

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESCUELA DE
EDUCACIÓN SUPERIOR “VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE”
EMPLEANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
(PUSHOVER), 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

**Autores: Est. Heistin Rubiany Tenorio Díaz
Est. May Jordano Venegas Nicolas**

**Asesores: Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderon
Dr. José Luis Piedra Tineo**

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ, Setiembre de 2025

Heistin Rubiany Tenorio Díaz May Jordano Venegas...

NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR “VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE” EMPL...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3355875848

124 páginas

Fecha de entrega

29 sep 2025, 12:44 p.m. GMT-5

17.276 palabras

Fecha de descarga

29 sep 2025, 12:52 p.m. GMT-5



91.937 caracteres

Nombre del archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_HEISTIN_MAY_2.pdf

Tamaño del archivo

7.9 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN


Dr. Wagner Colmanares Mayanga
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería




10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  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.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN


Dr. Wagner Colmenares Mayanga
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 06 de octubre del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Erick Mac Key Delgado Bazan

Secretario : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea

Vocal : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VÍCTOR ANDÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER), 2024, presentado por los estudiantes: Heistin Rubliany Tenorio Díaz y May Jordano Venegas Nicolas de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

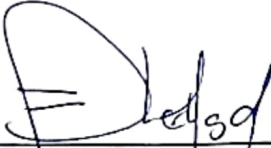
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

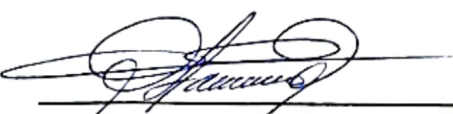
(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría


Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 13:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dr. Erick Mac Key Delgado Bazan
Presidente


Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Secretario


Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Vocal

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Heistin Rubiany Tenorio Díaz, egresado de la carrera Profesional de ingeniería civil la Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 71742171.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

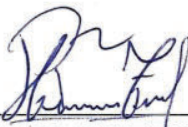
“NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR “VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE” EMPLEANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER), 2024”.

Asesorado por el Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderon y el Dr. José Luis Piedra Tineo El mismo que presento para optar; el Título Profesional de ingeniero civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, día, mes y año.



HEISTIN RUBIANY TENORIO DÍAZ

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Descripción de la realidad Problemática.....	8
1.2. Justificación	9
1.3. Hipótesis	10
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1. Objetivos generales.....	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. Antecedentes de la investigación	11
1.5.1. Internacionales	11
1.5.2. Nacionales	13
1.5.3. Regional y/o Local	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	17
2.1. Descripción del bloque a estudiar	17
2.2. Ubicación de la estructura en estudio	17
2.3. Población, muestra y muestreo	18
2.3.1. Población	18
2.3.2. Muestra	18
2.3.3. Muestreo	18
2.3.4. Variables de estudio	18
2.4. Método	18
2.5. Técnicas e instrumentos.....	19
2.6. Análisis de datos	20
2.6.1. Modelado del bloque	20

2.6.2. Análisis sísmico estático.....	28
2.6.3. Análisis sísmico dinámico.....	29
2.6.4. AENL - PUSHOVER.....	32
III. RESULTADOS	40
3.1. Determinación de las derivas máximas mediante la norma E.030-2018.....	40
3.2. Generación de la curva de capacidad de la estructura mediante la metodología Pushover	43
3.3. Establecer el punto de desempeño sísmico mediante la Norma ASCE 41-13.....	44
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones	52
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
AGRADECIMIENTO.....	56
DEDICATORIA.....	57
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los parámetros sísmicos en la edificación	28
Tabla 2. Modos de vibración de la estructura.....	29
Tabla 3. Fuerza cortante mínima	32
Tabla 4. Distorsiones de entrepiso en el eje X.....	40
Tabla 5. Distorsiones de entrepiso en el eje Y.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista 3D de la estructura a estudiar.....	17
Figura 2. Definicion concreto $f'_c=233$ kg/cm ²	20
Figura 3. Definicion acero $f_y=4200$ kg/cm ²	21
Figura 4. Definicion de la losa aligerada	22
Figura 5. Definicion de vigas y columnas	23
Figura 6. Caracteristicas de la columna C-1 (55x35)	24
Figura 7. Acero en la VP (35x65) en el 1 y 2 nivel	25
Figura 8. Acero en la VS (25x20) en el 1 y 2 nivel	25
Figura 9. Vista en planta del de la edificacion (1 nivel)	26
Figura 10. Vista en planta del de la edificacion (2 nivel)	27
Figura 11. Espectro de diseño X-X.....	30
Figura 12. Espectro de diseño Y-Y.....	31
Figura 13. Concreto - parametros no lineales	33
Figura 14. Modelo de Park, para la no linealidad del acero	34
Figura 15. Vigas con asignación de rótulas plásticas	35
Figura 16. Columnas con asignación de rótulas plásticas	36
Figura 17. Definición de la carga gravitacional no lineal.....	37
Figura 18. Definición del Pushover X	38
Figura 19. Definición del Pushover Y	39
Figura 20. Distorsiones en la direccion X.....	41
Figura 21. Distorsiones en la direccion Y.....	42
Figura 22. Curva capacidad eje X.....	43
Figura 23. Curva capacidad eje Y.....	44
Figura 24. Punto de desempeño eje X	45
Figura 25. Punto de desempeño eje Y	46

RESUMEN

La presente investigación tuvo con fin determinar el desempeño sísmico de la Escuela de Educación Superior “Víctor Andrés Belaunde” empleando el análisis estático no lineal (Pushover). La investigación fue no experimental, de diseño cuantitativa con alcance aplicativa – evaluativa, teniendo un enfoque deductivo.

Entre los resultados, se determinó que en la dirección X su máxima deriva estuvo en el primer nivel con un valor de 0.0074 y en la dirección Y su máxima deriva estuvo en el segundo nivel con un valor de 0.02102, el cual es superior al 0.007; la máxima capacidad de la estructura a resistir en la dirección X es de 85.98 tonf y en la dirección en Y es 37.02 tonf; el punto de desempeño de la estructura en la dirección X tiene un desplazamiento de 0.03911 m y un cortante máximo de 85.98 tonf; así mismo en la dirección Y se tiene un desplazamiento de 0.007384 m y un cortante máximo de 58.58 tonf. Se concluye que la estructura no resistiría ante un sismo severo, debido a que el punto de desempeño se encuentra fuera del rango operacional.

Palabras claves: Análisis estático no lineal, Desempeño sísmico y Pushover

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the seismic performance of the School of Higher Education “Victor Andres Belaunde” using nonlinear static analysis (Pushover). The research was non-experimental, of quantitative design with an applicative-evaluative scope, having an inductive approach.

Among the results, it was determined that in the X direction its maximum drift was at the first level with a value of 0.0074 and in the Y direction its maximum drift was at the second level with a value of 0.02102, which is higher than 0.007; the maximum capacity of the structure to resist in the X direction is 85.98 tonf and in the Y direction it is 37.02 tonf. 02 tonf; the performance point of the structure in the X direction has a displacement of 0.03911 m and a maximum shear of 85.98 tonf; likewise in the Y direction there is a displacement of 0.007384 m and a maximum shear of 58.58 tonf. It is concluded that the structure would not resist a severe earthquake, because the performance point is out of the operational range.

Keywords: Nonlinear Static Analysis, Seismic and Pushover Performance

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad Problemática

A nivel internacional, El terremoto de Kobe (1995, Japón) de magnitud 6.9, profundidad 17 km, dejó 100 mil millones de dólares de pérdidas en: colapsos de edificios, puentes y vidas humanas; este sismo revelo la necesidad de mejorar el desempeño sísmico en las estructuras (Building Center of Japan, 1995). El terremoto de Maule (2010, Chile) de magnitud de 8.8, profundidad 35 km, la cual dejó 30 mil millones de dólares de pérdidas en: colapsos de edificios, puentes y vidas humanas; este sismo revelo la necesidad de reforzar las edificaciones antiguas y mejorar las infraestructuras críticas, Chile tiene uno de los códigos de construcción sismorresistentes más avanzando del mundo y mostro un buen desempeño sísmico en muchas estructuras modernas (Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2010). El uso del análisis estático no lineal (Pushover) se ha convertido en una práctica estándar para evaluar el desempeño sísmico de las estructuras a nivel internacional.

A nivel nacional, nuestro país está situado en una zona con alto riesgo sísmico que ha experimentado terremotos y tsunamis de gran magnitud a lo largo de su historia, el terremoto de Ancash (1970, Perú) de magnitud 7.9, profundidad 64 km, dejó más de 70 mil muertes, 20 mil desaparecidos y 250 mil heridos; este terremoto fue una de las mayores tragedias en la historia del Perú, el sismo libero una energía equivalente a la que habrían liberado 27 mil bombas atómicas y por la ubicación del epicentro ocurrió debajo de la ciudad de Chimbote (Instituto Geofísico del Perú, 2020). Al hablar de sismos implica referirse a los numerosos eventos sísmicos a los que nuestro país es vulnerable, así como imaginar la gran catástrofe que dejaría un sismo de magnitud moderada. Por esta razón, es crucial construir edificaciones con respuestas estructurales óptimas ante sismos, cumpliendo con los conceptos fundamentales de ingeniería estructural (Llanos et al., 2020).

A nivel regional, Cajamarca se encuentra en una zona sísmica debido a su ubicación en la zona de deslizamiento entre las placas de Nazca y Sudamericana. Desde la década de 1970, se han registrado varios terremotos importantes en la región. En particular, en 2005, un terremoto de magnitud 7,5 afectó la zona, causando 70 muertes y destruyendo numerosos edificios y estructuras (Bazán, 2007). El 10 de agosto de 2019, un terremoto de magnitud 4.1 y una profundidad de 26 km en el norte de la región causó

devastación y la destrucción de miles de viviendas, así como pérdidas económicas significativas. Actualmente nuestra región, sigue siendo una zona sísmicamente activa, con múltiples movimientos sísmicos registrados cada año. Existe la posibilidad de que ocurra un sismo de magnitud moderada, que podría hipotéticamente destruir miles de viviendas y causar pérdidas de vidas humanas. (Instituto Geofísico del Perú, 2021).

A nivel local, Jaén está ubicado en la zona sísmica 2, según la Norma Técnica Peruana E.030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones; y teniendo en cuenta que las estructuras esenciales soportan carga viva y muerta de gran magnitud, ante ello, el incumplimiento de las normas nacionales (Norma E.030-Diseño Sismorresistente) e internacionales como FEMA 440 (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias), ASCE 41-13 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles), ATC-40 (Consejo de Tecnología Aplicada), Comité Visión 2000, SEAOC (Asociación de Ingenieros Estructurales de California), entre otros; frente al comportamiento sísmico de las edificaciones, existe la posibilidad de que la Escuela de Educación Pedagógica Pública (EESPP) Víctor Andrés Belaunde – Jaén, aplicando la metodología del análisis estático no lineal (PUSHOVER) no cumpla con un buen desempeño sísmico, lo que podría provocar pérdidas humanas y económicas significativas.

Por lo anterior, es conveniente analizar el desempeño sísmico del EESPP Víctor Andrés Belaunde – Jaén, considerando las Normas Internacionales correspondientes para su análisis.

1.1.1. Planteamiento del Problema

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública mediante el análisis estático no lineal (Pushover), 2024?

1.2. Justificación

La presente investigación se justifica científicamente porque no existe antecedentes de evaluaciones del desempeño sísmico a la EESPP Víctor Andrés Belaunde, esto servirá para que los futuros investigadores tomen los datos necesarios para que puedan emplearlo en sus investigaciones referente al desempeño sísmico de la estructura, debido a que la investigación va a permitir encontrar los puntos críticos de la estructura y poder recomendar alguna medida de protección sísmica.

La presente investigación se justifica económicamente porque busca la reducción del costo de reparación y reconstrucción, es decir, la implementación de medidas de refuerzo puede reducir los daños estructurales durante un evento sísmico con lo cual conllevaría a menores costos de reparación y evitar la necesidad de una reparación completa; asimismo la investigación se realiza para verificar si es necesario utilizar un sistema de protección estructural sencillo y económico para reducir la vulnerabilidad sísmica de los edificios, en especial esta estructura esencial.

Y su justificación es técnicamente porque nuestra Norma Técnica Peruana E030-2018 – Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones no aplica la metodología del análisis estático no lineal – Pushover, para poder encontrar el punto de desempeño sísmico. Esto servirá para que futuros profesionales dedicados a la rama sismorresistente, al momento de diseñar estructuras importantes, esenciales y comunes, lo analicen por esta metodología Pushover para encontrar resultados más óptimos y seguros.

1.3. Hipótesis

El nivel de desempeño sísmico de la EESPP Víctor Andrés Belaunde, mediante el análisis estático no lineal (Pushover), es operacional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

Determinar el nivel de desempeño sísmico de la Escuela de Educación Superior “Víctor Andrés Belaunde” empleando el análisis estático no lineal (Pushover), 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las derivas máximas mediante la norma E.030-2018.
- Generar la curva de capacidad de la estructura mediante la metodología Pushover.
- Establecer el punto de desempeño sísmico mediante la Norma ASCE 41-13.

1.5. Antecedentes de la investigación

1.5.1. Internacionales

Según Mola y Po-Chien (2022) en su investigación tuvo como objetivo el diseño basado en el comportamiento de las estructuras de los edificios resistentes a momentos. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 356, FEMA 273 y ATC-40, empleando el Pushover. Entre sus resultados tiene que los procedimientos ELF (fuerza lateral equivalente) subestimarían las derivas entre pisos de los pisos por encima de la altura media entre 25% y 75%, lo cual se incrementaría con la altura del edificio. Los procedimientos SRSS (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados) también subestimarían las derivas entre plantas por encima de la altura media, aunque se reducirían entre un 15% y un 25%, mientras que la sobreestimación de las derivas entre plantas en los pisos inferiores se ampliaría hasta aproximadamente un 25%. Concluye que generalmente subestiman significativamente las derivas entre pisos desde la altura media hasta los pisos superiores de los edificios.

Según Chamaza y Córdoba (2022) en su investigación tuvo como objetivo comparar en las edificaciones regulares de concreto el comportamiento estructural con el análisis estático no lineal, con el uso de normas internacionales como la ecuatoriana, colombiana, peruana y chilena. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 356 y ASCE 41-13, empleando el Pushover, haciendo uso del programa ETABS. Entre sus resultados se tuvo que el análisis estático no lineal se tiene que: el edificio 1 tiene un cortante basal máximo en la dirección X de 14,335.87 kN mediante la normativa NEC y en la dirección Y con el uso de la normativa NEC un valor de 14,369.39 kN; el edificio 2 tiene un cortante basal máximo en la dirección X de 30,111.92 kN mediante la normativa RNE y en la dirección Y con el uso de la normativa NSR-10 un valor de 36,609.27 kN. Concluye que, hay varios resultados similares en la evaluación de las edificaciones con distintas normas internacionales.

Según Ortega (2022) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el punto de desempeño de la edificación, aplicando análisis estático no lineal con disipadores de energía. Se empleó la metodología basada en los procedimientos establecidos por el FEMA 440 y ASCE 41-13, empleando el Pushover, haciendo uso del programa ETABS versión 19. Los resultados indican que, para el sismo de diseño, con disipadores el desplazamiento de la edificación fue de 25.167 cm, mientras que el aumento en la estructura normal fue de 26.64 cm. Además, se señala que, de acuerdo con la NEC – 15,

a mayor peso de un edificio, mayor será la fuerza que se genere. En el caso del sismo de diseño, el edificio convencional presenta un cortante de 1296.2 tonf, mientras que el edificio con disipador ADAS alcanza los 1590.17 tonf. Para el sismo máximo, el cortante del edificio convencional es de 1377.84 tonf, en comparación con los 1846.88 tonf del edificio con disipador ADAS. Concluye que, al colocar disipadores de energía, mejora el comportamiento estructural.

Según Flores (2021) en su investigación tuvo como objetivo aplicar el análisis estático no lineal para poder evaluar el punto de desempeño, en base a la norma boliviana. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el ASCE 41-13, y FEMA 440 empleando el Pushover, haciendo uso del programa ETABS V18 y SAP2000 V22. Entre sus resultados muestran que, para el sismo de servicio con un factor de 8.25 en el eje X y de 3.09 en el eje Y, tiene una aceleración de 4.905 m/s². En el caso del sismo de diseño, con un factor de 12.55 en el eje X, mientras que en el eje Y no se considera un valor debido al colapso de la curva, la aceleración de gravedad asciende a 9.81 m/s². Por último, para el sismo máximo, la con un factor de 16.16 en el eje X, y en el eje Y, la curva también colapsó, por lo que no se puede asignar un valor, tiene una aceleración de gravedad es de 12.753 m/s². Concluyó que la norma boliviana, aplicando el factor de comportamiento, la resistencia que tienen las estructuras de hormigón, tienen buen comportamiento sísmico.

