARGA VIVA	0.5

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load [Modify/Show...]

Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura 19 se definió la configuración del caso de análisis estático no lineal denominado 'PUSHOVER X' en el software ETABS. Este caso buscó ejecutar el empuje lateral de la estructura en la dirección longitudinal, estando programado para iniciar como una secuencia que continúa desde el estado de esfuerzos finales del caso no lineal 'GRAVEDAD', cumpliendo con los principios de acumulación de daño estructural. El patrón de carga lateral asignado se basó en el Modo 1 de vibración de la edificación, criterio respaldado por normativas de diseño estándar ASCE 41.

Figura 19

Definición del caso de carga Pushover

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVER X

Load Case Type: Nonlinear Static

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Design... Notes...

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVEDAD

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load

Results Saved: Final State Only

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event

Modify/Show... Modify/Show... Modify/Show... Modify/Show...

OK Cancel

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

2.6.6.5. Curva de Capacidad y punto de desempeño

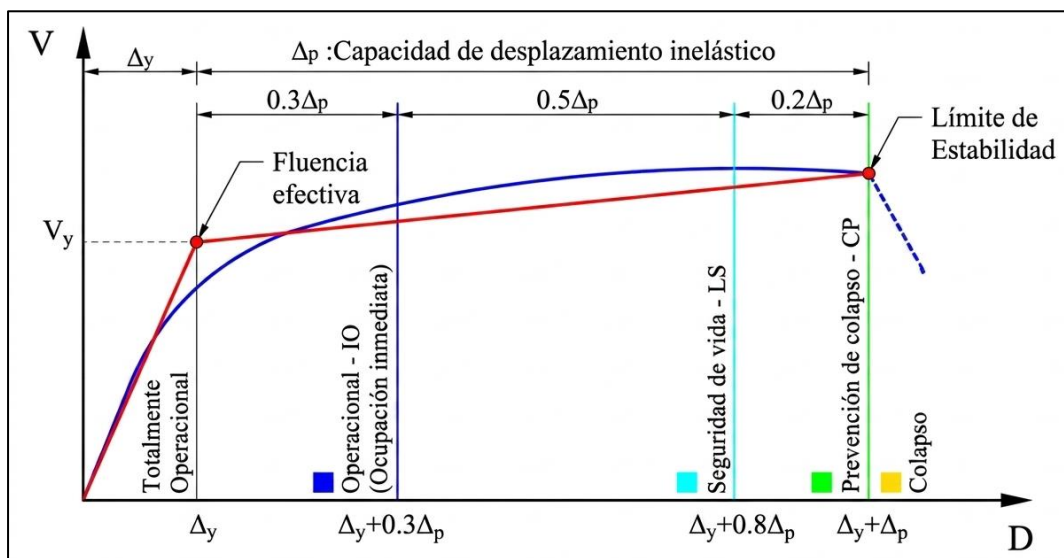
Se ejecuto los casos de carga en el software ETABS V22.5.0 que permitió obtener la curva Pushover o curva de capacidad, así mismo, se estableció el espectro $R=1$, partiendo desde la gravedad para someter a un sismo severo y poco común, para hallar el punto de desempeño mediante la curva del FEMA 440.

Adicionalmente, en la figura N°20 se utilizó la sectorización por niveles de desempeño de la curva de capacidad ATC-41 de la Norma ASCE 41, que se obtuvo de la ejecución del caso de carga de Pushover definido en el proyecto. Se muestra la curva de respuesta no lineal (color azul) y su correspondiente aproximación bilineal (color rojo), determinando el punto de fluencia efectiva (V_y , Δ_y) y la capacidad de desplazamiento inelástico (Δ_p). Asimismo, se

delimitan los límites matemáticos y físicos para las metas de desempeño de la edificación: Ocupación Inmediata (IO), parametrizada al 30% de Δ_p ; Seguridad de Vida (LS), extendida al 80% de Δ_p ; y Prevención de Colapso (CP), que define el límite de estabilidad última al 100% de la deformación plástica permitida antes de inducir el colapso global del sistema.

Figura 20

Sectorización por niveles de desempeño de modelo bilineal de la curva de capacidad (ATC-41)



Fuente. Obtenido de la Norma ASCE- 41.

III. RESULTADOS

3.1. Resistencia a compresión de las vigas y columnas de los módulos I y II de la I.E.

N° 10411 Negropampa

Se obtuvo de los ensayos de esclerometría realizados para los dos módulos de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa. Se siguió de forma adecuado el procedimiento del ensayo de acuerdo a la norma NTP 339.181, tomando como mínimo 10 lecturas de rebote por cada ensayo.

a. Resistencia a compresión del concreto:

- Columnas modulo I: $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

- Columnas modulo II: $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Vigas modulo I: $f'c = 248 \text{ kg/cm}^2$
- Vigas modulo II: $f'c = 248 \text{ kg/cm}^2$

3.2. Derivas y desplazamientos máximos de los módulos I y II de la I.E. N° 10411

Negropampa

El módulo I de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa es un sistema estructural de a porticado de vigas y columnas en las direcciones X-X y Y-Y, su configuración en planta y altura es regular.

3.2.1. Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X-X

Se obtuvo los desplazamientos relativos admisibles de los módulos I y II de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa en la dirección X-X, al ejecutar los casos de carga Pushover definidos en el software ETABS V22.5.0.

Tabla 6

Derivas en la dirección X-X del Módulo I y II

Modulo	Piso	Dirección	Concreto	Deriva	Estado
1	1	X	0.007	0.399	No cumple
1	2	X	0.007	0.006	Si cumple
2	1	X	0.007	0.404	No cumple
2	2	X	0.007	0.006	Si cumple

Fuente. Obtenido del software ETABS V22.5.0

En la tabla 6 se muestra la verificación de las derivas en ambos módulos de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa en la dirección X-X. Debido a que es un sistema estructural a porticado de concreto armado, su límite de desplazamiento es de 0.007, de acuerdo a los resultados se observó que las derivas en el primer nivel de ambos módulos no cumplen

ya que superan el 0.007, por otro lado, el segundo nivel de ambos módulos cumple con la normativa E.030(2026) de diseño sismorresistente.

3.2.2. Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y-Y

Se obtuvo los desplazamientos relativos admisibles de los módulos I y II de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa en la dirección Y-Y, al ejecutar los casos de carga Pushover definidos en el software ETABS V22.5.0.

Tabla 7

Derivas en la dirección Y-Y del Módulo I y II

Modulo	Piso	Dirección	Concreto	Deriva	Estado
1	1	Y	0.007	0.0281	No cumple
1	2	Y	0.007	0.0008	Si cumple
2	1	Y	0.007	0.0220	No cumple
2	2	Y	0.007	0.0009	Si cumple

Fuente. Obtenido del software ETABS V22.5.0

En la tabla 7 se muestra la verificación de las derivas en ambos módulos de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa en la dirección Y-Y. Debido a que es un sistema estructural aporticado de concreto armado, su límite de desplazamiento es de 0.007, de acuerdo a los resultados se observó que las derivas en el primer piso de ambos módulos no cumplen ya que superan el 0.007, por otro lado, el segundo nivel de ambos módulos cumple con la normativa E.030(2026) de diseño sismorresistente.

3.3. Curva de capacidad de los módulos I y II de la I.E. N° 10411 Negropampa

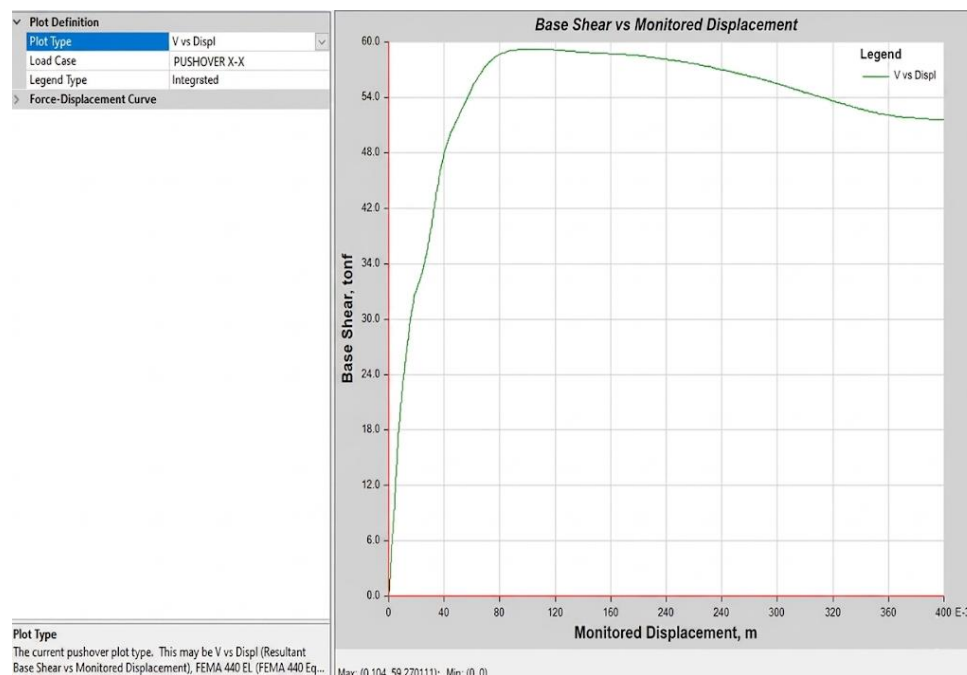
Por medio del software ETABS V22.5.0 se obtuvo la curva de capacidad de la edificación al ejecutar el caso de carga Pushover en X-X, debido a que es una estructura regular.

En la figura 21 se obtuvo la Curva de Capacidad Estructural en la dirección longitudinal. El gráfico relaciona el Cortante Basal (tonf) contra el Desplazamiento

Monitoreado (m) en el nivel de techo superior. Como resultado del análisis iterativo paso a paso, se determina que la estructura alcanza una capacidad cortante última máxima de 59.27 tonf para un desplazamiento de control de 0.104 m. Se observó una reducción progresiva de la pendiente asociada a la formación de rótulas plásticas y al ingreso de la estructura al rango inelástico. Este comportamiento es idóneo para los objetivos de seguridad y prevención del colapso exigidos por la Norma E.030 y los estándares de diseño por desempeño de la ASCE 41.

Figura 21

Curva de capacidad del módulo I



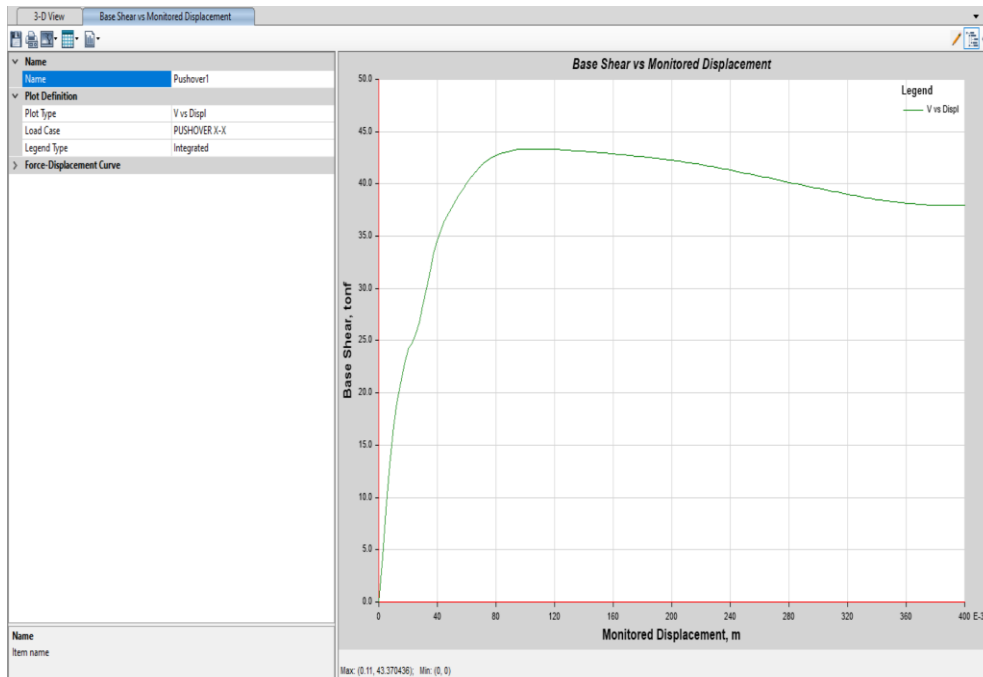
Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura 22 se obtuvo la Curva de Capacidad Estructural en la dirección longitudinal. El gráfico relaciona el Cortante Basal (tonf) contra el Desplazamiento Monitoreado (m) en el nivel de techo superior. Como resultado del análisis iterativo paso a paso, se determina que la estructura alcanza una capacidad cortante última máxima de 43.370 tonf para un desplazamiento de control de 0.110 m. Se observó una reducción progresiva de la pendiente asociada a la formación de rótulas plásticas y al ingreso de la estructura al rango

inelástico. Este comportamiento es idóneo para los objetivos de seguridad y prevención del colapso exigidos por la Norma E.030 y los estándares de diseño por desempeño de la ASCE 41.

Figura 22

Curva de capacidad del módulo II



Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

3.4. Punto de desempeño y categorización de los módulos I y II de la I.E. N° 10411

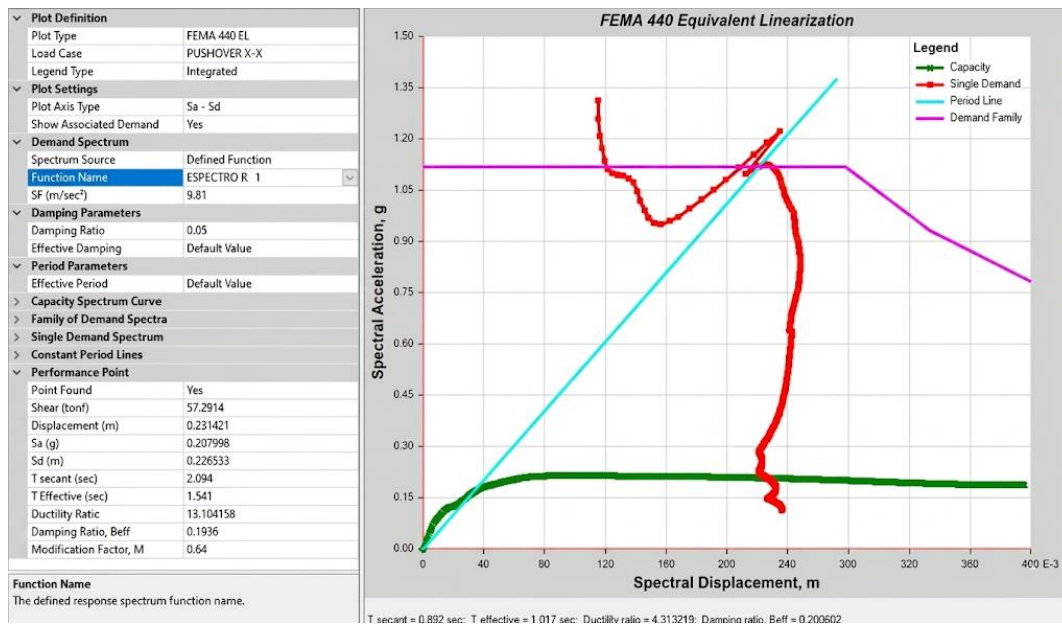
Negropampa según ASCE 41

Por medio del software ETABS V22.5.0 se obtuvo el punto de desempeño y de la edificación al ejecutar el caso de carga Pushover en X-X, debido a que es una estructura regular y usando la curva dada por FEMA 440.

En la figura 23 se obtuvo la convergencia del punto de desempeño del módulo I, según la curva dada por FEMA 440, observándose que ante la demanda del sismo de diseño que la estructura experimentará un cortante basal de 57.29 tonf asociado a un desplazamiento (punto de desempeño) de 0.231 m.

Figura 23

Punto de desempeño del módulo I

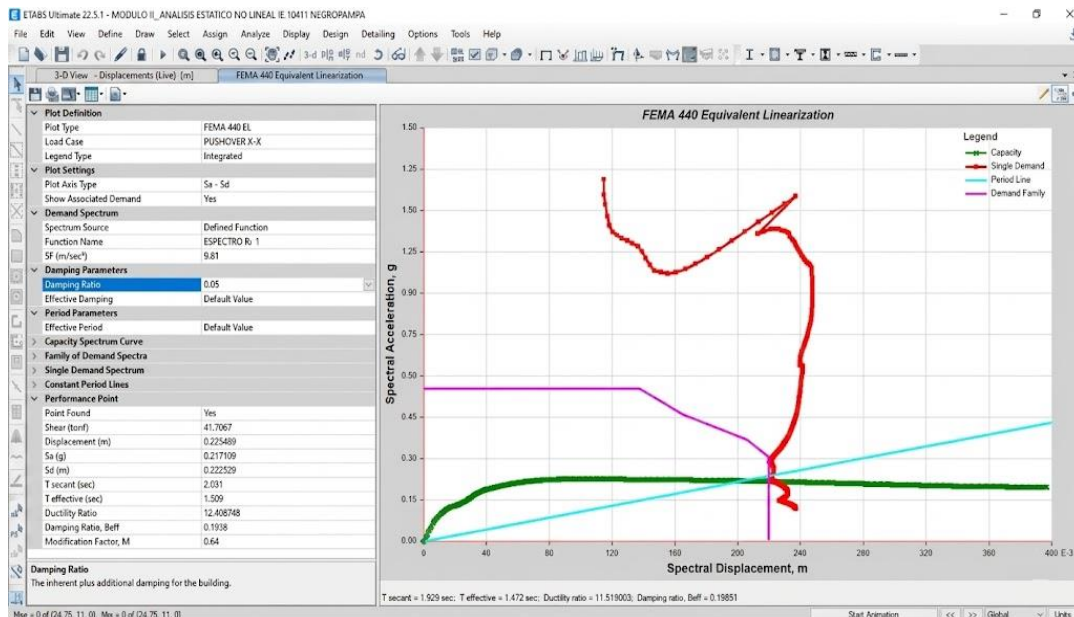


Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la figura 24 se obtuvo la convergencia del punto de desempeño del módulo II, según la curva dada por FEMA 440, observándose que ante la demanda del sismo de diseño que la estructura experimentará un cortante basal de 41.70 tonf asociado a un desplazamiento (punto de desempeño) de 0.2254 m.