Según Viera et al. (2020) en su estudio tuvo como objetivo aplicar las normas internacionales como la ecuatoriana, colombiana y peruana mediante el análisis estático no lineal de edificaciones aporricados de hormigón armado. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 440, empleando el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso del programa SAP2000. Entre sus resultados establece que la NEC-15 tiene que la distorsión para cualquier nivel no debe exceder los límites permisibles del 2 por ciento mientras la NSR-10 dispone un límite del 1 por ciento para estructuras de hormigón y según el RNE del Perú es más riguroso con la deriva permitida, debido a que establece un valor permisible del 0.7%, por lo cual las estructuras serían rígidas. Concluye que, a través del análisis estático no lineal utilizando el método de zonas plásticas y conforme a la norma colombiana, las edificaciones mostraron un rendimiento óptimo en el contexto del análisis comparativo

Según Mejía y Rivera (2020), En su estudio tuvo como objetivo llevar a cabo un Análisis estático no lineal de una estructura de varios niveles utilizando la metodología

de control de desplazamientos. Para este propósito, se empleó el enfoque del control de desplazamientos y se utilizó el software Opensees para simular el comportamiento de los sistemas estructurales. Como resultado de esta simulación, se evidencia que la adición de resortes rotacionales en los puntos de fluencia de los elementos afecta no solo la disposición de rótulas plásticas en las vigas, sino también su unión con las columnas. Concluyo que el análisis estático no lineal es una herramienta efectiva para obtener la curva de capacidad de un edificio, con ciertas excepciones señaladas en el FEMA 440.

1.5.2. Nacionales

Según Alcántara y Guerrero (2024), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo emplear el enfoque de análisis pushover de un edificio de 8 niveles de concreto para una residencia multifamiliar. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 440 y Comité Visión 2000, empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS versión 19. Los resultados obtenidos indicaron que tiene una cortante de 654 ton y un desplazamiento de 32.80 cm en el eje X y una cortante de 750 ton y un desplazamiento de 8.90 cm en el eje Y; tuvo un desempeño sísmico con un cortante de 431.35 tonf. con un desplazamiento de 0.088 m. en la dirección en X y un cortante de 626.20 tonf. con un desplazamiento de 0.049 m. en la dirección en Y. Concluye, que el sistema estructural predominante es de muros estructurales y el nivel de rendimiento sísmico de la estructura se encuentra en el rango funcional y resguardo de vida, según su matriz de desempeño.

Afirma Condori y Vilca (2022) en su investigación tuvo como objetivo analizar el desempeño sísmico de la IE N^a 40230 San Antonio del Pedregal, aplicando el análisis estático no lineal (Pushover). La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 440 y VISION 2000 empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS-V19. Entre los resultados tuvo que en el bloque 1 para un sismo raro en el eje X tiene cortante basal de 206.06 tonf y una distorsión de 3.58 cm y en el eje Y se tiene cortante basal de 249.23 tonf y una distorsión de 1.69 cm; en el bloque 2 para un sismo raro en el eje X tiene cortante basal de 114.99 tonf y una distorsión de 4.02 cm y en el eje Y se tiene una cortante de 159.02 tonf y una distorsión de 0.55 cm. Concluye, que con el bloque 1 para un sismo raro, la estructura se encuentra dentro del rango de protección de vida y en el bloque 2 para un sismo raro la estructura se encuentra dentro del rango de protección de vida.

De acuerdo con Huamani (2021), en su investigación tuvo como objetivo examinar las diferencias entre el método de los coeficientes de desplazamiento y el método de espectro capacidad. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 440 y ASCE 41-13, empleando el análisis estático no lineal Pushover haciendo uso del programa ETABS versión 19. Los resultados obtenidos mostraron que, al aplicar el espectro de capacidad para un sismo de diseño, se registró una distorsión de 2.079 cm y una cortante de 611.294 tonf en el eje X, así como una distorsión de 0.223 cm y una cortante de 700.753 tonf en el Y. Por otro lado, utilizando el método de los coeficientes, se obtuvo una distorsión de 2.926 cm y una cortante de 699.973 tonf en el eje X, y una distorsión de 0.296 cm con una cortante de 754.514 tonf en el eje Y. Concluye que el nivel de rendimiento sísmico de la estructura se encuentra en el rango operacional.

Afirma Cahuana y Ccaso (2021) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el desempeño estructural en la ciudad de Tacna, este estudio se realizó en la comisaria tipo C en la asociación de 28 de agosto. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el ASCE 41-13, ATC-40 y Comité Visión 2000, empleando el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso del programa ETABS versión 19. Como resultados tuvo que en el sentido X, se tiene un desplazamiento de 0.154 m y una cortante de 488,014.84 kgf, la estructura entra en fluencia cuando hay un desplazamiento de 0.042 m y fuerza cortante de 411,255.66 kgf y en el sentido Y se tiene un desplazamiento 0.082 m y una cortante de 425,582.07 kgf, la estructura entra en fluencia cuando hay un desplazamiento de 0.027 m y fuerza cortante de 345,081.37 kgf. Concluye el 34% representa un sismo frecuente de un sismo raro, 50% representa un sismo ocasional de un sismo raro y un 130% representa un sismo muy raro de un sismo raro.

De acuerdo con Chiscoll y Cieza (2020), En su estudio tuvo como objetivo analizar el rendimiento sísmico bajo el análisis estático no lineal de una edificación de 10 pisos. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el ASCE 41-13 y ATC-40, empleando el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso del programa ETABS versión 18. Los resultados obtenidos indicaron que las derivas máximas son de 0.00128 a 0.0028 en el eje X y de 0.0015 hasta 0.00338 en el eje Y con periodos de retorno de 72 y 475 años simultáneamente, que la curva capacidad al 90% representa 40458.55 tn-cm en la dirección en X y 90039.3008 tn-cm en la dirección en Y. Concluye

que la estructura cumple con el objetivo establecido, ya que la estructura tiene un desempeño sísmico operacional y de ocupación inmediata para un sismo de servicio, y para un sismo de diseño la estructura tiene un desempeño sísmico de ocupación inmediata y de seguridad de vida.

1.5.3. Regional y/o Local

Según Julca (2023), en su investigación tuvo como objetivo alcanzar la evaluación del nivel de desempeño estructural de un bloque de la institución educativa Fe y Alegría N^a 22 San Luis Gonzaga - Jaén. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el ASCE 41-13, empleando el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso del programa SAP2000 versión 23. Los resultados en la dirección X: sismo moderado tiene un cortante de 149.461 tpmf y un desplazamiento de 29 mm, para un sismo raro tiene un cortante de 200.01 tpmf y un desplazamiento de 70 mm, para un sismo muy raro tiene un cortante de 180.19 tpmf y un desplazamiento de 47 mm; en la dirección Y: sismo moderado tiene un cortante de 181.84 tpmf y un desplazamiento de 12 mm, para un sismo raro tiene un cortante de 215.87 tpmf y un desplazamiento de 17 mm, para un sismo muy raro tiene un cortante de 260.33 tpmf y un desplazamiento de 22 mm. A partir de esto, concluyo que para un sismo moderado su desempeño sísmico es de ocupación inmediata.

Afirma Fernández (2022) en su investigación tuvo como objeto evaluar el desempeño sísmico de pabellón de ingeniería civil de la UNACH mediante el método no lineal estático pushover. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el FEMA 440 y ATC-40 empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS-V18. Los resultados para un sismo máximo, el punto de desempeño, para el módulo I tiene 253.42 tonf de cortante y 138.50 mm de desplazamiento, módulo II tiene 1,101.42 tonf de cortante y 142.60 mm de desplazamiento, módulo III tiene 257.09 tonf de cortante y 136.60 mm de desplazamiento, módulo IV tiene 103.32 tonf de cortante y 48.80 mm de desplazamiento y el módulo V tiene 267.32 tonf de cortante y 13.73 mm de desplazamiento. Concluye que, los módulos I, II y III solo son óptimos ante sismo de servicio y sismo de diseño y los módulos IV y VI cumplen con el desempeño sísmico.

Afirma Linares (2022) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo aplicar el método Estático No Lineal Pushover para analizar el comportamiento sísmico de un edificio de 3 pisos. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos

por el ATC-40 empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS-V20. Entre los resultados se tiene 65% para el modo 1, 86% para el modo 2 y en la dirección Z es de 60%, por lo cual no llega al 90% de la masa participativa; las derivas en el sentido Y para el nivel 1 es de 0.03798 con un desplazamiento de 189.90 mm, nivel 2 es de 0.03986 con un desplazamiento de 118.80 mm y el nivel 3 es de 0.025127 con un desplazamiento de 75.40 mm, haciendo un total de 384.039 mm de desplazamiento. Concluyó que, para un sismo raro, el desempeño sísmico, se encuentra en cercano o próximo al colapso, así mismo recomienda el reforzamiento de los elementos estructurales.

Afirma Fustamante (2021) en su investigación tuvo como objetivo evaluar cual es el nivel de desempeño en una edificación de 11 niveles en la ciudad de Chota. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el ATC-40 empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS-V18. Los resultados en la dirección X: en un sismo de servicio tiene un cortante de 253.79 tpf y un desplazamiento de 8.856 cm, para un sismo de diseño tanto para la cortante y desplazamiento N.I (no intercepta); en la dirección Y: en un sismo de servicio tiene un cortante de 418.36 tpf y un desplazamiento de 5.147 cm, para un sismo de diseño tiene un cortante de 485.15 tpf y un desplazamiento de 6.35 cm. Concluye que la que la edificación no alcanza los objetivos establecidos para el sismo de servicio y el sismo de diseño. Además, en el caso de un sismo máximo, la estructura sufriría un colapso, ya que las fallas se originan en las vigas y posteriormente se extienden a las columnas.

Según Saldaña (2020), En su investigación tuvo como objetivo evaluar el nivel de desempeño estructural en las viviendas de la ciudad de Cajamarca entre 2017 – 2018. La metodología empleada se basó en los procedimientos establecidos por el Comité Visión 2000 y FEMA 440 empleando el PUSHOVER, haciendo uso del programa ETABS-V17. Los resultados para un sismo de diseño, tiene una capacidad, para la vivienda 01 tiene 104.017 tonf de cortante y 9.86 cm de desplazamiento, vivienda 02 tiene 825.54 tonf de cortante y 15.096 cm de desplazamiento, vivienda 03 tiene 327.73 tonf de cortante y 4.93 cm de desplazamiento, vivienda 04 tiene 134.14 tonf de cortante y 8.61 cm de desplazamiento y la vivienda 05 tiene 385.61 tonf de cortante y 29.59 cm de desplazamiento. Concluye que es muy deficiente el nivel de desempeño sísmico para sismos raros y muy raros, por lo tanto, no cumplen con el desempeño estructural propuesto por Visión 2000.

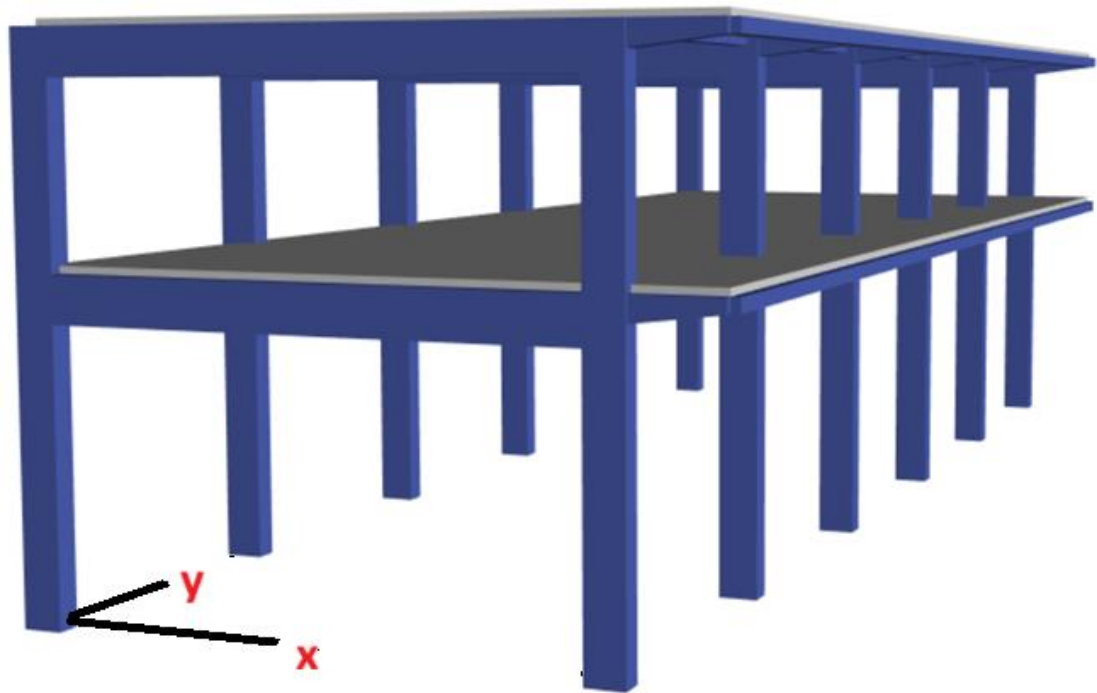
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción del bloque a estudiar

El bloque a estudiar de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública presenta 2 niveles: en el primer nivel está el auditorio general con una altura de 4.67m y el segundo nivel está conformado por aulas, laboratorio y servicios higiénicos, con 3.17 m de altura; tiene un área 206.55 m² por cada nivel construido, tiene un sistema estructural de pórticos en ambos sentidos X e Y.

Figura 1

Vista 3D de la estructura a estudiar



Nota: Se aprecia el bloque que se está investigando, conformado el auditorio en el primer nivel y aulas, laboratorio y servicios higiénicos en el segundo nivel.

2.2. Ubicación de la estructura en estudio

La presente investigación ha sido realizada en el distrito Jaén, Cajamarca, en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Víctor Andrés Belaunde”.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Hernández (2014), la población se define como el conjunto de todos los casos que comparten ciertas características específicas para la selección de la muestra. La población de nuestra investigación está establecida por la edificación del Escuela de Educación Superior Pedagógica Publica “Víctor Andrés Belaunde”

2.3.2. Muestra

Hernández (2014), la muestra es un subgrupo de la población en que se llevara a cabo la investigación. La muestra nuestra investigación está establecida por un bloque de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Publica “Víctor Andrés Belaunde”.

2.3.3. Muestreo

El muestreo a utilizar será no probabilístico por conveniencia, que según Otzen & Manterola (2017) como aquel muestreo que “posibilita elegir casos característicos de una población restringiendo la muestra solo a estos casos”. En tal sentido se seleccionará un boque de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Publica “Víctor Andrés Belaunde”, debido a que tiene características que lo diferencian del otro bloque, tales como el número de niveles y área, lo cual ocasiona modificaciones en las dimensiones de sus elementos estructurales; siendo estos aspectos convenientes y favorables para cumplir los objetivos de la investigación.

2.3.4. Variables de estudio

Según Monje (2011), señala que las variables son características de un objeto de estudio dentro de una realidad específica. Una variable se considera independiente cuando se centra en el problema de investigación, mientras que es dependiente cuando está relacionada con la explicación y el análisis del problema.

Variable Independiente: Análisis estático no lineal (Pushover)

Variable Dependiente: Desempeño sísmico.

2.4. Método

Según Suarez (2024), indica que la investigación inductiva tiene por objeto la observación de hechos particulares para llegar a una generalización. Nuestra

investigación será inductiva porque se realizará un análisis e identificación de los bloques estructurales que conforma la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Víctor Andrés Belaunde”, a fin de determinar con cual vamos a trabajar en nuestra investigación. Así mismo será una investigación deductiva porque se basa en la lógica y en demostrar una teoría o hipótesis, mediante la aprobación de una validez (Suarez, 2024), nuestra investigación es de tipo deductiva porque vamos a probar que el desempeño sísmico de la estructura está en el rango operacional.

Se empleo una investigación no experimental, de diseño cuantitativa, con alcance aplicativa – evaluativa. No experimental debido a que los datos se tomarán de la realidad, para después analizarlos; cuantitativa puesto que los datos se recopilarán y analizarán por medio de un modelado matemático; aplicativa-evaluativa, en función a que se buscará dar solución a un problema a través de conocimiento e información previa midiendo la eficiencia de los resultados, en cuanto a los objetivos planteados.

2.5. Técnicas e instrumentos

En la investigación se utilizó la técnica de observación documental; la observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación, donde el investigador puede obtener el mayor número de datos (Diaz, 2011). En nuestra investigación se realizó una visita in situ para realizar el diagnostico actual y registrar la información necesaria.

La técnica de recolección de datos de esta investigación se basará en la información que se obtendrá del expediente técnico para identificar el tipo de sistema y elementos estructurales que conforman la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Víctor Andrés Belaunde”, además se revisó la bibliografía necesaria que se alineen al tema de estudio. Así mismo se va a utilizar el Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas Internacionales y trabajos de investigación relacionadas al desempeño sísmico de edificaciones.