Figura 24

Punto de desempeño del módulo II



Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la tabla N°8 se contrasto el punto de desempeño obtenido mediante la linealización equivalente de FEMA 440, el cual fue de 23.14 cm, con los umbrales de sectorización inelástica del Módulo I, y se determinó que la demanda sísmica supera la capacidad última de deformación de la estructura, fijada en el límite de estabilidad de 10.40 cm para el estado de Prevención de Colapso. Con ello, de acuerdo con los criterios normativos del estándar ASCE 41 y la Norma Técnica E.030 (2026) se dictamino que la condición estructural bajo un sismo severo con ocurrencia muy rara, es de Colapso.

Tabla 8

Sectorización por niveles de desempeño del Módulo I de la curva de capacidad ATC

Capacidad de desplazamiento inelástico	Desplazamiento (cm)	Desempeño
Δy	2.364	Totalmente Operacional
$\Delta y + 0.3\Delta p$	4.774	Ocupación Inmediata
$\Delta y + 0.8\Delta p$	9.274	Seguridad De Vida
$\Delta y + \Delta p$	10.400	Prevención De Colapso

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

En la tabla N°9 se contrasto el punto de desempeño obtenido mediante la linealización equivalente de FEMA 440, el cual fue de 22.54 cm, con los umbrales de sectorización inelástica del Módulo II, y se determinó que la demanda sísmica supera la capacidad última de deformación de la estructura, fijada en el límite de estabilidad de 11.770 cm para el estado de Prevención de Colapso. Con ello, de acuerdo con los criterios normativos del estándar ASCE 41 y la Norma Técnica E.030 (2026) se dictamino que la condición estructural bajo un sismo severo con ocurrencia muy rara, es de Colapso.

Tabla 9

Sectorización por niveles de desempeño del Módulo II de la curva de capacidad ATC-41

Capacidad de desplazamiento inelástico	Desplazamiento	Desempeño
Δy	2.645	Totalmente Operacional
$\Delta y + 0.3\Delta p$	5.382	Ocupación Inmediata
$\Delta y + 0.8\Delta p$	10.492	Seguridad De Vida
$\Delta y + \Delta p$	11.770	Prevención De Colapso

Fuente. Obtenido de ETABS V22.5.0

IV. DISCUSIÓN

La evaluación de la resistencia a la compresión por medio del ensayo no destructivo de Esclerometría permitió obtener la resistencia de concreto armado en las columnas del módulo I siendo de $f'c=250$ kg/cm² y sus vigas de $f'c=248$ kg/cm². De igual manera, en el módulo II, la resistencia a la compresión en columnas fue de $f'c=250$ kg/cm² y sus vigas de $f'c=248$ kg/cm². Estos resultados se ven respaldados con la investigación de Borja (2021) que presenta una correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo de esclerometría, quien concluyó que el ensayo no destructivo de esclerometría si permite estimar la resistencia a la compresión del concreto bajo condiciones controladas, con un nivel de confianza del 95% y un

rango de precisión de $f_c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$. Por otro lado, Vizcarra (2021) contradice el uso del ensayo de esclerometría debido a que, en su investigación al aplicar el ensayo no destructivo a 110 estructuras, el 97% de estructuras presentó resistencias por debajo de lo exigido por la Norma E. 070 y el 3% cumplió, concluyendo que existe un déficit crítico en la calidad del concreto y evidenciando que el uso del índice de rebote revela importantes discrepancias respecto de la resistencia teórica de diseño.

En la curva de capacidad se obtuvo que la estructura alcanza una capacidad máxima de 59.270 tonf y un desplazamiento de 0.104 m para el módulo I, adicionalmente la capacidad máxima para el módulo II fue de 43.370 tonf y un desplazamiento de 0.110. Considerando que las curvas de capacidad tienen una reducción progresiva de la pendiente relacionada a la formación de rotulas plásticas y al ingreso de la estructura al rango inelástico. Dicha reducción progresiva de la pendiente en ambas curvas es consistente con el método del espectro de capacidad que describió en su investigación Hernández (2022), que explica que la curva de capacidad muestra la relación entre el desplazamiento tope y el cortante basal, además que, la reducción de rigidez conforme se forma rotulas plásticas es una característica normal del comportamiento no lineal de las estructuras de concreto armado. De otra forma, Vielma, et. (2023) contradicen que el uso de Pushover presenta limitaciones conocidas que pueden afectar la confiabilidad de las conclusiones sobre el desempeño sísmico real de la estructura, debido a que emplea una distribución fija de fuerzas laterales y, por tanto, solo representa adecuadamente la contribución del modo fundamental; esto implica que la degradación progresiva de rigidez, la participación de modos superiores y la redistribución de fuerzas que ocurren durante un sismo real no se captan correctamente pudiendo sobrestimar la capacidad o subestimar el daño en zonas críticas.

Las derivas en la dirección X que se encontró en el primer nivel del módulo I fue de 0.0399 y en el segundo nivel de 0.006, cumpliendo solamente con el rango de 0.007 para

estructuras de concreto armado en el segundo nivel. Asimismo, las derivas del primer nivel del módulo II fue 0.404 y en su segundo nivel de 0.006, cumpliendo también solo en su segundo nivel con el rango máximo de 0.007 para estructuras de concreto armado. Por otro lado, en la dirección Y, en el módulo I las derivas del primer nivel fueron de 0.0281 y de 0.0008 en el segundo nivel, por lo cual solo cumplió con la norma en el segundo nivel al no ser mayor que 0.0007; en el módulo II las derivas del primer nivel fueron de 0.0202 y del segundo nivel de 0.0009, cumpliendo de igual forma solamente en el segundo nivel de la estructura según indica la norma E.030 (2026). Comparando con los resultados obtenidos por Flores y Carrasco (2023) al evaluar la estructura del pabellón de Ingeniería Civil de la Universidad nacional de Jaén, donde se obtuvo que las derivas en la dirección X del primer piso fue de 0.00223, el segundo piso de 0.00392, el tercer piso de 0.00408 y el cuarto piso de 0.00364, asimismo en la dirección Y fue de 0.00272 en el primer piso, 0.00489 el segundo piso, 0.00501 el tercer piso y 0.00440, el cuarto piso; cumpliendo así la norma E.030 (2026) y afirmando que la estructura que analizó es más rígida que la del proyecto ante eventos sísmicos severos con ocurrencia muy rara además respalda el análisis Pushover para obtener las derivas de una estructura de tal magnitud.

El punto de desempeño sísmico obtenido de 23.14 cm en el módulo I de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa definió que la estructura se categoriza en un nivel de Colapso ante un sismo severo muy raro. Asimismo, el punto de desempeño obtenido de 22.54 cm del módulo II de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa definió que la estructura se categoriza en un nivel colapso ante un sismo severo muy raro. En comparación, en la investigación de Linares (2022) donde evalúa el desempeño sísmico de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca que obtuvo un desplazamiento lateral en Y superior a 0.007, y concluyó que ante un sismo raro la estructura se encontraría en un nivel de prevención de colapso. Por lo cual se afirma que, en ambas investigaciones, las estructuras tienen riesgo de colapso ante un sismo severo con ocurrencia de muy raro, evidenciando la importancia de

aplicar criterios de diseño estructural ante sismos de forma más rigurosa. Por otro lado, Gómez y Quino (2024) evaluaron la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal, Arequipa y al someterlo a un sismo frecuente se obtuvo un nivel de desempeño de Ocupación Inmediata y un desplazamiento de 0.41 cm; por lo cual concluye que la estructura no tiene riesgo ante un sismo frecuente en contraste a la estructura de la investigación presente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Usando el ensayo no destructivo de esclerometría, de acuerdo a la NTP 339.181, en los elementos estructurales de los módulos I y II de la Institución Educativa N°10411 Negropampa se obtuvo la resistencia a compresión del concreto armado, siendo en las columnas de $f'_c=250$ kg/cm² y para vigas de $f'_c=248$ kg/cm².