Como instrumento se utilizó el programa ETABS V22.3.0 para analizar el desempeño sísmico de la edificación en estudio, donde se realizará el modelamiento para el cálculo de las derivas, curva de capacidad y punto de desempeño. Así mismo se utilizó los planos arquitectónicas y estructurales del expediente técnico, las normas nacionales E.020, E.030 y E.060; y la norma internacional ASCE 41-13 para la ubicación del punto de desempeño y la ASCE 41-17 para el criterio de ubicación de las rotulas plásticas.

2.6. Análisis de datos

Para realizar el análisis de datos, se va a realizar mediante el programa Etabs V22.3.0, en el cual se va aplicar la metodología del análisis estático no lineal (Pushover), donde vamos a encontrar la curva capacidad de la estructura. Así mismo para poder encontrar la curva de desempeño, vamos aplicar la norma internacional ASCE 41-13 y nuestra norma peruana E.030 – Diseño Sismorresistente, encontrando el espectro capacidad de la estructura, donde finalmente se verifica el nivel de daño que se encuentra la Escuela de Educación Superior Pedagógica Publica “Víctor Andrés Belaunde.

2.6.1. Modelado del bloque

Se definió los materiales a utilizar en el software ETABS, se ingresó las secciones de columnas, viga y losa aligerada, con sus respectivos aceros de acuerdo a los planos estructurales de la estructura.

Figura 2

Definición concreto $f'c=233 \text{ kg/cm}^2$

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS software. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:**
 - Material Name: CONCRETO FC= 233 KG/CM2
 - Material Type: Concrete (dropdown menu)
 - Directional Symmetry Type: Isotropic (dropdown menu)
 - Material Display Color: A pink color swatch with a 'Change...' button.
 - Material Notes: A 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight and Mass:**
 - Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and '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: 2289650.63 tonf/m²
 - Poisson's Ratio, U: 0.15
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 995500.27 tonf/m²
- Design Property Data:**
 - A 'Modify/Show Material Property Design Data...' button.
- Advanced Material Property Data:**
 - Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'.

Nota: Se define las propiedades del concreto, con su volumen del concreto en tonf/m³, el módulo de elasticidad en tonf/m² y el módulo de Poisson.

Figura 3

Definición acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

General Data

Material Name: ACERO FY= 4200 KG/CM2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

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

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

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

Nota: Se define las propiedades del acero, con su volumen del acero en tonf/m³ y el módulo de elasticidad en tonf/m²

Figura 4

Definición de la losa aligerada

The image shows a software dialog box titled "Slab Property Data". It is divided into two main sections: "General Data" and "Property Data".

General Data:

- Property Name: ALIGERADO
- Slab Material: CONCRETO F'C= 233 KG/CM2
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Membrane
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: Yellow (Change...)
- Property Notes: Modify/Show...
- Use Special One-Way Load Distribution

Property Data:

- Type: Ribbed
- Overall Depth: 0.2 m
- Slab Thickness: 0.05 m
- Stem Width at Top: 0.1 m
- Stem Width at Bottom: 0.1 m
- Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m
- Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

Buttons: OK, Cancel

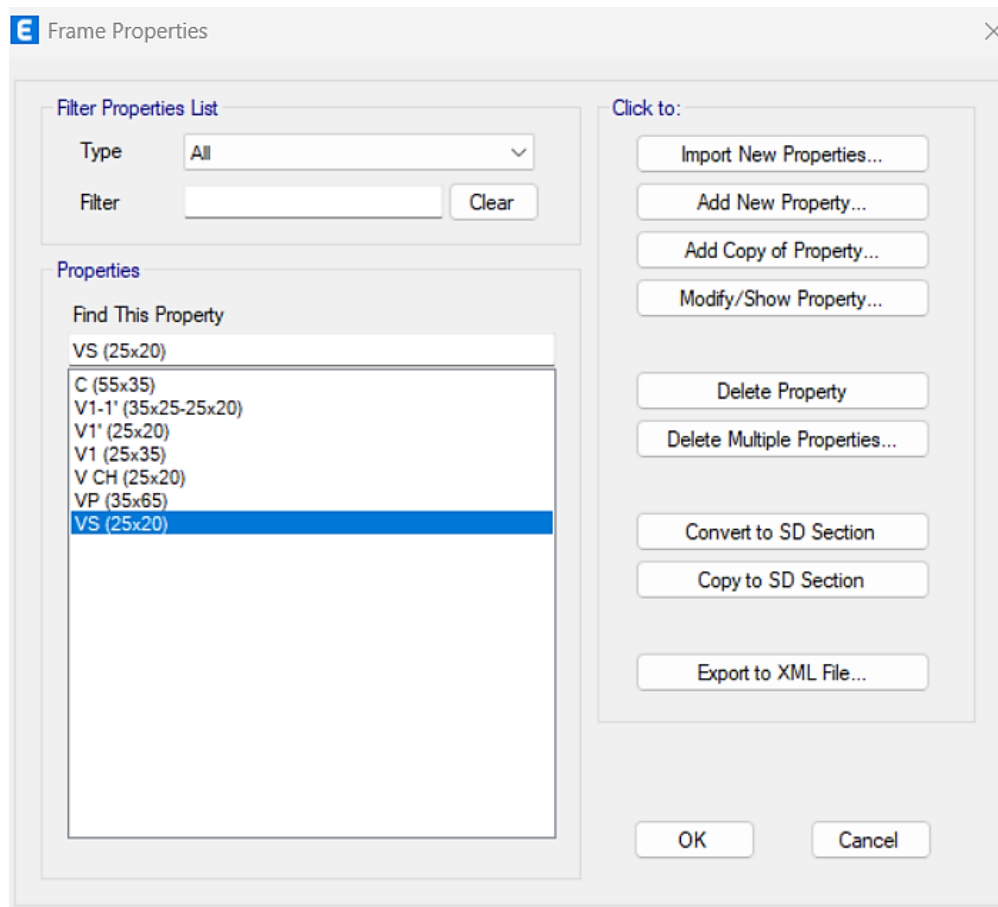
Nota: Se define las propiedades de la losa aligerada con un espesor de 20 cm, de acuerdo a los planos estructurales de la edificación.

Metrado de CM, CV, para ser colocado en la losa aligerada

CARGAS PARA COLOCAR AL ETABS				
CARGA MUERTA	285	kg/m ²	0.29	tonf/m ²
CARGA VIVA	300	kg/m ²	0.30	tonf/m ²
CARGA VIVA DE TECHO	100	kg/m ²	0.10	tonf/m ²
CARGA MUERTA TECHO	165	kg/m ²	0.17	tonf/m ²

Figura 5

Definición de las vigas y columnas



Nota: Se define las secciones de las vigas y columnas, según los planos estructurales de la edificación.

Figura 6

Características de la columna C-1 (55x35)

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ACERO FY= 4200 KG/CM2

Confinement Bars (Ties): ACERO FY= 4200 KG/CM2

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spirals

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 3

Longitudinal Bar Size and Area: #5 2 cm²

Comer Bar Size and Area: #5 2 cm²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: #3 0.71 cm²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 15 cm

Number of Confinement Bars in 3-dir: 2

Number of Confinement Bars in 2-dir: 2

OK Cancel

Nota: Se aprecia la colocación del acero en la columna C-1, son 8 varillas de 5/8", todas las columnas tienen la misma cantidad de acero, del primer y segundo nivel de la edificación.

Figura 7

Acero en la VP (35x65) en el 1 y 2 nivel

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ACERO FY= 4200 KG/CM2

Confinement Bars (Ties): ACERO FY= 4200 KG/CM2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 9 cm

Bottom Bars: 9 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 14.49 cm²

Top Bars at J-End: 12.5 cm²

Bottom Bars at I-End: 14.49 cm²

Bottom Bars at J-End: 12.5 cm²

OK Cancel

Nota: Se aprecia la colocación del acero en la viga principal VP (35x65), del primer y segundo nivel de la edificación.

Figura 8

Acero en la VS (25x20) en el 1 y 2 nivel

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ACERO FY= 4200 KG/CM2

Confinement Bars (Ties): ACERO FY= 4200 KG/CM2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 5.97 cm²

Top Bars at J-End: 3.98 cm²

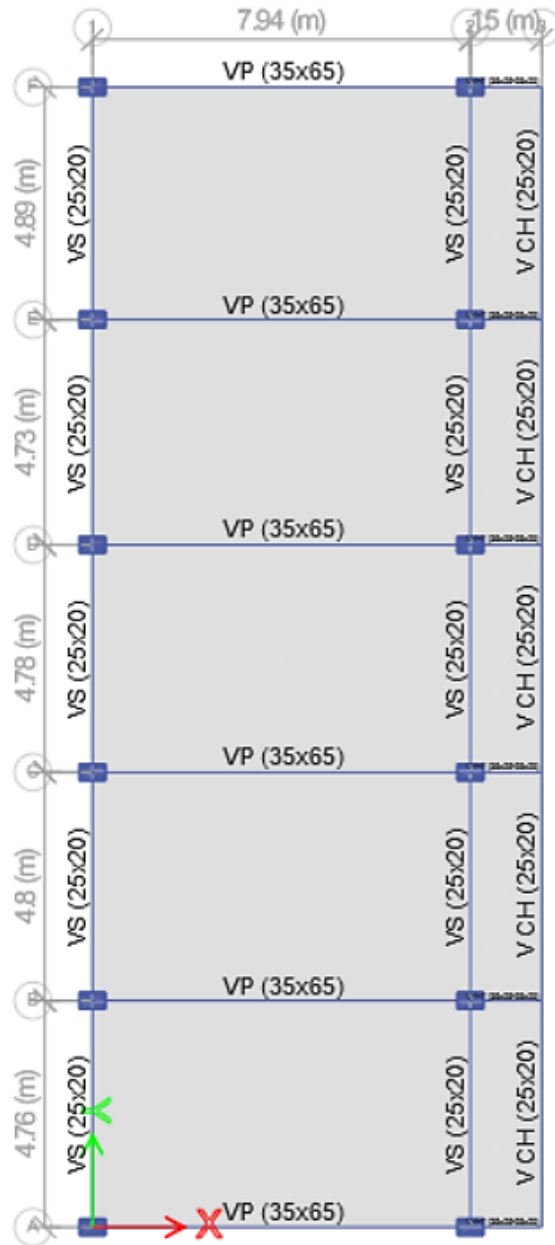
Bottom Bars at I-End: 5.97 cm²

Bottom Bars at J-End: 3.98 cm²

Nota: Se aprecia la colocación del acero en la viga secundaria VS (25x20), del primer y segundo nivel de la edificación.

Figura 09

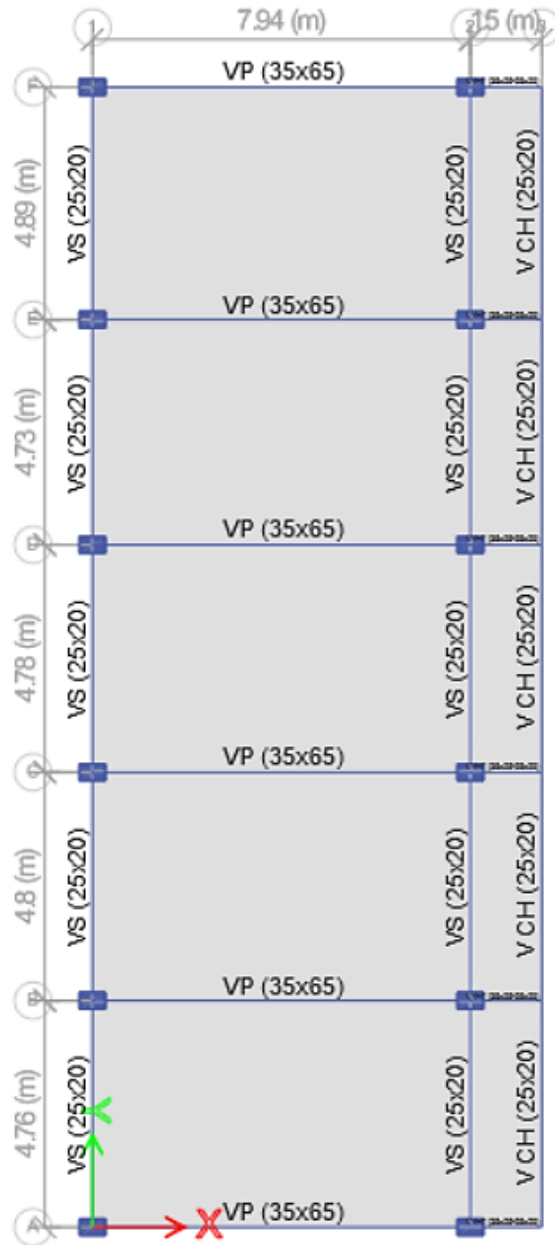
Vista en planta de la edificación (1 nivel)



Nota: Se aprecia la vista en planta del primer nivel de la edificación, con todas las secciones de las vigas y columnas.

Figura 10

Vista en planta de la edificación (2 nivel)



Nota: Se aprecia la vista en planta del segundo nivel de la edificación, con todas las secciones de las vigas y columnas.

2.6.2. Análisis sísmico estático

La Norma Técnica Peruana E.030, establece los criterios para seleccionar los parámetros sísmicos de la estructura, en este caso tenemos un sistema de pórticos en ambos ejes (R=8), esta en una zona 2, factor suelo S2, categoría A, entre otros.

Tabla 1

Los parámetros sísmicos en la edificación

Parámetro	Valor Numérico
Z ₂ (factor zona)	0.25
U (factor uso)	1.50
C (Coef. amplificación sísmica)	2.8544
S ₂ (factor suelo)	1.20
R _x	8
R _y	8

Nota: Se muestran los valores de los parámetros sísmicos en la edificación, de acuerdo a la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

Cortante basal en el eje X:

$$V_x = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$
$$V_x = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.8544 \times 1.20}{8} \times 412.40$$
$$V_x = 66.2 \text{ tonf}$$

Cortante basal en el eje Y:

$$V_y = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$
$$V_y = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.8544 \times 1.20}{8} \times 412.40$$
$$V_y = 66.2 \text{ tonf}$$

2.6.3. Análisis sísmico dinámico

La Norma Técnica Peruana E.030, establece los criterios poder calcular los modos de vibración por cada nivel, calcular el periodo fundamental en cada eje de la estructura, en la siguiente tabla se muestra los cálculos obtenidos mediante el software estructural.

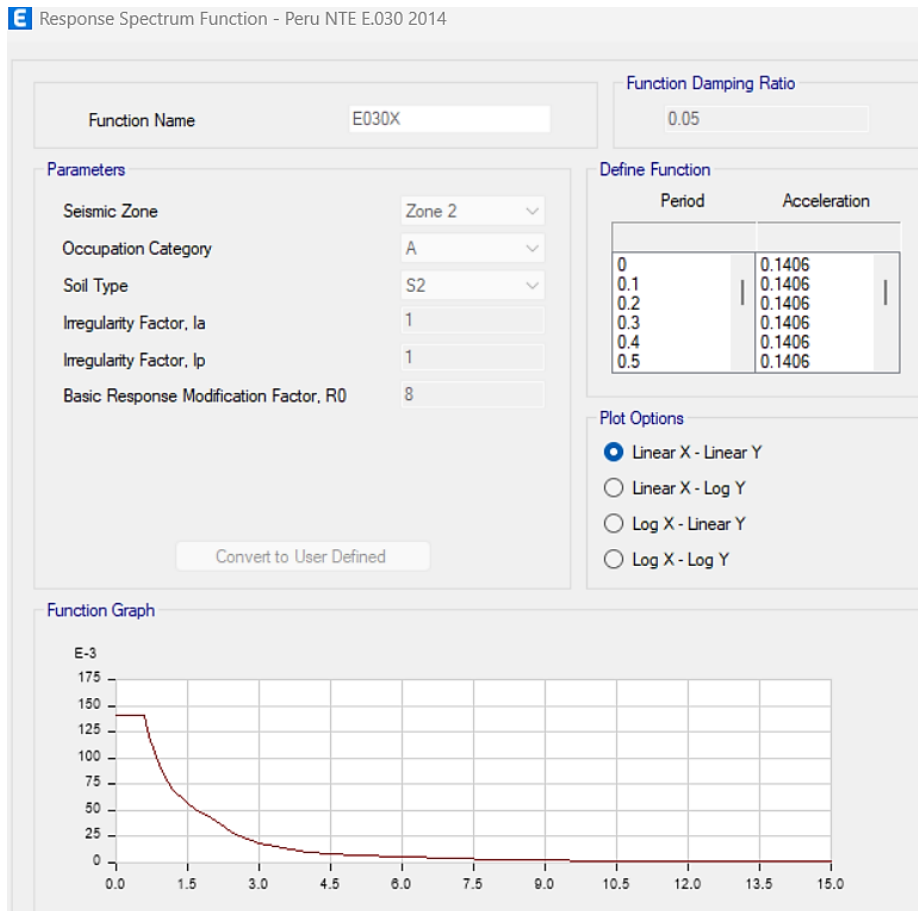
Tabla 2
Modos de Vibración de la estructura

Casos	Modo	Periodo (s)	UX	UY	Σ UX	Σ UY
Modal	1	1.025	8.013E-06	0.905	8.013E-06	0.905
Modal	2	0.447	0.443	0.0001	0.4431	0.905
Modal	3	0.387	0.5166	1.161E-05	0.9597	0.905
Modal	4	0.206	6.583E-06	0.0948	0.9597	0.9998
Modal	5	0.111	0.0188	0.0001	0.9785	1
Modal	6	0.096	0.0215	4.593E-05	1	1

Nota: Se muestra los modos de vibración de la edificación y sus periodos: un período de 1.052 s en el eje Y con participación de masa efectiva de 90.50 %, un período de 0.459 s en el eje X con participación de masa efectiva de 44.30 % y un periodo de 0.387 s en el modo 3.