Al ejecutar el caso de carga Pushover en el software ETABS V22.5.0 se obtuvo la curva de capacidad de los módulos I y II de la Institución Educativa N°10411 Negropampa, observándose que la capacidad máxima a resistir de la estructura del módulo I es de 59.270 tonf y un desplazamiento de 0.104 m; así mismo en el módulo II la capacidad máxima es de 43.370 tonf y un 0.110 m de desplazamiento. Además, se observó que las curvas de capacidad tienen una reducción progresiva de la pendiente relacionada a la formación de rotulas plásticas y al ingreso de la estructura al rango inelástico. De ambos módulos se concluyó que el módulo II es más flexible y menos rígido que el módulo I.

Del software ETABS V22.5 se obtuvo las derivas en la dirección X y Y, siendo para la dirección X, en el módulo I en su primer nivel una deriva de 0.0399 y en el segundo nivel de 0.006; en el módulo II en su primer nivel una deriva de 0.404 y en su segundo nivel de 0.006, cumpliendo así en ambos módulos solo en su segundo nivel al no superar los 0.007 establecidos para estructuras de concreto armado según la norma E.030 (2026). Por otro lado, en la dirección Y, en el módulo I en su primer nivel una deriva de 0.0281 y en el segundo nivel de 0.0008; en

el módulo II en su primer nivel una deriva de 0.0202 y en su segundo nivel de 0.0009, cumpliendo así en ambos módulos solo en su segundo nivel al no superar los 0.007 establecidos para estructuras de concreto armado según la norma E.030 (2026).

Al ejecutar el caso de carga Pushover y dar uso de las curvas ASCE 41, se determinó el punto de desempeño sísmico, dando así en el módulo I un punto de desempeño de 23.14 cm y de 22.54 cm del módulo II de la Institución Educativa N° 10411 Negropampa, categorizándolo en un nivel de colapso para un sismo severo con ocurrencia muy rara. Además, debido a que los puntos de desempeño superaron los desplazamientos donde ocurre la resistencia máxima, se afirma que las estructuras siguen teniendo capacidad de deformación después de alcanzar la resistencia máxima.

5.2.Recomendaciones

El ensayo no destructivo de esclerometría debe realizarse netamente cuando no se puede obtener muestras puntuales que generan destrucción de la estructura, ya que se debe buscar complementar los resultados con ensayos destructivos, como obteniendo testigos de concreto, para calibrar y validar aún más los valores estimados de resistencia a la compresión.

Verificar el cumplimiento de los límites de deriva establecidos en la normativa E.030(2026) para evaluar la implementación de medidas de reforzamiento estructural orientadas a mejorar la rigidez lateral y el comportamiento sísmico global de la estructura.

Utilizar el análisis estático no lineal (Pushover) en edificaciones de categoría A – Edificaciones esenciales, según la Norma E.030 (2026), resulta importante ya que este permite obtener la curva de capacidad estructural lo que concede estimar el desempeño sísmico de la estructura.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Norma técnica de edificaciones E.030: Diseño sismorresistente. (2026). INACAL

Toapanta, D. y Vélez, D. (2024). Diseño estructural con análisis estático no lineal (Pushover) en una edificación de seis pisos de hormigón armado [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27029>

Chilón, R. (2024). Desempeño Sísmico del Edificio “Mercado Porcón” del Centro Poblado Porcón Alto, Distrito de Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6508>

Carrillo, C. y Zamora, V. (2024). Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional-Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/151015>

Idrogo, D. y Vazquez, Y. (2024). Evaluación del desempeño sísmico, mediante análisis estático no lineal Pushover del edificio de Ingeniería Agroindustrial de la UNACH, 2023. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Autónoma de Chota. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/621>

Núñez, J. (2023). Metodologías de evaluación estructural por desempeño sísmico en edificaciones de concreto reforzado: estado del Arte. Revista Universidad y Sociedad, 15(2), 256-264. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202023000200256

Linares, J. (2022). Evaluación del Desempeño Sísmico con el Método Estático No Lineal Pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca. [Tesis de pregrado,

Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional - Universidad Cesar Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/107851>

Pilco, H. y Portugal, R. (2022). Vulnerabilidad sísmica Mediante el análisis Pushover del Hospital de la Solidaridad, Tacna, 2022. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional - Universidad Privada de Tacna
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/2315>

Cahuana, M. y Ccaso, G. (2021). Desempeño Sísmico Aplicando el Análisis Estático no Lineal (Pushover) del módulo III de la Comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional - Universidad Privada de Tacna. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2027>

Guerrero, N. (2021). Evaluación Estructural Del Bloque “B1” De La I.E. Jaén De Bracamoros, De La Ciudad De Jaén, 2019. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional De Cajamarca]. Repositorio institucional - Universidad Nacional De Cajamarca.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4389>

Segura, O. (2021). Comparación del desempeño sísmico mediante Análisis Estático No Lineal (Pushover) de dos edificaciones en concreto reforzado situadas en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía DES, diseñadas bajo los criterios del AIS 114-17 y la norma NSR-10. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/39676>.

Flores, E. (2021). Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático No lineal Pushover: Estudio de caso. Journal Boliviano De Ciencias, 17(50), 56–90. <https://doi.org/10.52428/20758944.v17i50.20>

Cueva, C. y Huamanchumo, C. (2021). Evaluación estructural de la edificación esencial I.E N°10133-Mochumí, mediante el análisis estático no lineal Pushover.[Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio institucional - Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6187>

- Blas, O. y Lagos, W. (2021). Influencia de las irregularidades de piso blando y torsión en el desempeño sísmico mediante el Análisis Estático No Lineal de una vivienda multifamiliar de concreto armado ubicado en la ciudad de Lima - sistema dual de 10 pisos diseñado según el Reglamento Nacional de Edificaciones. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/657422>
- Tenorio, J. (2021). Comportamiento sísmico aplicando el método no lineal estático en la I.E. N° 10410, Chaupelanche, Chota, Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional - Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69241>
- Condori, R. y Vilca, A. (2022). Evaluación del desempeño estructural aplicando un análisis estático no lineal (pushover) en la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal - Majes - Caylloma – Arequipa. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional - Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11785>
- Vielma, J., Carvallo, J. y Vielma, J. (2024). Evaluación comparativa mediante diseño basado en el desempeño de un edificio estructurado en base a muros. Obras Y Proyectos. 35, 76-84. <https://doi.org/10.21703/0718-2813.2024.35.2804>
- Moreto, C., Mechato, M. y Díaz. G. (2021). Vulnerabilidad sísmica estructural de instituciones educativas públicas, aplicando el método de benedetti-petrini. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería, 4(2), 57-65. <https://doi.org/10.25127/ucni.v4i2.728>
- Borja, M. (2021). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque – Perú. Tecnohumanismo, 1(2), 38–53. <https://doi.org/10.53673/th.v1i10.59>
- Instituto Nacional de Calidad. (2018).

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la salud, sabiduría y fortaleza para completar de forma satisfactoria el presente proyecto de investigación que forma parte de mi vida profesional. A mis padres, por apoyarme de manera incondicional todos estos años de formación universitaria y durante la ejecución de este informe. A mi hermano por su compañía y apoyo cuando lo necesite para seguir. A mis docentes por su orientación durante toda esta investigación aportando en mi formación profesional.

Brush Jarol Huamán Neira

Mi más sincero agradecimiento a Dios por acompañarme y brindarme la fortaleza necesaria para superar cada desafío y culminar satisfactoriamente este trabajo. Asimismo, agradezco a mis padres por su incondicional apoyo, esfuerzo y dedicación, pilares fundamentales en mi desarrollo personal y profesional. De igual manera, reconozco la valiosa contribución de mis docentes, quienes, mediante sus conocimientos, orientación y constante disposición, hicieron posible la realización de esta investigación.

Jhon Edy Goicochea Saavedra

DEDICATORIA

A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo constante y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación académica y personal. Su ejemplo de responsabilidad, perseverancia y compromiso ha sido una fuente permanente de inspiración para alcanzar mis metas.