Figura 11

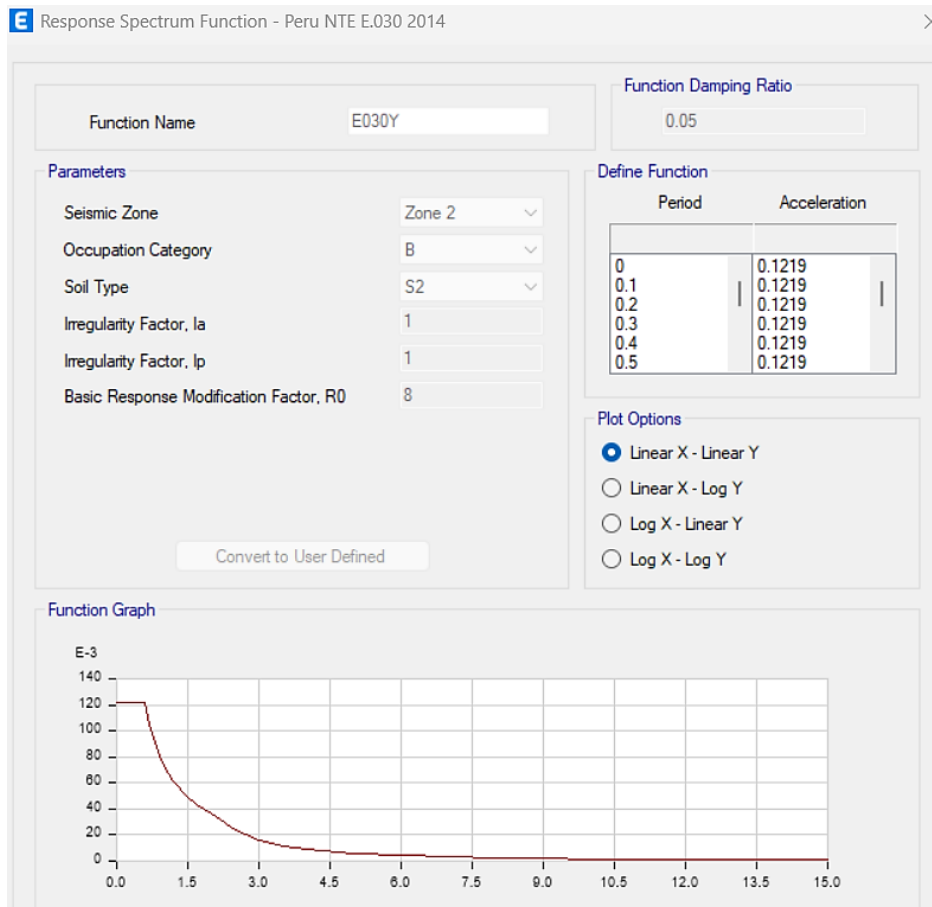
Espectro de diseño X-X



Nota: se aprecia el espectro de diseño en la dirección X, teniendo como factor zona 2, factor uso 1.5, tipo de suelo S2 y factor de reducción R=8.

Figura 12

Espectro de diseño Y-Y



Nota: se aprecia el espectro de diseño en la dirección Y, teniendo como factor zona 2, factor uso 1.5, tipo de suelo S2 y factor de reducción R=8.

Para obtener la fuerza cortante mínima, se definieron los casos de los sismos dinámicos tanto para la dirección X, como para la dirección en Y, en la cual se ha considerado el 5% de excentricidad accidental como lo establece la norma peruana. A continuación, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3*Fuerza cortante mínima*

	FUERZA CORTANTE (Tonf)	$\frac{VD}{VE} > 80\%$	SITUACIÓN
VD_x	45.45	68.66%	NO CUMPLE
VE_x	66.20		
VD_y	27.17	41.04%	NO CUMPLE
VE_y	66.20		

Nota: Para el cálculo de la fuerza cortante mínima en cada una de las direcciones en el análisis del primer entepiso de la estructura, según la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, la cortante dinámica tiene que ser el 80% de la cortante estática y se puede apreciar que no cumple esta condición, por lo tanto, se debe escalar.

2.6.4. AENL - PUSHOVER

Para el análisis estático no lineal, se empleó la metodología Pushover, con el cual vamos evaluar el desempeño sísmico de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “Víctor Andrés Belaunde, en la cual se aplica una carga lateral estática, donde se incrementa gradualmente hasta llegar al colapso, obteniéndose la curva capacidad de la estructura.

2.6.4.1. Comportamiento no lineal del concreto

Para el comportamiento no lineal del material de concreto, se ha usado el modelo paramétrico de Mander para el confinado y no confinado, a continuación, se muestra en la siguiente figura.

Figura 13

Concreto – parámetros no lineales

Nonlinear Material Data

Material Name and Type

Material Name: CONCRETO FC= 233 KG/CM2
Material Type: Concrete, Isotropic

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m

Ignore Tension Acceptance Criteria

Miscellaneous Parameters

Hysteresis Type: Concrete
Modify/Show Hysteresis Parameters...
Drucker-Prager Parameters
Friction Angle: 0 deg
Dilatational Angle: 0 deg

Stress Strain Curve Definition Options

Parametric: Mander
Convert to User Defined
 User Defined

Parametric Strain Data

Strain at Unconfined Compressive Strength, f'c: 0.002
Ultimate Unconfined Strain Capacity: 0.005
Final Compression Slope (Multiplier on E): -0.1

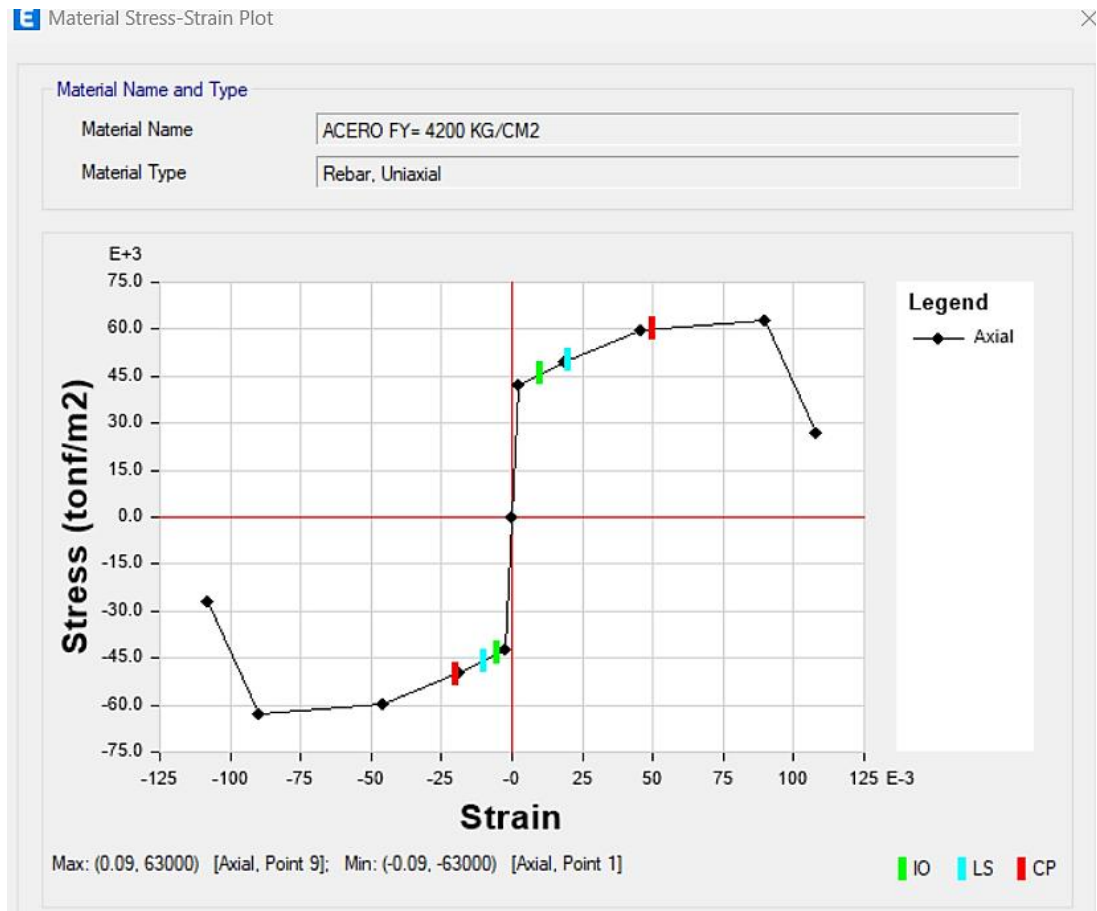
Show Stress-Strain Plot...

Nota: Se utilizo el modelo de Mander con una deformación unitaria de 0.002 y una deformación unitaria ultima de 0.005.

En el caso del acero, el límite de fluencia es de $f_y=4200$ kgf/cm², en el análisis pushover, se usó el modelo Park (modelo propuesto por Yong Park y Ang) para representar la no linealidad del acero, el cual va a reflejar como el acero se comporta de manera elástica hasta llegar al punto de fluencia.

Figura 14

Modelo de Park, para la no linealidad del acero



Nota: El modelo de Park, es el más utilizado en el análisis estático no lineal – Pushover, el cual representa el comportamiento del acero frente a procesos de carga y descarga.

Figura 14

Valores para el modelo de Park, para la no linealidad del acero

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

Strain at Onset of Strain Hardening	0.01
Ultimate Strain Capacity	0.09
Final Slope (Multiplier on E)	-0.1

Nota: Se muestra los valores para el modelo de Park.

2.6.4.2. Asignación de rotulas concentradas plásticas en vigas

Para la asignación de las rotulas concentradas plásticas en las vigas de la edificación, la Norma ASCE 41-17, indica que deben colocarse en los extremos de los elementos estructurales, pero no especifica exactamente la distancia.

Figura 15

Vigas con asignación de rotulas plásticas

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Absolute Distance cm
Auto	Relative to clear length	0.95	
Auto M3	Relative to clear length	0.05	
Auto M3	Relative to clear length	0.95	

Current Hinge Information
Type: From Tables In ASCE 41-17
Table: Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i
DOF: Auto M3, Isotropic hysteresis

Show Advanced Parameters

Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

Nota: El CSI, creador de Etabs, recomienda colocar las rotulas al 5% y 95% de la longitud de la viga, lo cual representa mejor, la zona plástica efectiva, para la orientación en vigas es con el M3 y con esto se puede graficar la curva de aceptación para determinar los puntos de IO, LS, CP.

2.6.4.3. Columnas de concreto armado

Para la asignación de las rotulas concentradas plásticas en las columnas de la edificación, la Norma ASCE 41-17, indica que deben colocarse en los extremos de los elementos estructurales, pero no especifica exactamente la distancia.

Figura 16

Columnas con asignación de rotulas plásticas

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Absolute Distance cm
Auto	Relative to clear length	0.95	
Auto P-M2-M3	Relative to clear length	0.05	
Auto P-M2-M3	Relative to clear length	0.95	

Current Hinge Information
Type: From Tables In ASCE 41-17
Table: Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)
DOF: Auto P-M2-M3

Show Advanced Parameters

Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

Nota: El CSI, creador de Etabs, recomienda colocar las rotulas al 5% y 95% de la longitud de la viga, lo cual representa mejor, la zona plástica efectiva, para la orientación en columnas es con P-M2-M3 y con esto se puede graficar la curva de aceptación para determinar los puntos de IO, LS, CP.

2.6.4.4. Patrón proporcional modal

En la figura 17, se definen los patrones, donde se usó el patrón proporcional a la forma del modo fundamental en las dos direcciones, tanto en X como en Y. Para la dirección en X se asignó el primer modo y para la dirección en Y se asignó el segundo modo.

Figura 17

Definición de la carga gravitacional no lineal

General

Load Case Name: CARGA GRAVITACIONAL [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	Peso propio	1
Load Pattern	Carga muerta	1
Load Pattern	Carga viva	0.25

[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]

Figura 18

Definición del Pushover X

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVER_X [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: CARGA GRAVITACIONAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	2	1

[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]

Figura 19

Definición del Pushover Y

E Load Case Data ×

General

Load Case Name: PUSHOVER_Y 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: CARGA GRAVITACIONAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

1 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

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de las derivas máximas mediante la norma E.030-2018

Se determino las distorsiones máximas en la edificación, tomando en cuenta el reglamento nacional de edificaciones – Norma E.030 Diseño Sismorresistente, donde establece en su artículo 32, que, si el material predominante es de concreto armado, el máximo desplazamiento lateral relativo admisible es de 0.007, a continuación, se muestra las derivas máximas encontradas en la estructura

Tabla 04

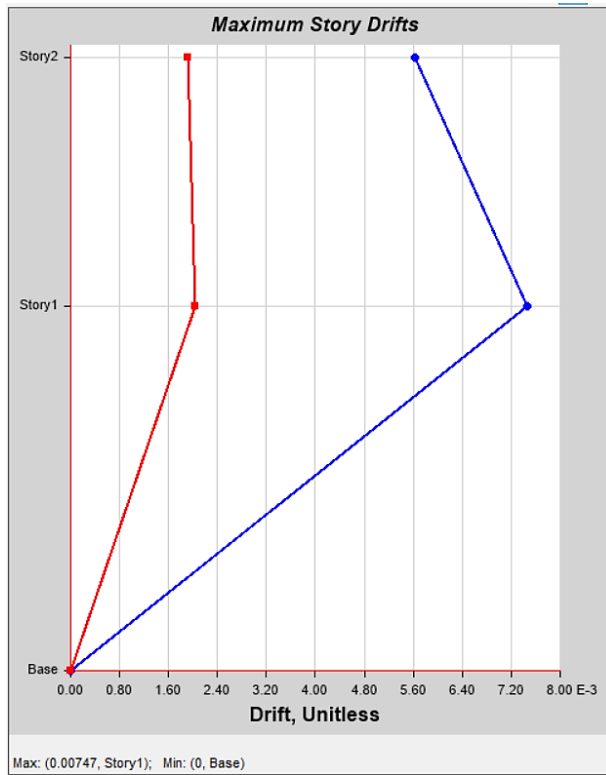
Distorsiones de entrepiso en el eje X

Nivel	CASO	Eje	Distorsión	Condición
02	Distorsión Max	X	0.005621	SI CUMPLE
01	Distorsión Max	X	0.007470	NO CUMPLE

Nota: Se aprecia las distorsiones en el eje X; el sistema estructural es de pórticos; se puede observar que la deriva en el primer nivel no cumple, porque pasa lo permitido por la norma vigente (0.007). NO CUMPLE, debido a la poca rigidez que hay en el eje X, las secciones de las vigas y columnas son insuficientes, por lo que se debe reforzar la estructura.

Figura 20

Distorsiones en la dirección X



Nota: Se aprecia las derivas en el eje X, donde la máxima distorsión se encuentra en el primer nivel con un valor de 0.00747, la línea de color azul representa las derivas en ese eje.