Brush Jarol Huamán Neira

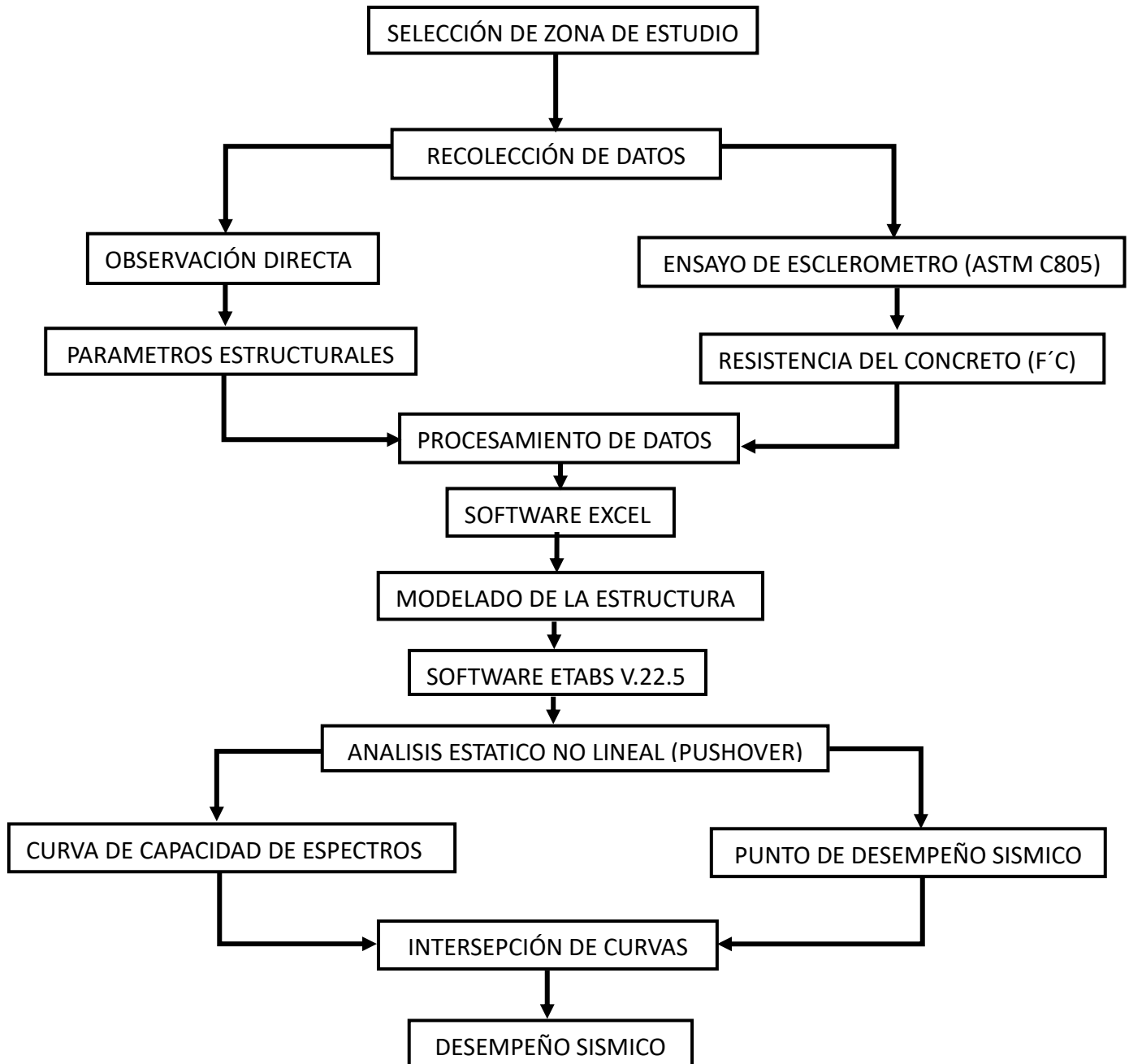
A mis padres, quienes han sido mi mayor apoyo y fortaleza a lo largo de mi vida. Gracias por cada sacrificio realizado, por su confianza inquebrantable y por inculcarme valores que me han permitido enfrentar los desafíos y alcanzar esta importante meta.

Jhon Edy Goicochea Saavedra

ANEXOS

ANEXO N° 01

Diagrama de flujo del procedimiento de campo y procesamiento de datos.



ANEXO N° 02

Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de la Institución Educativa N.º 10411 Negropampa, C.P. Negropampa, Chota, Cajamarca, ¿mediante el análisis estático no lineal (Pushover)?	Objetivo General: Evaluar el desempeño sísmico de la Institución Educativa N.º 10411 Negropampa, C.P. Negropampa, Chota, Cajamarca, mediante el análisis estático no lineal (Pushover). Objetivos Específicos: O1: Determinar la resistencia a la compresión del concreto.	La evaluación del desempeño sísmico de la Institución Educativa mediante el análisis Pushover indicará una probabilidad de colapso moderado y no cumplirá la normativa E.030.	Variable Dependiente: Análisis Estático No Lineal (Pushover) Variable Independiente: Desempeño sísmico del sistema estructural	Tipo de Investigación: Aplicada. Técnicas: - Observación directa - Ensayo no destructivo. Instrumentos: - Flexómetro - Esclerómetro - Software AutoCAD y ETABS V.22.5.1. - Microsoft Excel Población: Módulos de la I.E. 10411 Negropampa. Muestra: Ambos módulos (muestreo no probabilístico por conveniencia).

	O2: Calcular las derivas y desplazamientos máximos. O3: Generar la curva de capacidad. O4: Determinar el punto de desempeño sísmico.			
--	---	--	--	--

ANEXO N° 03**Validación de Instrumento de recolección de datos**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.º 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1 Yo, **Zadith Nancy Garrido campaña** identificado con CIP N° 96766 y DNI N° 43235341, ostento el grado de doctor en Ciencia e Ingeniería y ejerzo dicha carrera profesional. Por medio de la presente **DECLARO BAJO JURAMENTO** lo siguiente:

Hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **“Formato de ensayo de Esclerometría”** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **“Evaluación del Desempeño Sísmico de Institución Educativa N° 10411 Negropampa, C.P Negropampa, Chota, Cajamarca, mediante el Análisis Estático No Lineal (Pushover)”** y así obtener el Grado académico de **Ingeniero Civil** de los bachilleres **Brush Jarol Huamán Neira** con DNI 771071232 y **Jhon Edy Goicochea Saavedra** con DNI 75143587, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en mención.

Jaén, 07 de julio del 2026

Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.º 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N.º 002-2018-SUNEDU/CD



DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Juan Antonio Coronel Diaz** identificado con CIP N.º 187618 y DNI N.º 71068288, ostento el grado de máster en ingeniería civil con mención en vial y ejerzo dicha carrera profesional. Por medio de la presente **DECLARO BAJO JURAMENTO** lo siguiente:

Hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"Formato de ensayo de Esclerometría"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"Evaluación del Desempeño Sísmico de Institución Educativa N.º 10411 Negropampa, C.P Negropampa, Chota, Cajamarca, mediante el Análisis Estático No Lineal (Pushover)"** y así obtener el Grado académico de **Ingeniero Civil** de los bachilleres **Brush Jarol Huamán Neira** con DNI 771071232 y **Jhon Edy Goicochea Saavedra** con DNI 75143587, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en mención.

Jaén, 07 de julio del 2026

Mg. Juan Antonio Coronel Diaz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.º 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N.º 002-2018-SUNEDU/CD



DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Wilmer Rojas Pintado** identificado con CIP N.º 173245 y DNI N.º 41000674, ostento el grado de magister en ingeniería civil con mención en geotecnia y ejerzo dicha carrera profesional. Por medio de la presente **DECLARO BAJO JURAMENTO** lo siguiente:

Hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"Formato de ensayo de Esclerometría"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"Evaluación del Desempeño Sísmico de Institución Educativa N.º 10411 Negropampa, C.P Negropampa, Chota, Cajamarca, mediante el Análisis Estático No Lineal (Pushover)"** y así obtener el Grado académico de **Ingeniero Civil** de los bachilleres **Brush Jarol Huamán Neira** con DNI 771071232 y **Jhon Edy Goicochea Saavedra** con DNI 75143587, en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en mención.

Jaén, 07 de julio del 2026

Mg. Wilmer Rojas Pintado

ANEXO N° 04**Ficha técnica del esclerómetro para concreto****FICHA TÉCNICA DE ESCLERÓMETRO PARA CONCRETO****MODELO: C3-A****1. DESCRIPCIÓN**

El esclerómetro modelo ZC3-A es un equipo diseñado para la realización de ensayos no destructivos del concreto, basado en el principio de rebote. Permite evaluar la uniformidad del concreto endurecido, detectar zonas de baja calidad y estimar de manera indirecta la resistencia a la compresión.