Tabla 05

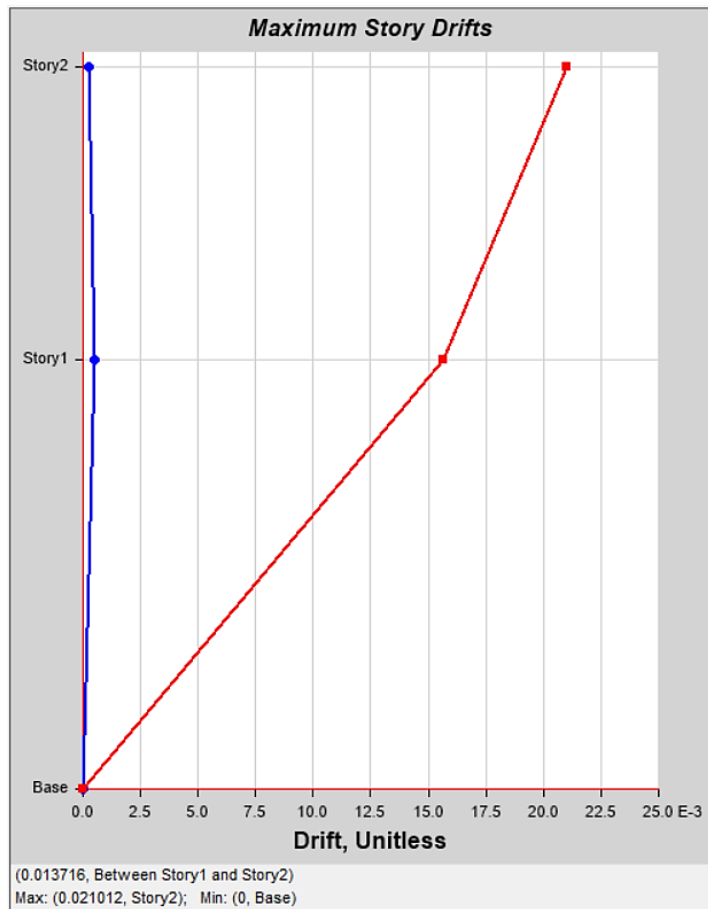
Distorsiones de entrepiso en el eje Y

Nivel	CASO	Eje	Distorsión	Condición
02	Distorsión Max	Y	0.021012	NO CUMPLE
01	Distorsión Max	Y	0.015633	NO CUMPLE

Nota: Se aprecia las distorsiones en el eje Y; el sistema estructural es de pórticos; se puede observar que la deriva del primer y segundo nivel no cumple, porque pasa lo permitido por la norma vigente (0.007). NO CUMPLE, debido a la poca rigidez que hay en el eje Y, las secciones de las vigas y columnas son insuficientes, por lo que se debe reforzar la estructura.

Figura 21

Distorsiones en la dirección Y



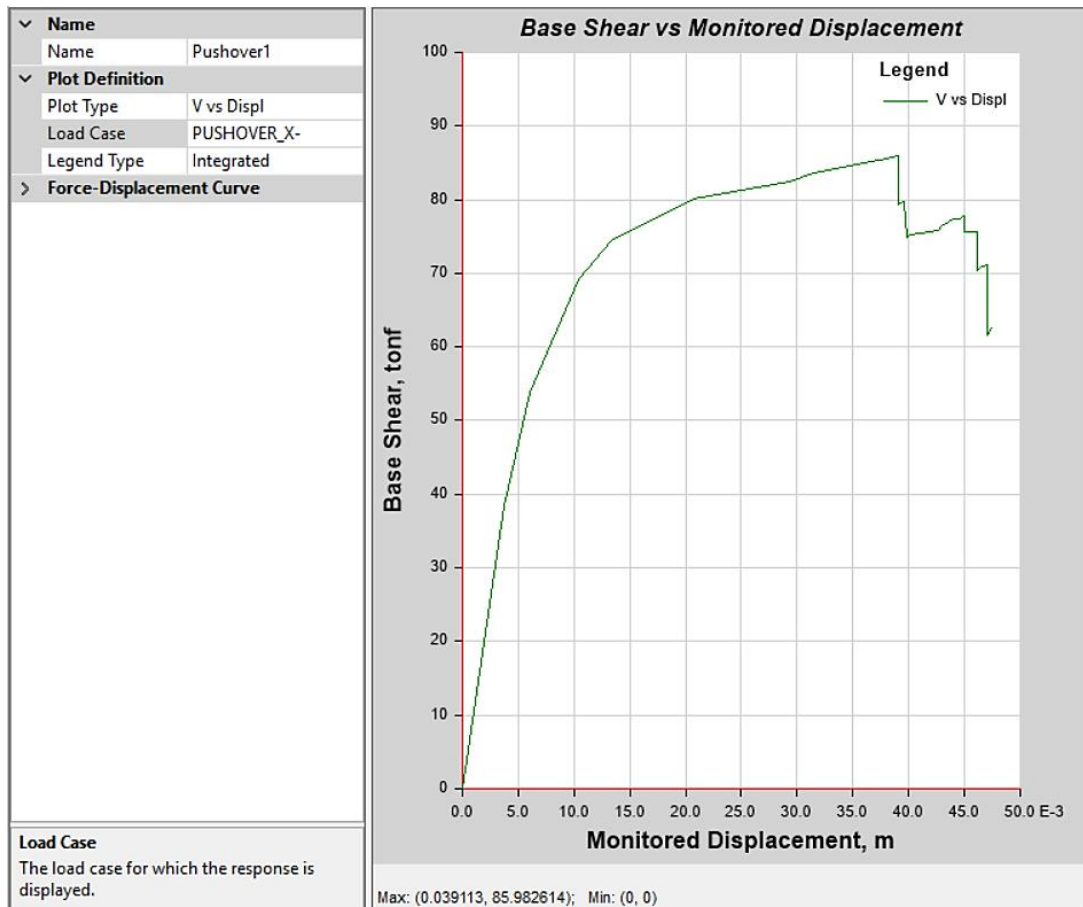
Nota: Se aprecia las derivas en la dirección en Y, donde la máxima distorsión se encuentra en el segundo nivel con un valor de 0.021012, la línea roja representa las derivas en ese eje.

3.2. Generación de la curva de capacidad de la estructura mediante la metodología Pushover

La curva capacidad de la edificación se obtuvo mediante el software estructural Etabs, el cual es la representación de las cortantes con los desplazamientos, con esta curva se puede evaluar si la edificación va a soportar sismos desde baja intensidad hasta los sismos severos, a fin de prevenir los daños estructurales, que pueden llevar al colapso.

Figura 22

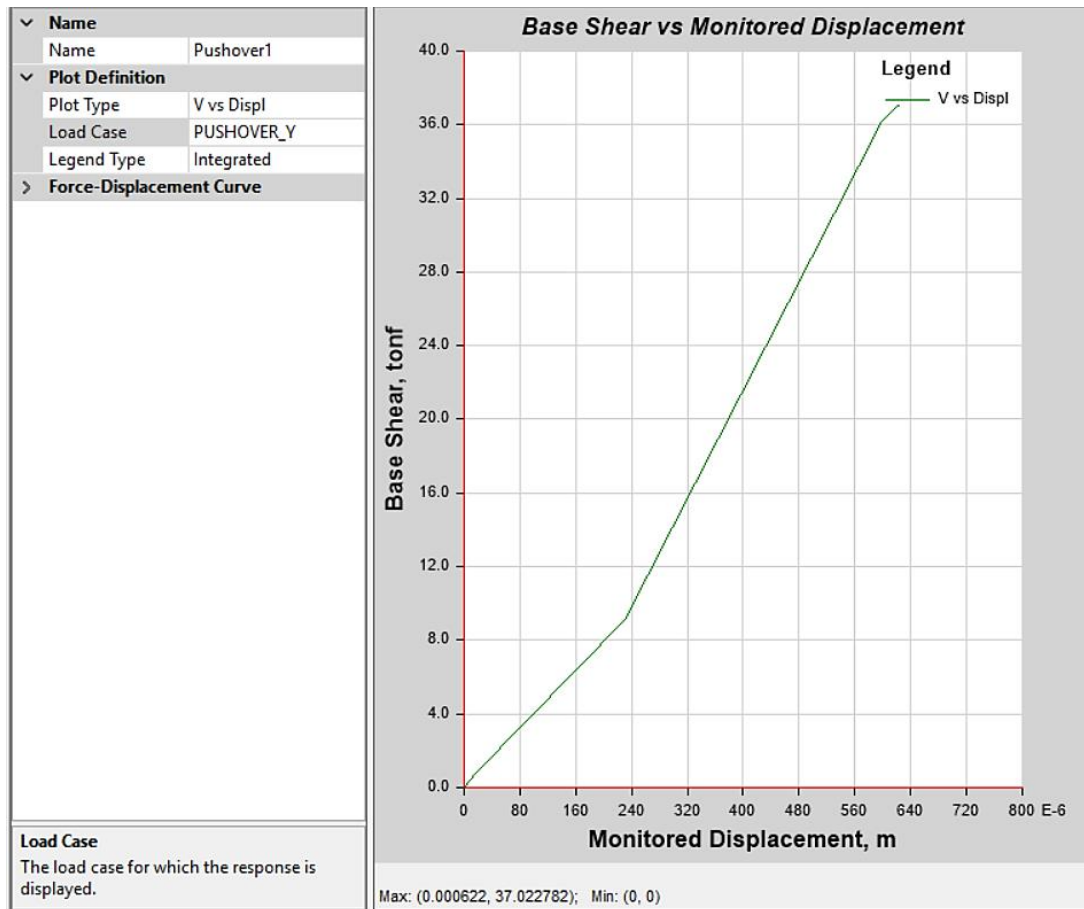
Curva capacidad eje X



Nota: Se evidencia la curva de capacidad de la estructura en la dirección X, que para un desplazamiento de 0.039113 m, la máxima capacidad a resistir es de 85.98 tonf. Esto quiere decir que, a ese desplazamiento, es la resistencia máxima (85.98 tonf.) que puede desarrollar la edificación, antes que empiece a degradarse su capacidad portante.

Figura 23

Curva capacidad eje Y



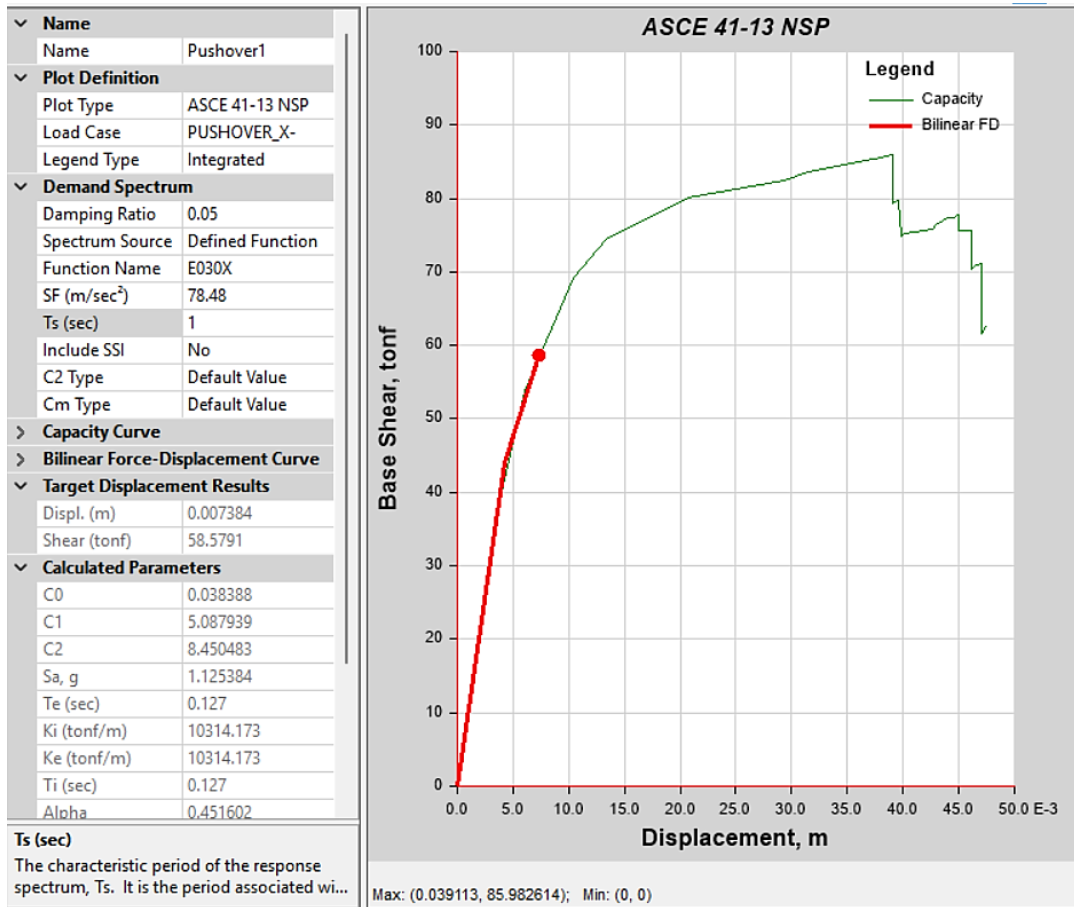
Nota: Se evidencia la curva de capacidad de la estructura en la dirección Y, que para un desplazamiento de 0.000622 m, la máxima capacidad a resistir es de 37.02 tonf. Esto quiere decir que, a ese desplazamiento, es la resistencia máxima (37.02 tonf.) que puede desarrollar la edificación, antes que empiece a degradarse su capacidad portante

3.3. Establecer el punto de desempeño sísmico mediante la Norma ASCE 41-13

Para establecer el punto de desempeño, se aplicó la Norma ASCE 41-13, en la dirección en X e dirección en Y, aplicando un sismo severo haciendo $R=1$

Figura 24

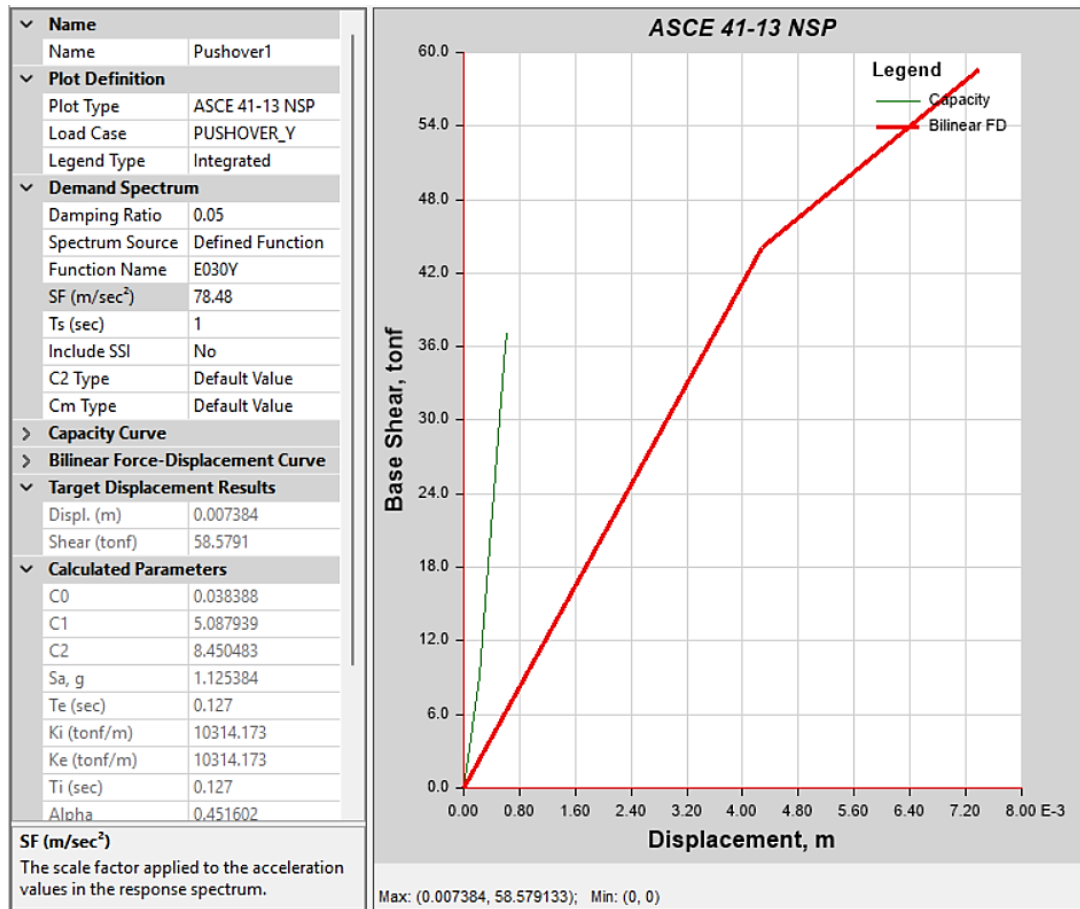
Punto de desempeño eje X



Nota: Para la dirección X, se ha establecido el punto de desempeño para un sismo severo ($R=1$; $SF=78.48 \text{ m/sec}^2$) resultando un desplazamiento de 0.03911 m y un cortante máximo de 58.58 tonf. Con el punto de desempeño podemos observar hasta donde se moverá la estructura, durante el sismo de diseño. Como se puede observar, el punto de desempeño ha pasado de la zona elástica, encontrándose en la zona plástica, por lo cual se encuentra en un nivel de seguridad de vida.

Figura 25

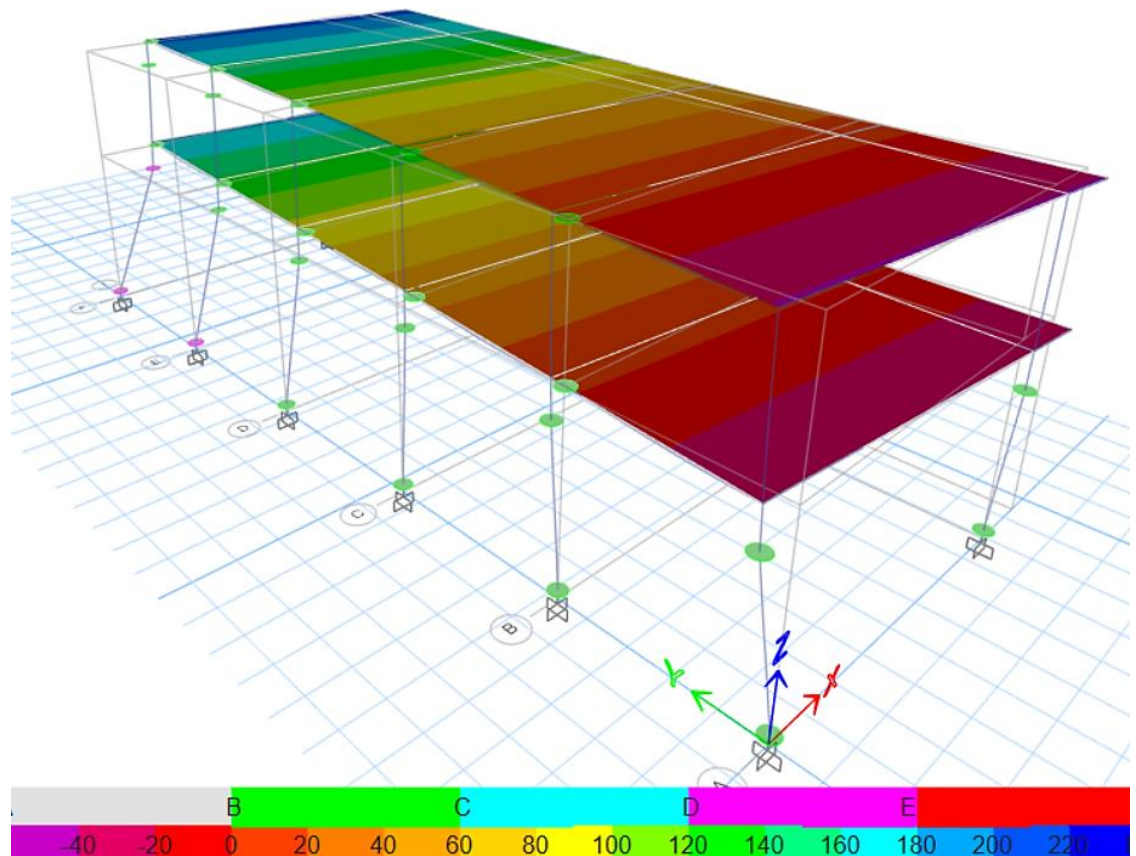
Punto de desempeño eje Y



Nota: Para la dirección Y, se ha establecido el punto de desempeño para un sismo severo ($R=1$; $SF=78.48 \text{ m/sec}^2$) resultando un desplazamiento de 0.007384 m y un cortante máximo de 58.58 tonf . Con el punto de desempeño podemos observar hasta donde se moverá la estructura, durante el sismo de diseño. Como se puede observar, el punto de desempeño ha pasado de resistencia máxima, encontrándose después del pico, por lo cual se encuentra en un nivel de colapso total, debido a la poca rigidez que hay en el eje Y.

Figura 25

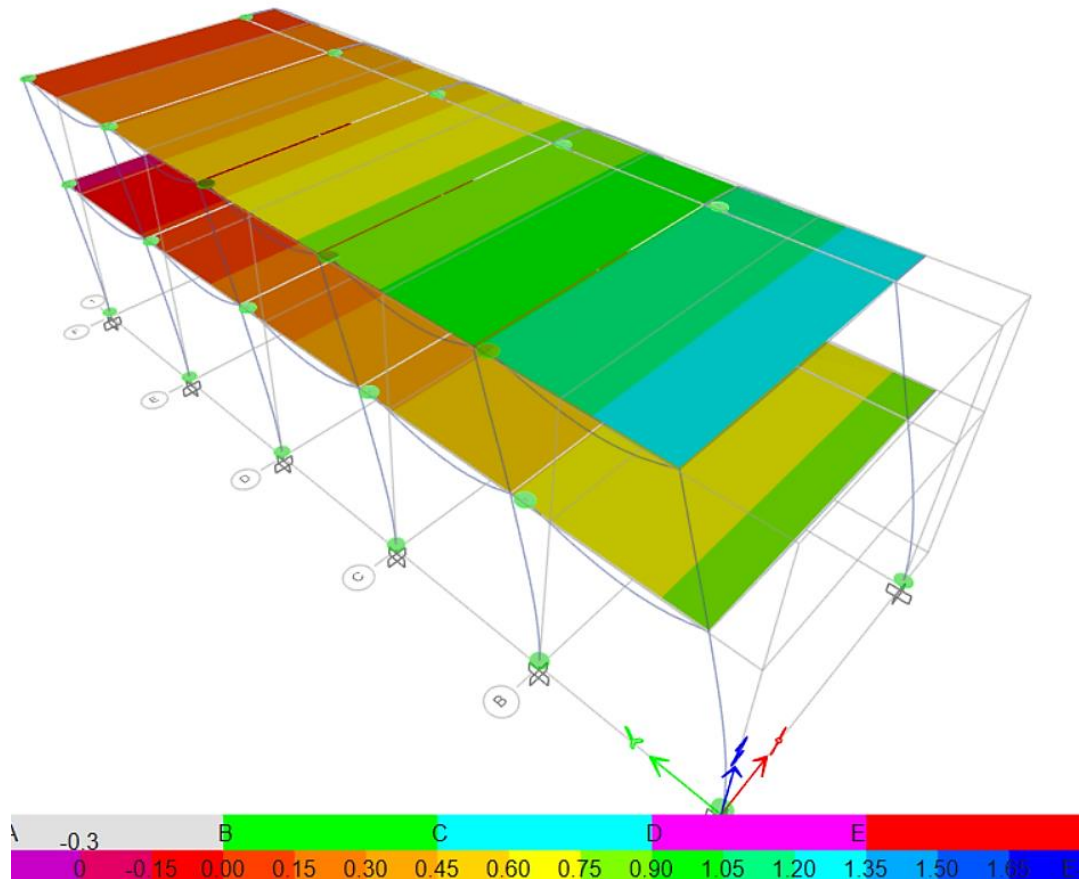
Generación de las rotulas plásticas con Pushover X



Nota: se muestra la generación de las rotulas plásticas, debido al Pushover X, las rotulas se forman en vigas y columnas. En el diseño sismorresistente, se busca que las rotulas plásticas se formen en las vigas, antes que, en las columnas, para evitar el colapso por piso blando. En el eje X las rotulas se han formado primero en las vigas.

Figura 25

Generación de las rotulas plásticas con Pushover Y



Nota: se muestra la generación de las rotulas plásticas, debido al Pushover Y, las rotulas se forman en vigas y columnas. En el diseño sismorresistente, se busca que las rotulas plásticas se formen en las vigas, antes que, en las columnas, para evitar el colapso por piso blando. En el eje Y las rotulas se han formado primero en las columnas, debido a la poca rigidez que hay, lo cual, ante el sismo de diseño, hay un colapso total.

IV. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos, no se acepta la hipótesis general, donde menciona que el nivel del desempeño sísmico de la EESPP Víctor Andrés Belaunde, mediante el AENL (Pushover), es operacional, ante un sismo severo. Comparando los resultados de Julca (2023), concluye que el nivel de desempeño sísmico de la I.E Fe y Alegría San Luis Gonzaga es de ocupación inmediata. Así mismo, con Cahuana y Ccaso (2021) manifiesta que la estructura no cumple con el desempeño sísmico propuesto por VISION 2000, debido a que no se encuentra en el rango operacional ante un sismo severo.

Las derivas máximas en la edificación no cumplieron con los parámetros establecidos por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, debido a que pasaron el límite permisible; en la dirección X su máxima deriva estuvo en el primer nivel con un valor de 0.00747, el cual es superior a 0.007; así mismo en la dirección Y su máxima deriva estuvo en el segundo nivel con un valor de 0.02102, el cual es superior al 0.007, como se muestra en la tabla 4 y 5 respectivamente. En comparación con Linares (2022) en su trabajo de investigación, las derivas máximas en el edificio de 3 niveles, no cumplieron con los parámetros establecidos por la Norma, debido a que pasaron el límite permisible en un determinado eje; en la dirección X su máxima deriva estuvo en el segundo nivel con un valor de 0.005934, el cual es menor a 0.007; así mismo en la dirección Y su máxima deriva estuvo en el segundo nivel con un valor de 0.042985, el cual es superior al 0.007. Así mismo, manifiesta Condori y Vilca (2022) que las distorsiones máximas del bloque 2 de 2 niveles, no cumplieron con los parámetros establecidos por la Norma, en la dirección X, su máxima deriva estuvo en el primer nivel con un valor de 0.0063, el cual es menor a 0.005; así mismo en la dirección Y su máxima deriva estuvo en el primer nivel con un valor de 0.0012.

Con la herramienta del Software Etabs, se obtuvo la curva capacidad de la estructura en ambos ejes; para el eje X se tuvo un desplazamiento de 0.039113 m y una cortante máxima a resistir de 85.98 tonf; así mismo, en el eje Y se tuvo un desplazamiento de 0.000622 m y una cortante máxima a resistir de 37.02 tonf, como se muestra en la figura 22 y 23 respectivamente. Comparando los resultados de Fernández (2022) en su trabajo de investigación se determinó que para el eje X se tuvo un desplazamiento de 0.1835 m y una cortante máxima a resistir de 351.235 tonf; así mismo, en el eje Y se tuvo un desplazamiento de 2.1041 m y una cortante máxima a resistir de 148.48 tonf. Y comparando con Huamani (2021) determinó que para el eje X se tuvo un desplazamiento de 0.796 m y una cortante máxima a resistir de 1521.685 tonf; así mismo, en el eje Y se tuvo un desplazamiento de 1.8997 m y una cortante máxima a resistir de 1918.302 tonf.

El punto desempeño en la dirección X tiene un desplazamiento de 0.03911 m y un cortante máximo de 85.98 tonf; así mismo en la dirección Y se tiene un desplazamiento de 0.007384 m y un cortante máximo de 58.58 tonf como se muestra en la figura 24 y 25 respectivamente. Comparando los resultados de Fernández (2022) en su trabajo de investigación que el punto desempeño para un sismo severo en la dirección X tiene un desplazamiento de 0.1367 m y un cortante máximo de 257.09 tonf; así mismo en la dirección Y se tiene un desplazamiento de 0.104 m y un cortante máximo de 377.67 tonf. También con Fustamante (2021) en su trabajo de investigación, manifiesta que el punto desempeño para un sismo severo en la dirección X tiene un desplazamiento de 0.8856 m y un cortante máximo de 253.793 tonf; así mismo en la dirección Y se tiene un desplazamiento de 0.635 m y un cortante máximo de 485.15 tonf.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las derivas máximas en la edificación no cumplieron con los parámetros establecidos por la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, debido a que pasaron el límite permisible; en la dirección X su máxima deriva estuvo en el primer nivel con un valor de 0.00747, el cual es superior a 0.007; así mismo en la dirección Y su máxima deriva estuvo en el segundo nivel con un valor de 0.02102, el cual es superior al 0.007.

Con la herramienta del Software Etabs, se obtuvo la curva capacidad de la estructura en ambos ejes; para el eje X se tuvo un desplazamiento de 0.039113 m y una cortante máxima a resistir de 85.98 tonf; así mismo, en el eje Y se tuvo un desplazamiento de 0.000622 m y una cortante máxima a resistir de 37.02 tonf.

El punto desempeño en la dirección X tiene un desplazamiento de 0.03911 m y un cortante máximo de 85.98 tonf, en cual se encuentra fuera del rango operacional; así mismo en la dirección Y se tiene un desplazamiento de 0.007384 m y un cortante máximo de 58.58 tonf, la estructura se encuentra en el colapso debido a la poca rigidez que tiene en este eje.

5.2. Recomendaciones

Realizar los análisis sísmicos estático y dinámico en todo tipo de edificación y verificar que cumplan con las distorsiones máximas en la edificación, tomando en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.030 Diseño Sismorresistente, donde establece en su artículo 32, que, si el material predominante es de concreto armado, el máximo desplazamiento lateral relativo admisible es de 0.007.

Para tener una curva capacidad de manera correcta, debemos hacer un buen análisis estructural en toda la edificación, con un predimensionamiento adecuado de los elementos estructurales y para el cálculo del acero estructural, debemos respetar las normas vigentes; de esta manera podemos garantizar que, al realizar el análisis estático no lineal, el comportamiento en la estructura, tendrá un buen desempeño sísmico.

El punto desempeño sísmico debe estar en rango lineal de la edificación, en la edificación se encuentra en la zona de decadencia, donde ante un sismo severo, la estructura colapsaría, por lo cual se debe de reforzar la estructura en el eje Y, mediante muros de corte o disipadores de energía, para que ayuden absorber la energía sísmica.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantara, D. y Guerrero, D. (2024). Análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de ocho pisos de concreto armado [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/27779/GUERRERO%20CHUMBES_ALCANTARA%20ANICETO_ANALISIS_DISENO.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- 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 Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2027>
- Chamaza, M. y Córdoba, E. (2022). *Estudio comparativo del análisis estático no lineal de estructuras regulares de hormigón armado aplicando normativa Ecuatoriana, Colombiana, Peruana y Chilena* [Tesis de grado, Universidad Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23167>
- Chiscol, J. y Cieza, J. (2020). *Aplicación del método análisis estático no lineal para el desempeño sísmico estructural de edificación comercial de 10 niveles, Chiclayo-2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67809/B_Chiscol_PJA-Cieza_CJL%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 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://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11785>
- Díaz, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revistas Sedén*, 9, 21-132. <https://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- Fernández-Irigoín, R. (2022). *Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio UNACH. <http://185.209.223.160/handle/20.500.14142/239>
- Flores, E. (2021). Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante análisis estático no lineal Pushover. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(50), 56-90. <https://doi.org/10.52428/20758944.v17i50.20>

- Fustamante-Huamán, D. (2021). *Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4612>
- Huamani, L. (2021). Comparación del desempeño sísmico del pabellón Chaminade de la Universidad Católica de Santa María considerando en método de espectro capacidad y el método de los coeficientes de desplazamiento [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/f8c3897d-6e84-4a09-8df1-0260d096bc25>
- Julca-Tarrillo, W. (2023). *Nivel de Desempeño Sísmico del Bloque " B1" de la IE Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de la Ciudad de Jaén, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5562>
- Linares-Zelada, 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 César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107851>
- Mejía, P. y Rivera, J. (2020). *Análisis estático no lineal de una estructura mediante el método de control de desplazamientos* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34528>
- Mola, E. y Po-Chien (2022). An improved first-mode-based pushover analytical procedure for assessing seismic performance of special moment resisting frame building structures. *Engineering Structures*, 252(113587). <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.1135873>
- Pita-Fernández, S. y Pértegas-Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*, 9(1), 76-78. http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_2/4/2.Pita_Fernandez_y_Pertegas_Diaz.pdf
- Relat-Muntané, J. (2010). Introducción a la investigación básica. *Centro de investigacion biometrica*, 221, 227. https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Muntane/publication/341343398_Introduccion_a_la_Investigacion_basica/links/5eb9e7d92851c11a8650cf9/Introduccion-a-la-Investigacion-basica.pdf
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *Norma tecnica de edificacion E.030 Diseño sismoresistente*. <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>

- Saldaña-Saldaña, R. (2020). *Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017-2018 en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3716>
- Ortega-Toala, A. (2022). *Comparación del punto de desempeño de un edificio convencional versus un edificio con sistema de disipación de energía tipo ADAS, mediante un análisis estático no lineal* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio digital Universidad Estatal del Sur de Manabí. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3617/1/ORTEGA%20TOALA%20AXEL%20ALEJANDRO.pdf>
- Viera-Arroba, L., Quizanga-Martínez, D. y Andino-Carranco, J. (2020). Análisis estático no lineal de edificios aporricados de hormigón armado aplicando normativa ecuatoriana, colombiana y peruana. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 9(1), 72-78. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2602-84842020000100072&script=sci_arttext

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén, mi alma mater, por haber sido el espacio donde adquirí la formación académica, profesional y humana que hoy me permite culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a todos sus docentes, quienes con dedicación y entrega compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo académico y personal.

A mis asesores de tesis el Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderon y Dr. José Luis Piedra Tineopor su valiosa orientación, tiempo brindado y constante apoyo en cada etapa del presente trabajo de investigación, guiándome con responsabilidad y compromiso hacia la culminación de este proyecto.