El equipo incluye piedra de fricción para la preparación de la superficie de ensayo y maletín de transporte, lo que facilita su uso en campo y protege el instrumento durante su traslado.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Modelo	ZC3-A
Tipo de equipo	Esclerómetro / Martillo de rebote
Tipo de ensayo	No destructivo
Principio de funcionamiento	Rebote por liberación de energía elástica
Longitud de la aguja	20 ± 0.2 mm
Longitud del resorte de retroceso elástico	61.5 ± 0.3 mm
Golpe de martillo	75.0 ± 0.3 mm
Accesorios incluidos	Piedra de fricción y maletín de transporte
Marca	PYS EQUIPOS
Origen	China

 Calle 4, Mz.F1 Lt.05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 apoza@pys.pe / metrologia@pys.pe / ventas@pys.pe
 www.pys.pe



PyS

EQUIPOS

3. USO / APLICACIONES

- Ensayos no destructivos del concreto endurecido
- Evaluación de uniformidad del concreto en estructuras
- Identificación de zonas deterioradas o de baja calidad
- Estimación indirecta de la resistencia a la compresión
- Inspecciones y control de calidad en obra y laboratorio

4. IMAGEN REFERENCIAL



Calle 4, Mz.F1 Lt.05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 apoza@pys.pe / metrologia@pys.pe / ventas@pys.pe
 www.pys.pe



ANEXO N° 05

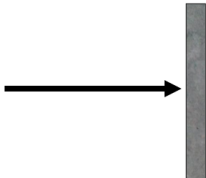
Ensayo de Esclerometría

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	01
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO					ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE				
EDAD:	17 AÑOS				
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN	
01	35	3700	260	VALIDO	
02	34	3600	253	VALIDO	
03	34	3600	253	VALIDO	
04	35	3700	260	VALIDO	
05	33	3500	246	VALIDO	
06	35	3700	260	VALIDO	
07	32	3300	232	VALIDO	
08	34	3600	253	VALIDO	
09	34	3600	253	VALIDO	
10	33	3500	246	VALIDO	
PROMEDIO			252 KG/CM2		
DESVIACIÓN ESTANDAR			8.64		
ERROR ESTÁNDAR			2.73		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.43 %		

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	252 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	02
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	34	3600	253	VALIDO
02	35	3700	260	VALIDO
03	33	3500	246	VALIDO
04	33	3500	246	VALIDO
05	33	3500	246	VALIDO
06	33	3500	246	VALIDO
07	32	3300	232	VALIDO
08	34	3600	253	VALIDO
09	34	3600	253	VALIDO
10	33	3500	246	VALIDO
PROMEDIO			248 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			7.45	
ERROR ESTÁNDAR			2.36	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.00	

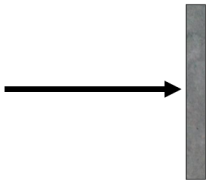
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	248 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	03
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO					ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE				
EDAD:	17 AÑOS				
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN	
01	34	3600	253	VALIDO	
02	34	3600	253	VALIDO	
03	35	3700	260	VALIDO	
04	33	3500	246	VALIDO	
05	33	3500	246	VALIDO	
06	34	3600	253	VALIDO	
07	33	3500	246	VALIDO	
08	33	3500	246	VALIDO	
09	35	3700	260	VALIDO	
10	33	3500	246	VALIDO	
PROMEDIO			251 KG/CM2		
DESVIACIÓN ESTANDAR			5.79		
ERROR ESTÁNDAR			1.83		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			2.31		

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	251 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	04
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	32	3300	232	VALIDO
02	34	3600	253	VALIDO
03	35	3700	260	VALIDO
04	33	3500	246	VALIDO
05	35	3700	260	VALIDO
06	34	3600	253	VALIDO
07	32	3300	232	VALIDO
08	32	3300	232	VALIDO
09	35	3700	260	VALIDO
10	34	3600	253	VALIDO
PROMEDIO			249 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			11.97	
ERROR ESTÁNDAR			3.79	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			4.82	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	249 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	05
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	34	3600	253	VALIDO
02	33	3500	246	VALIDO
03	33	3500	246	VALIDO
04	32	3300	232	VALIDO
05	34	3600	253	VALIDO
06	33	3500	246	VALIDO
07	32	3300	232	VALIDO
08	33	3500	246	VALIDO
09	34	3600	253	VALIDO
10	34	3600	253	VALIDO
PROMEDIO			246 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			8.12	
ERROR ESTÁNDAR			2.57	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.30	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	246 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 1
ENSAYO N°:	06
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	32	3300	232	VALIDO
02	34	3600	253	VALIDO
03	35	3700	260	VALIDO
04	33	3500	246	VALIDO
05	34	3600	253	VALIDO
06	34	3600	253	VALIDO
07	33	3500	246	VALIDO
08	33	3500	246	VALIDO
09	34	3600	253	VALIDO
10	35	3700	260	VALIDO
PROMEDIO			250 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			8.25	
ERROR ESTÁNDAR			2.61	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.30	

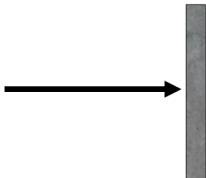
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	250 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	07
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO					ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE				
EDAD:	17 AÑOS				
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN	
01	33	3500	246	VALIDO	
02	35	3700	260	VALIDO	
03	36	4000	281	VALIDO	
04	32	3300	232	VALIDO	
05	33	3500	246	VALIDO	
06	32	3300	232	VALIDO	
07	36	4000	281	VALIDO	
08	34	3600	253	VALIDO	
09	32	3300	232	VALIDO	
10	35	3700	260	VALIDO	
PROMEDIO			252 KG/CM2		
DESVIACIÓN ESTANDAR			18.59		
ERROR ESTÁNDAR			5.88		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			7.36		

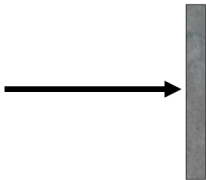
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	252 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	08
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	32	3300	232	VALIDO
02	34	3600	253	VALIDO
03	34	3600	253	VALIDO
04	33	3500	246	VALIDO
05	34	3600	253	VALIDO
06	33	3500	246	VALIDO
07	33	3500	246	VALIDO
08	35	3700	260	VALIDO
09	33	3500	246	VALIDO
10	34	3600	253	VALIDO
PROMEDIO			249 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			7.56	
ERROR ESTÁNDAR			2.39	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.04	

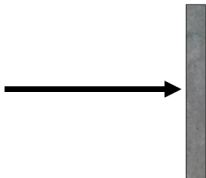
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	249 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	COLUMNAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	09
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
Nº DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	34	3600	253	VALIDO
02	33	3500	246	VALIDO
03	34	3600	253	VALIDO
04	34	3600	253	VALIDO
05	35	3700	260	VALIDO
06	33	3500	246	VALIDO
07	34	3600	253	VALIDO
08	33	3500	246	VALIDO
09	33	3500	246	VALIDO
10	33	3500	246	VALIDO
PROMEDIO			250 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			4.92	
ERROR ESTÁNDAR			1.55	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			1.96	

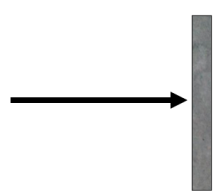
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	250 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	10
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	34	3600	253	VALIDO
02	33	3500	246	VALIDO
03	33	3500	246	VALIDO
04	34	3600	253	VALIDO
05	35	3700	260	VALIDO
06	34	3600	253	VALIDO
07	33	3500	246	VALIDO
08	32	3300	232	VALIDO
09	33	3500	246	VALIDO
10	32	3300	232	VALIDO
PROMEDIO			246 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			9.05	
ERROR ESTÁNDAR			2.86	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.67	

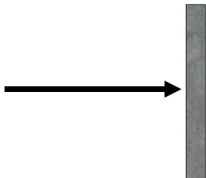
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	246 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	11
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO					ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE				
EDAD:	17 AÑOS				
N° DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN	
01	33	3500	246	VALIDO	
02	32	3300	232	VALIDO	
03	33	3500	246	VALIDO	
04	34	3600	253	VALIDO	
05	34	3600	253	VALIDO	
06	32	3300	232	VALIDO	
07	35	3700	260	VALIDO	
08	33	3500	246	VALIDO	
09	34	3600	253	VALIDO	
10	33	3500	246	VALIDO	
PROMEDIO			246 KG/CM2		
DESVIACIÓN ESTANDAR			9.05		
ERROR ESTÁNDAR			2.86		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			3.67		

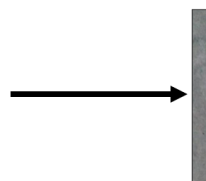
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	246 KG/CM2
---	------------