A los miembros del jurado calificador, por el tiempo dedicado a la revisión y aportes que enriquecieron este trabajo, fortaleciendo su calidad académica y científica.

A mis padres, familiares y amigos, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación, que fueron mi principal impulso para no rendirme y alcanzar este objetivo.

Finalmente, a todas aquellas personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta investigación, mi más sincero agradecimiento.

Bach. Heistin Rubiany Tenorio Díaz

Bach. May Jordano Venegas Nicolas

DEDICATORIA

A Dios, por concederme el don de la vida, la salud y la fortaleza para avanzar en cada etapa de este camino académico. Su guía y protección fueron mi sustento en los momentos más difíciles y mi luz en los días de esperanza.

A mis padres, quienes con su amor incondicional, sacrificio y valores me enseñaron la importancia de la disciplina y la perseverancia. Cada logro alcanzado es fruto de sus enseñanzas y dedicación constante.

A mis amigos, que me acompañaron con su compañía, ánimo y comprensión, brindándome fuerzas para superar las dificultades que se presentaron en el camino.

A mis asesores de tesis, por su orientación académica y profesional, cuya guía fue clave para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a todos mis docentes, quienes a lo largo de mi formación académica sembraron en mí conocimientos y principios que marcaron profundamente mi vida personal y profesional.

Bach. Heistin Rubiany Tenorio Díaz

A Dios, por ser fuente de sabiduría y fortaleza en cada etapa de mi vida. Su presencia ha sido guía constante y sostén en los momentos de mayor exigencia durante este proceso de formación profesional.

A mis padres, por su esfuerzo incansable, sus valores y el ejemplo de trabajo y responsabilidad que me transmitieron. Su amor y sacrificio son la base de cada meta alcanzada y el impulso para continuar creciendo.

A mis hermanos, quienes con su apoyo, confianza y palabras de ánimo me alentaron a perseverar con firmeza hasta culminar este logro académico.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y por inspirarme a superarme día a día, dejando huellas imborrables en mi formación profesional y personal.

A mis compañeros y amigos, quienes con su respaldo y compañía hicieron más llevadero este camino, aportando motivación y fortaleza en cada momento.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a que este proyecto académico se convierta en una realidad.

Bach. May Jordano Venegas Nicolas

ANEXOS

ANEXO I: PROCEDIMIENTO

Figura 26

Definición concreto $f'c=233 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

General Data

Material Name: CONCRETO F'C= 233 KG/CM2

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: 2289650.63 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 995500.27 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

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

Nota: Se define las propiedades del concreto, con su volumen del concreto en tonf/m³, el módulo de elasticidad en tonf/m² y el módulo de Poisson.

Figura 27

Definición acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

General Data

Material Name: ACERO FY= 4200 KG/CM2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

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

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

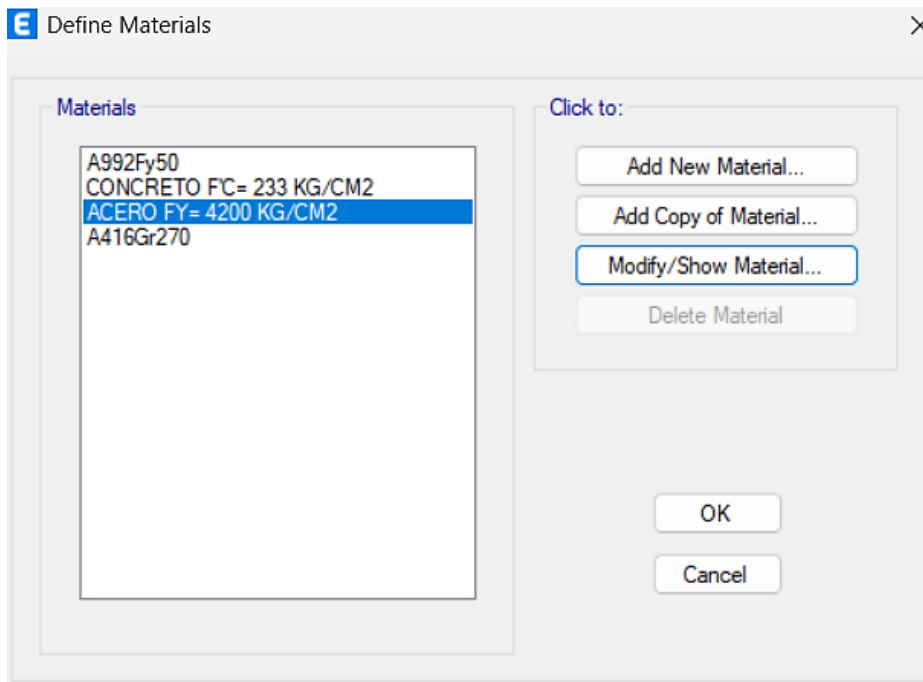
Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Nota: Se define las propiedades del acero, con su volumen del acero en tonf/m³ y el módulo de elasticidad en tonf/m²

Figura 28

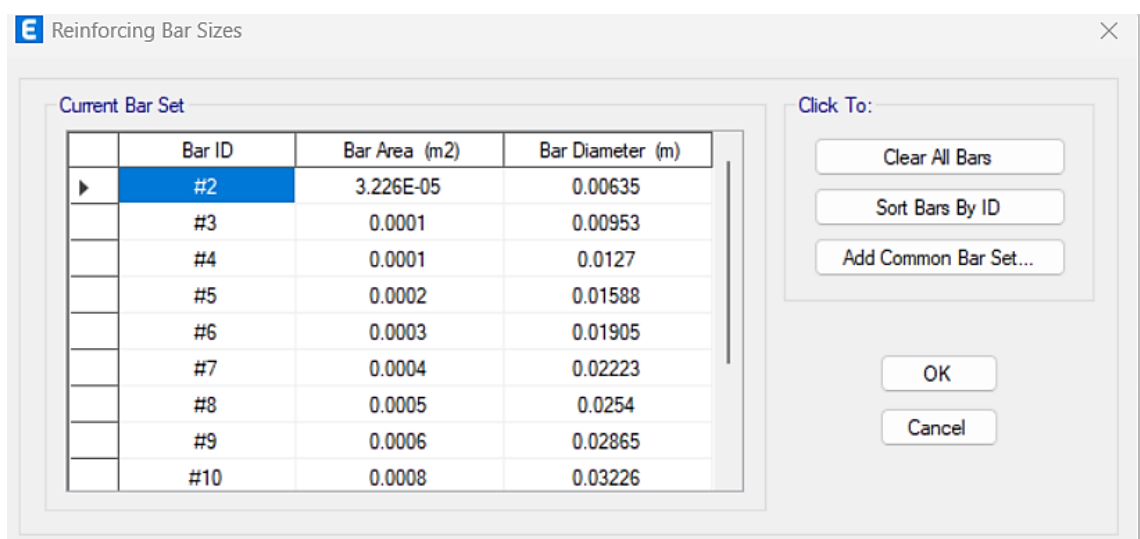
Definición del concreto y acero



Nota: Se muestra la definición del concreto y acero para la edificación

Figura 29

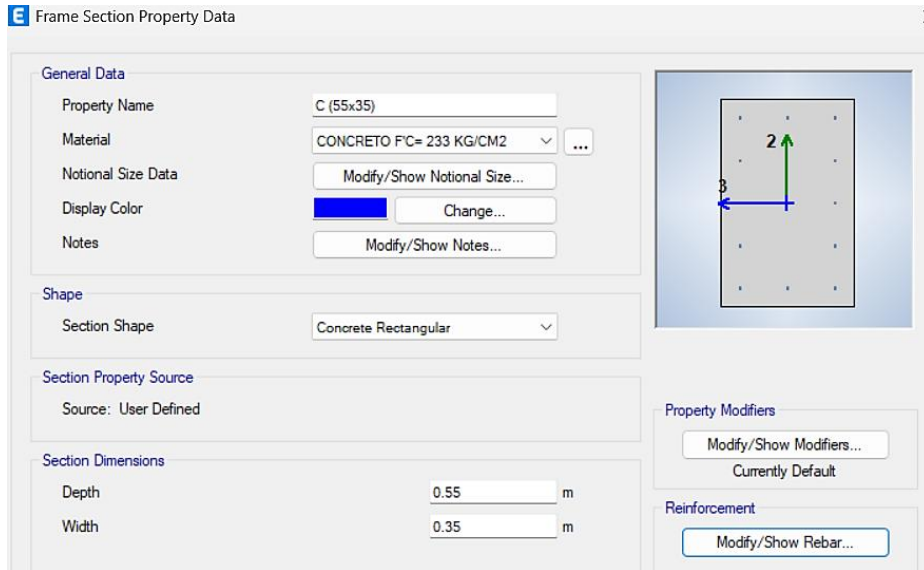
Definición de las barras de acero



Nota: Se muestra la definición de las varillas de acero, por ejemplo, la #3, sería la de 3/8", la #4 sería la varilla de 1/2", y así sucesivamente.

Figura 30

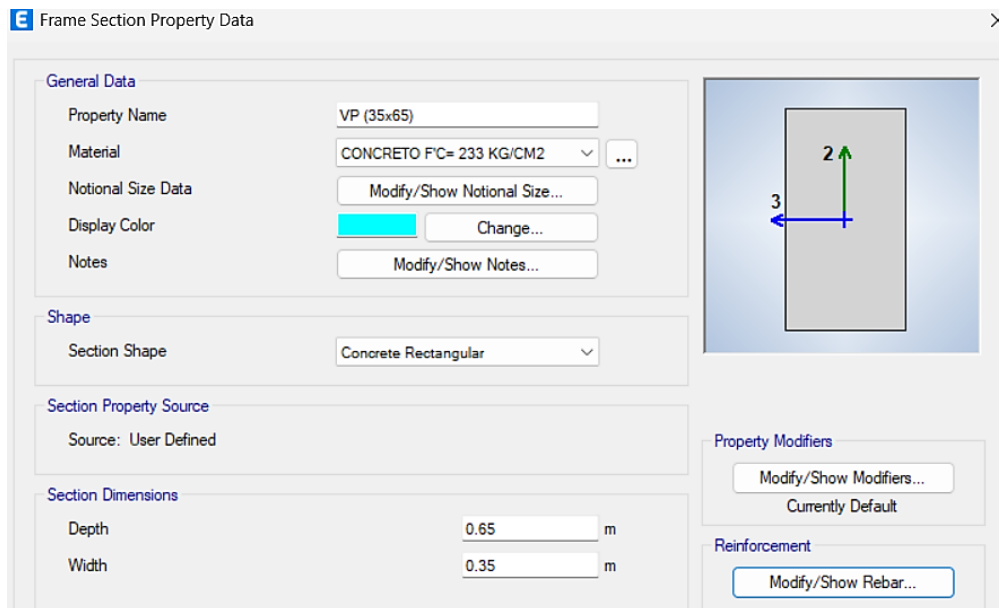
Definición de la columna C-1 (55x35)



Nota: Se muestra la definición de la columna 55cm x 35cm, con un concreto $f'c = 233 \text{ kg/cm}^2$

Figura 31

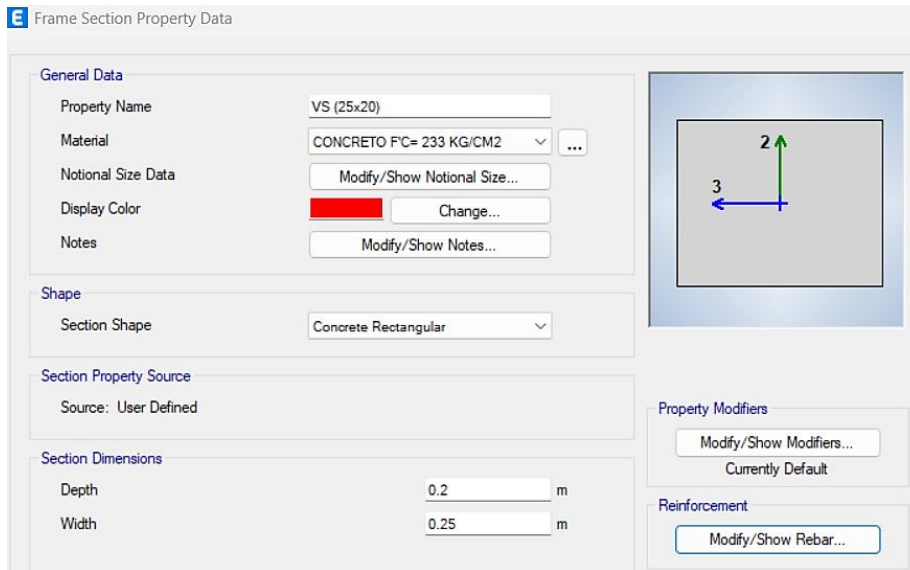
Definición de la columna VP (35x65)



Nota: Se muestra la definición de la viga principal de 35cm x 65cm, con un concreto $f'c = 233 \text{ kg/cm}^2$

Figura 32

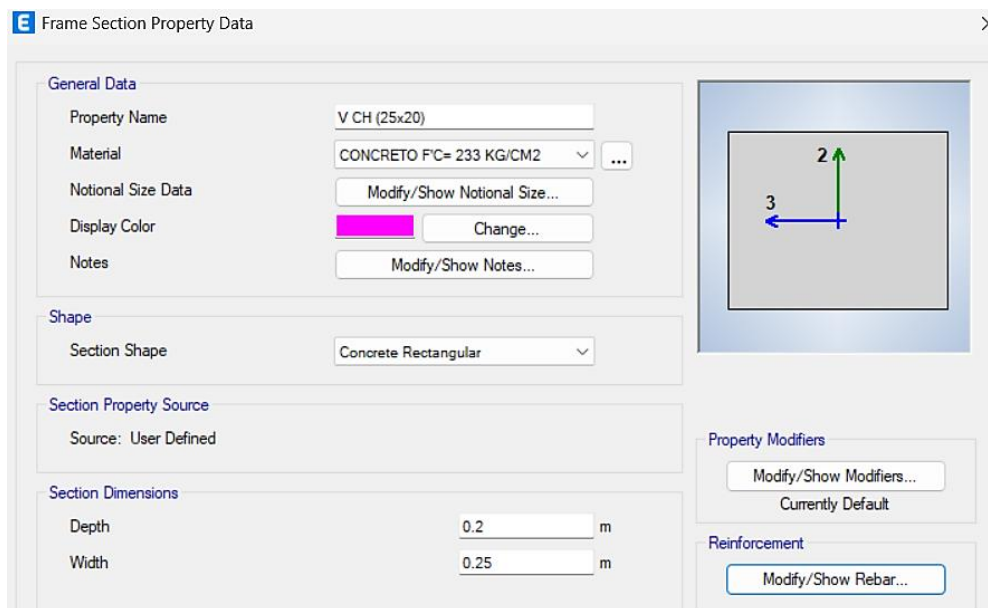
Definición de la columna VS (25x20)



Nota: Se muestra la definición de la viga secundaria de 25cm x 20cm, con un concreto $f' = 233 \text{ kg/cm}^2$

Figura 33

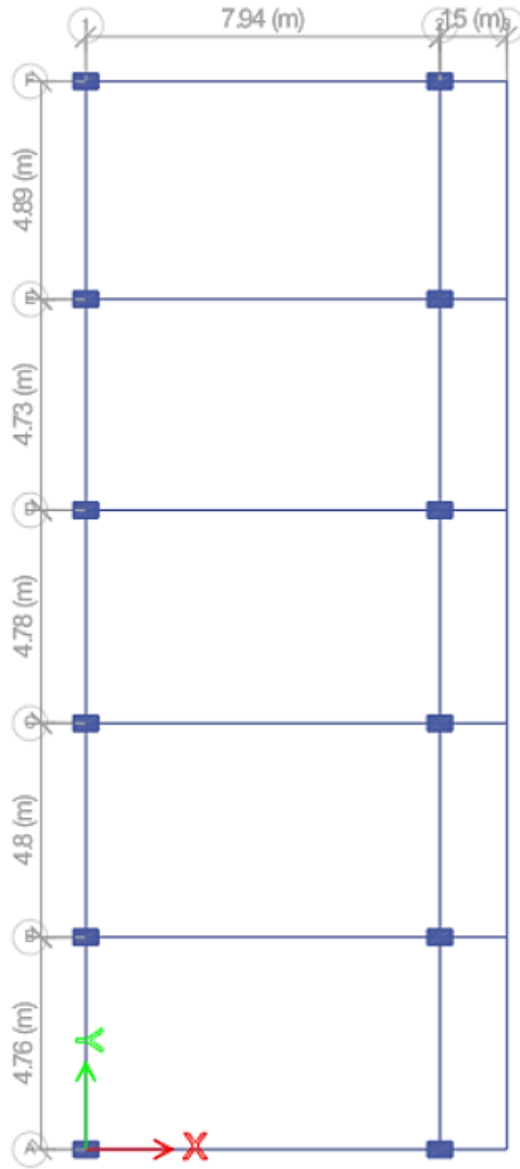
Definición de la columna V CH (25x20)