FORMATO PARA ENSAYO DE ESCLEROMETRO

ASTM C 805 - NTP 339.181

OBRA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA Nº 10411 – NEGROPAMPA
UBICACIÓN:	NEGROPAMPA, CHOTA
RESPONSABLES:	BACH. BRUSH JAROL HUAMÁN NEIRA Y BACH. JHON EDY GOICOCHEA SAAVEDRA
ELEMENTO:	VIGAS - MODULO 2
ENSAYO N°:	12
FECHA:	05/12/2025

DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO:

DATOS DEL CONCRETO				ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
MATERIAL:	CONCRETO SIMPLE			
EDAD:	17 AÑOS			
Nº DE LECTURA	LECTURA DEL MARTILLO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PSI)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2)	ACEPTACIÓN
01	35	3700	260	VALIDO
02	33	3500	246	VALIDO
03	34	3600	253	VALIDO
04	35	3700	260	VALIDO
05	33	3500	246	VALIDO
06	34	3600	253	VALIDO
07	33	3500	246	VALIDO
08	34	3600	253	VALIDO
09	35	3700	260	VALIDO
10	33	3500	246	VALIDO
PROMEDIO			252 KG/CM2	
DESVIACIÓN ESTANDAR			6.16	
ERROR ESTÁNDAR			1.95	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN			2.44	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO:	252 KG/CM2
---	------------

ANEXO N° 06

Panel Fotográfico

Figura 25

Esclerómetro para el ensayo no destructivo de esclerometría



Figura 26

Puerta de Ingreso de la I.E. N°10411 Negropampa



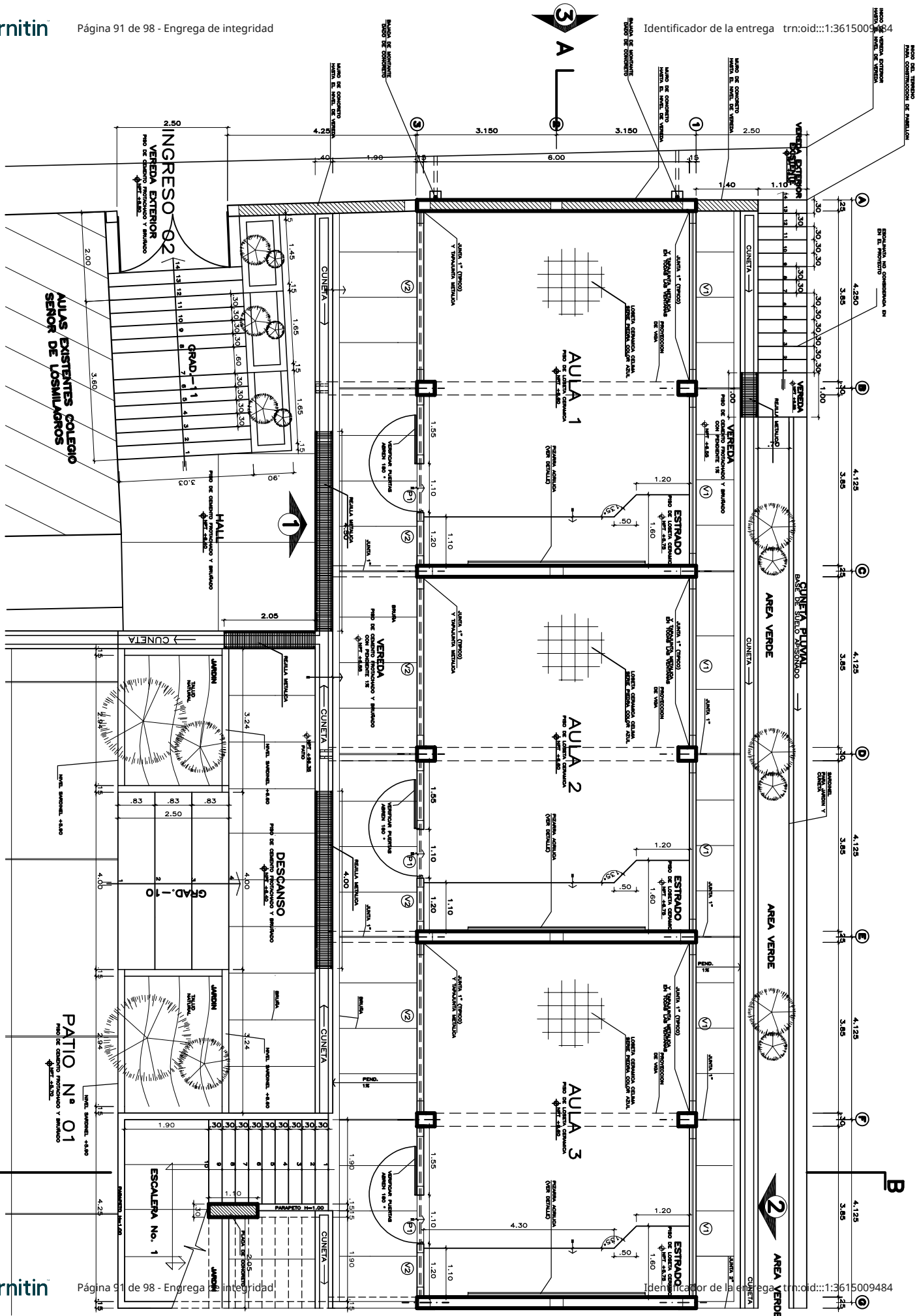
14

Figura 27*Ensayo de esclerometría en columnas-Modulo I***Figura 28***Ensayo de esclerometría en vigas-Modulo I*

Figura 29*Ensayo de esclerometría en columnas-Modulo II***Figura 30***Ensayo de esclerometría en vigas-Modulo II*

ANEXO N° 07

9LVWD HQ SODQWD PRGXOR ,

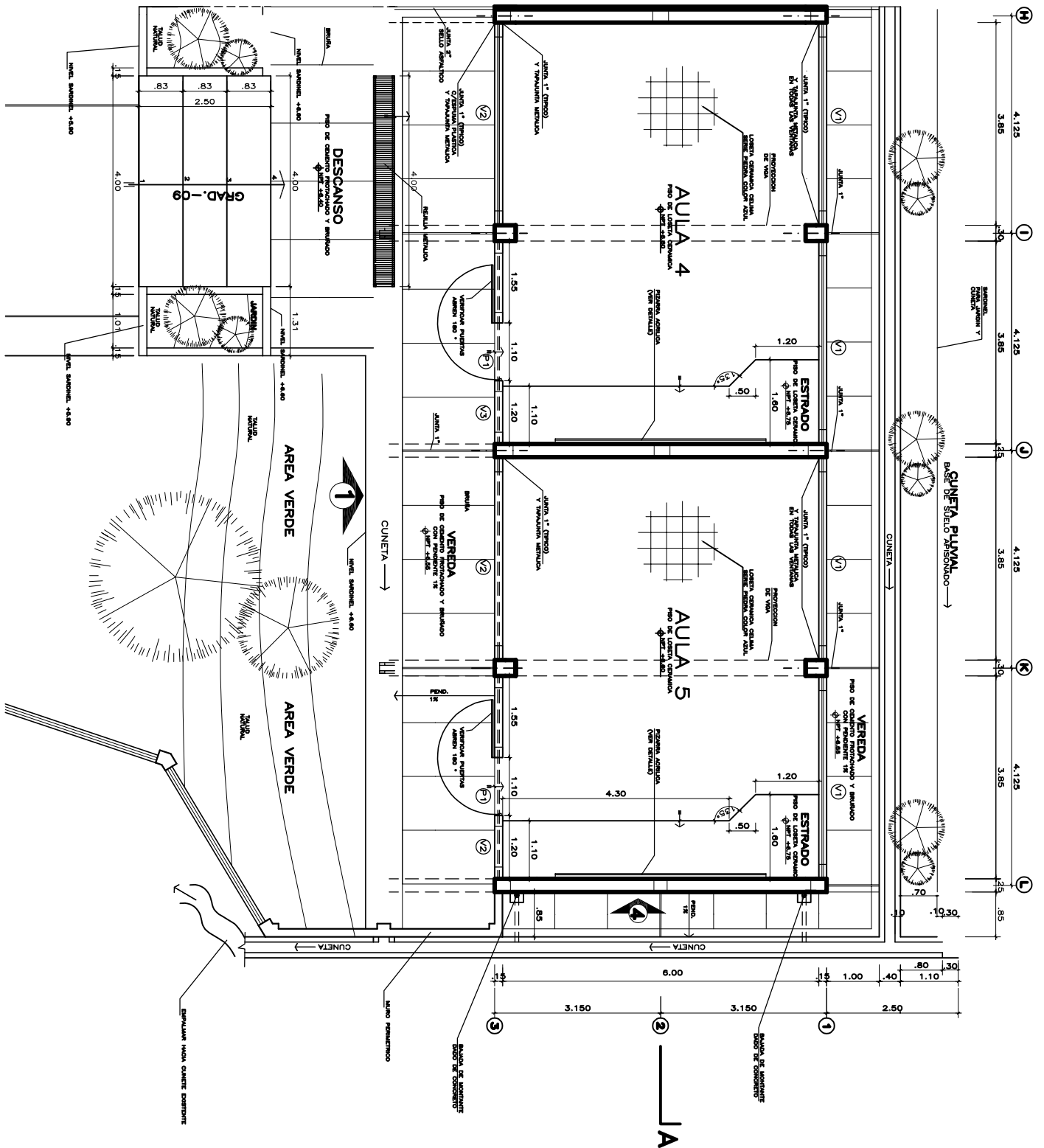


PRIMERA PLANTA
PABELLON 1 – MODULO 1

ANEXO N° 08

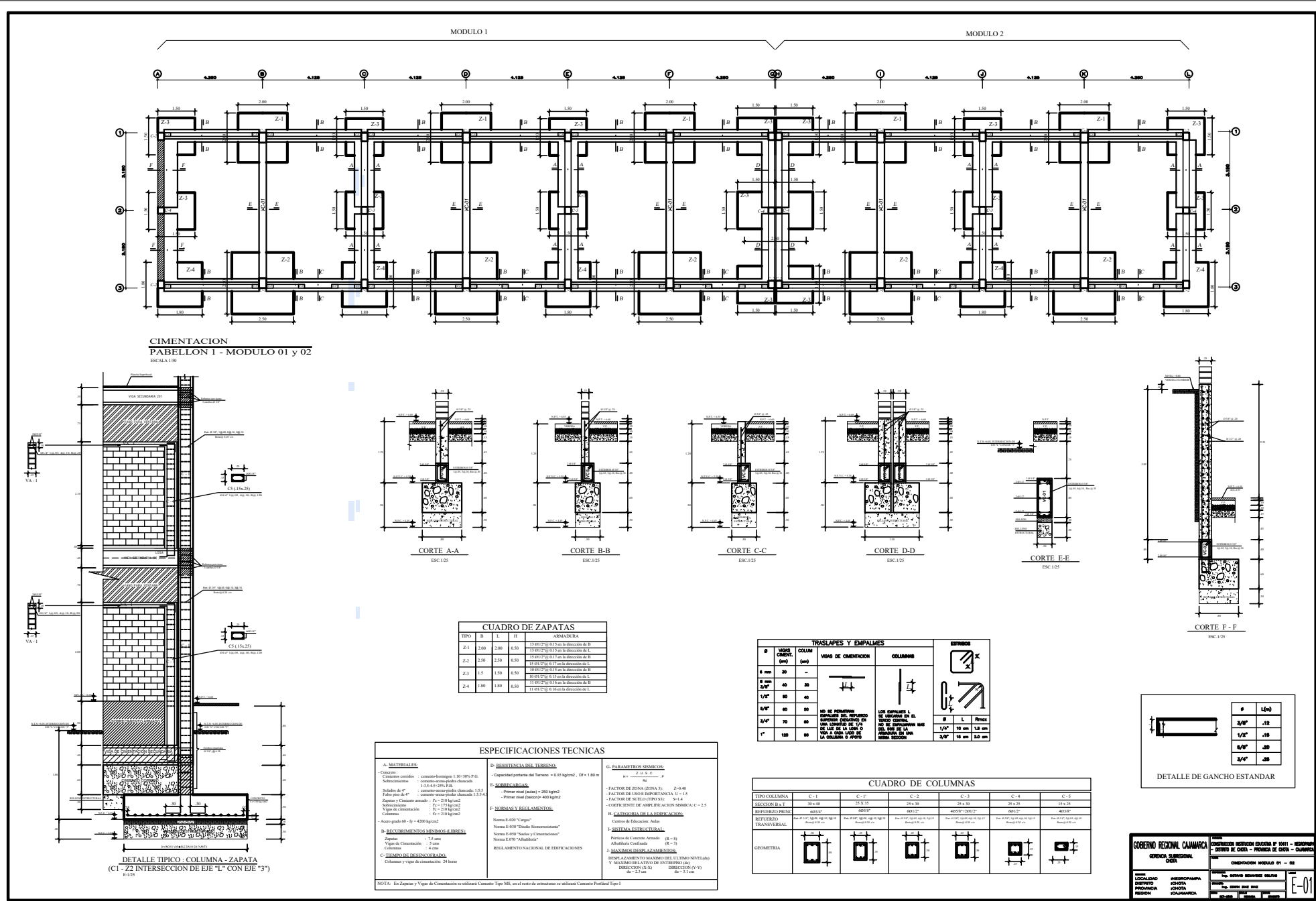
Vista en planta modulo II

PRIMERA PLANTA
PABELLON 1 – MODULO 2
ESCALA 1/50



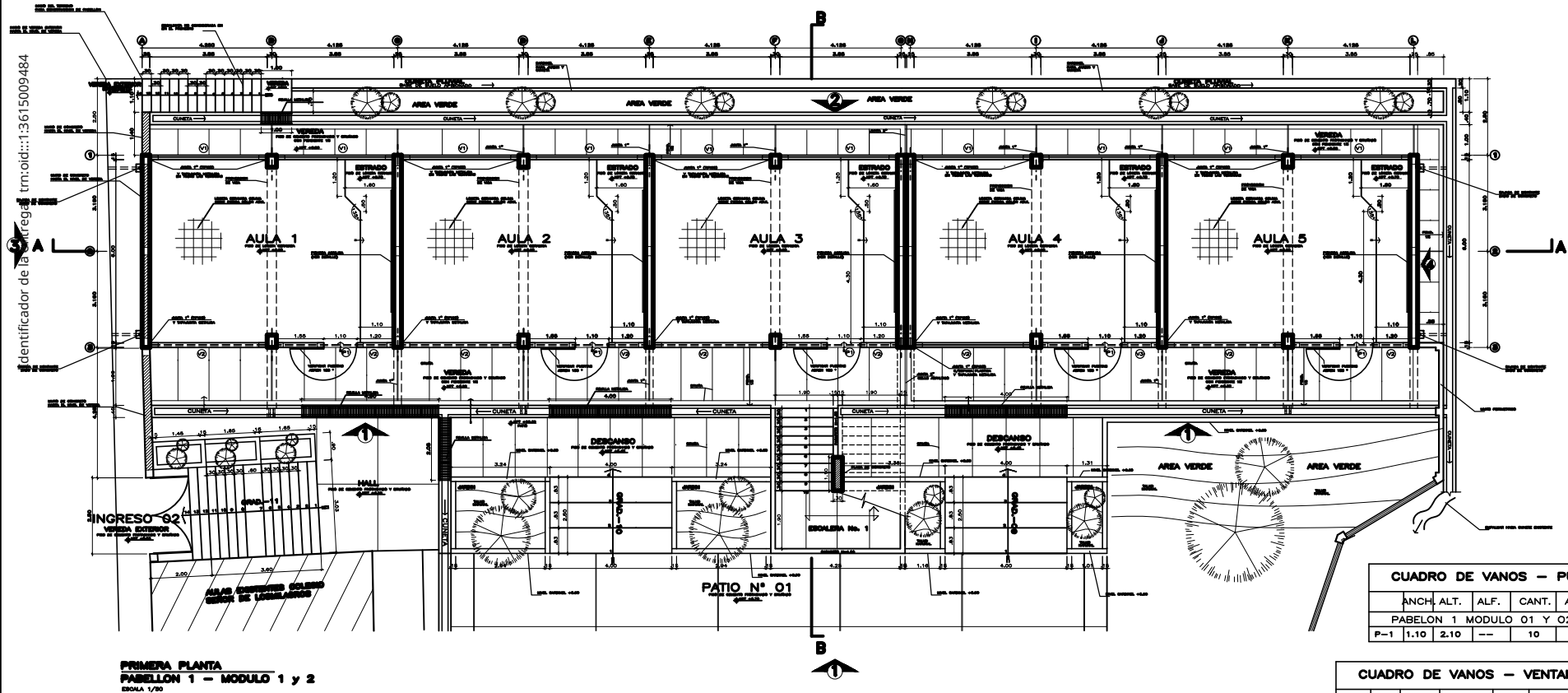
ANEXO N° 09

Planos de Cimentación Modulo I y II



ANEXO N° 09

Planos de Arquitectura Modulo I y II



CUADRO DE VANOS - VENTANAS					
ANCH.	ALT.	ALF.	CANT.	AMB.	TIPO
V-1	3.85	1.45	1.30 - 1.40	20	AULAS FIERRO
V-2	3.85	0.65	2.10	10	AULAS FIERRO
V-3	3.85	0.75	2.10	10	AULAS FIERRO