Nota: Se muestra la definición de la viga chata de 25cm x 20cm, con un concreto $f' = 233 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 34

Asignación de vigas y columnas



Nota: Se muestra la asignación de vigas y columnas en la edificación

Figura 35

Definición de la losa aligerada

E Slab Property Data

General Data

Property Name: ALIGERADO

Slab Material: CONCRETO F'C= 233 KG/CM2

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

Modeling Type: Membrane

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

Display Color: [Yellow Swatch] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.2 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.1 m

Stem Width at Bottom: 0.1 m

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m

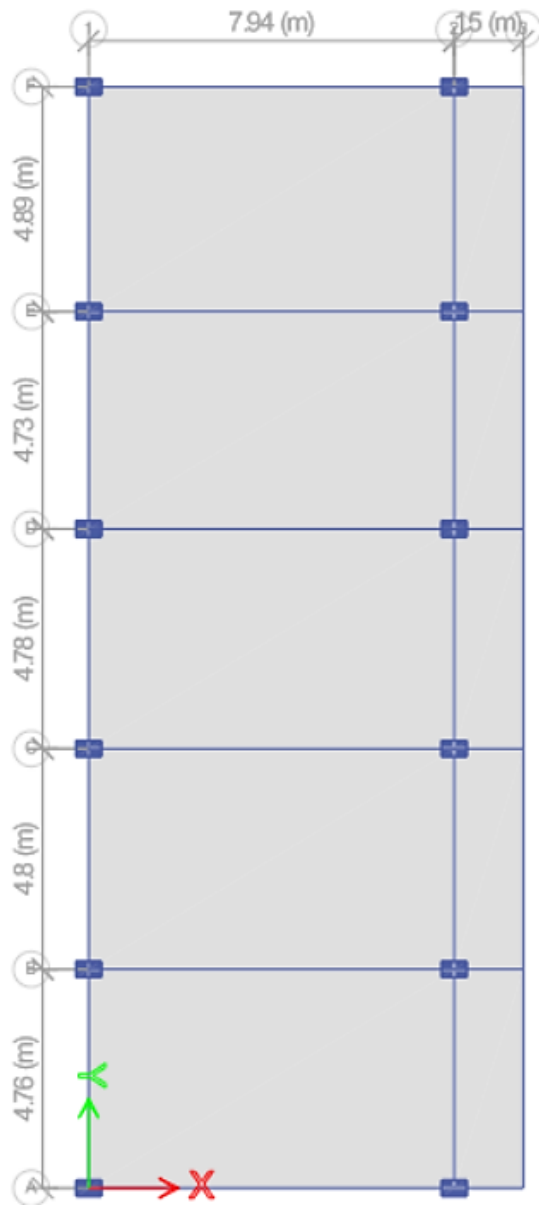
Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

OK Cancel

Nota: Se define las propiedades de la losa aligerada con un espesor de 20 cm, de acuerdo a los planos estructurales de la edificación.

Figura 36

Asignación de la losa aligerada

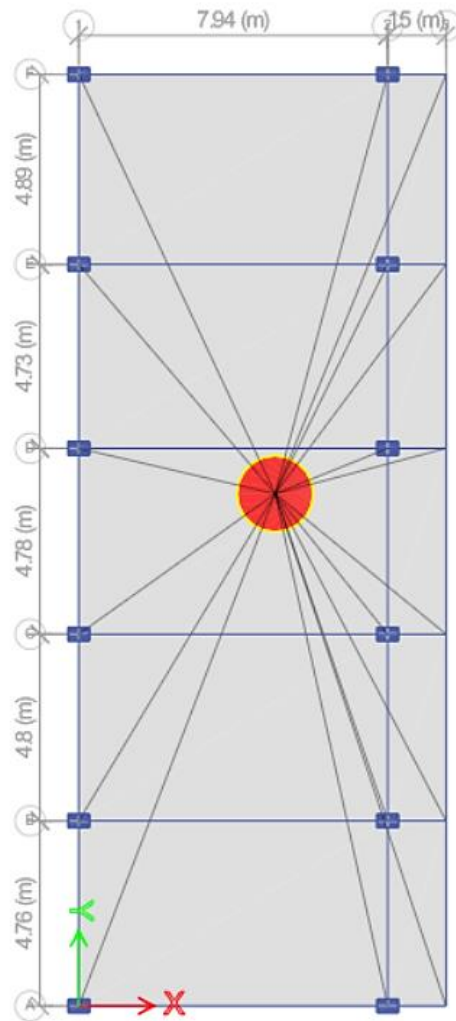


Nota: Se muestra la asignación de la losa aligerada en la edificación

Figura 37

Definición del diafragma del primer nivel

Story1 - Z = 4.67 (m)

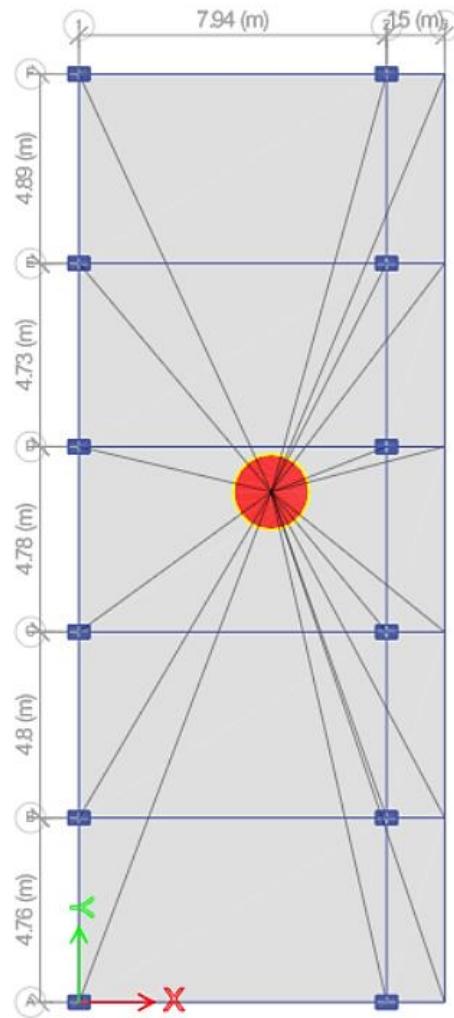


Nota: Se muestra la definición del diafragma rígido del piso 01

Figura 38

Definición del diafragma del segundo nivel

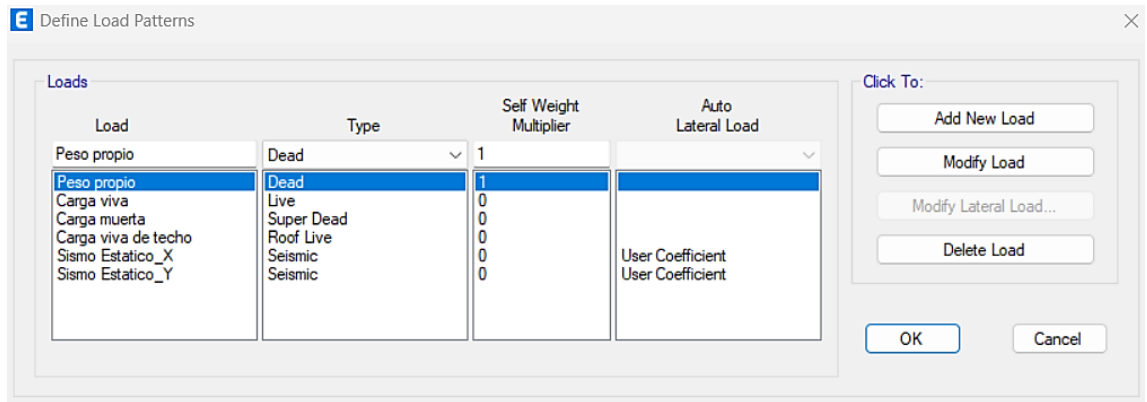
- Story2 - Z = 7.84 (m)



Nota: Se muestra la definición del diafragma rígido del piso 02

Figura 39

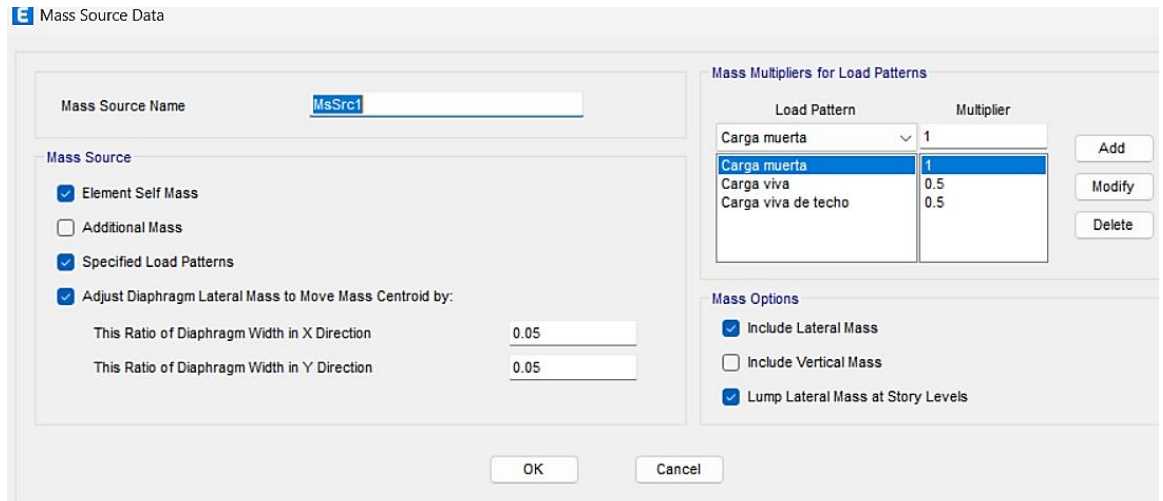
Definición de los patrones de carga



Nota: Se muestra la definición de los patrones de carga: peso propio, carga viva, carga muerta, carga viva de techo, sismo estático X y sismo estatico Y.

Figura 40

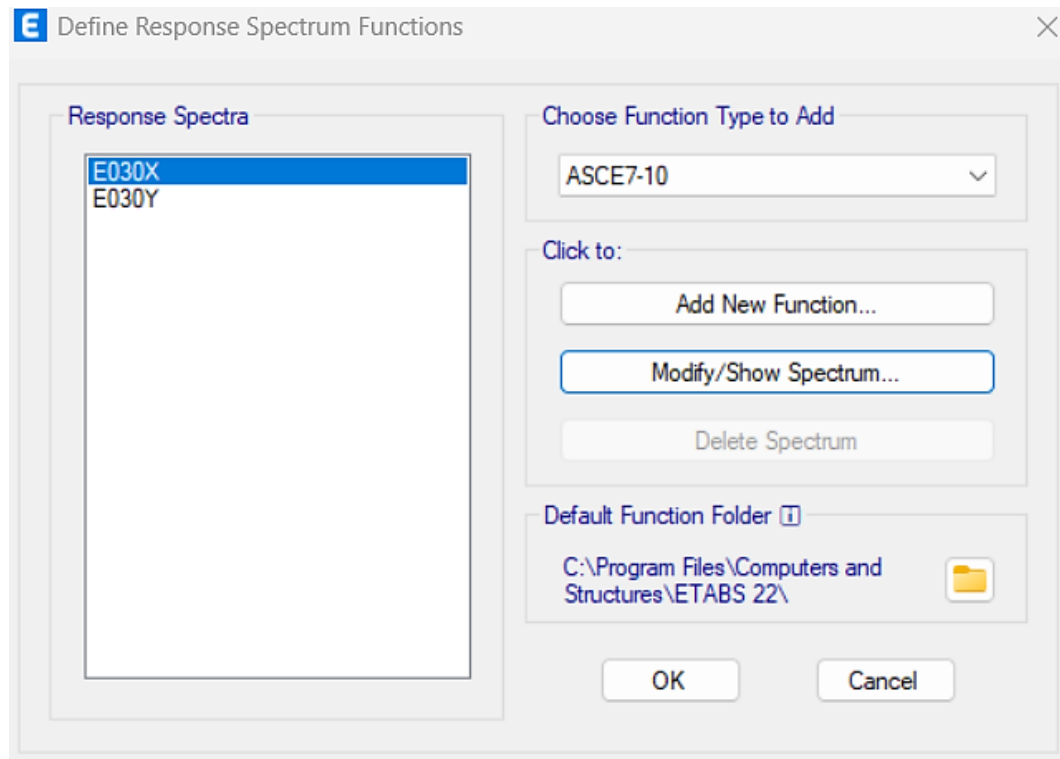
Definición del peso sísmico



Nota: Se muestra la definición del peso sísmico de la edificación, que es 100% de la carga muerta + 50% de la carga viva

Figura 41

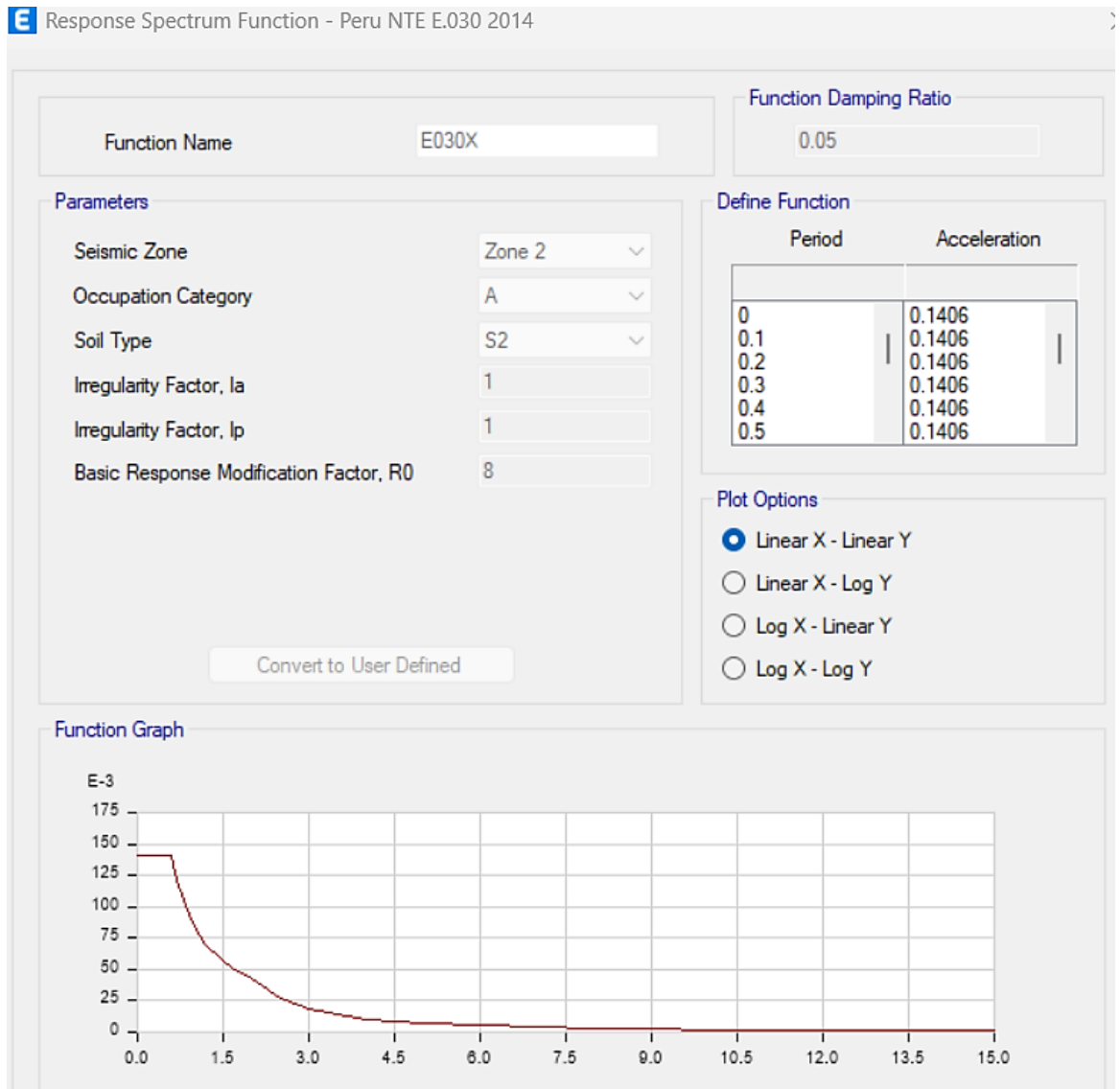
Definición de los espectros de respuesta



Nota: Se muestra la definición de los espectros de respuesta tanto para el eje X como en el eje Y.

Figura 42

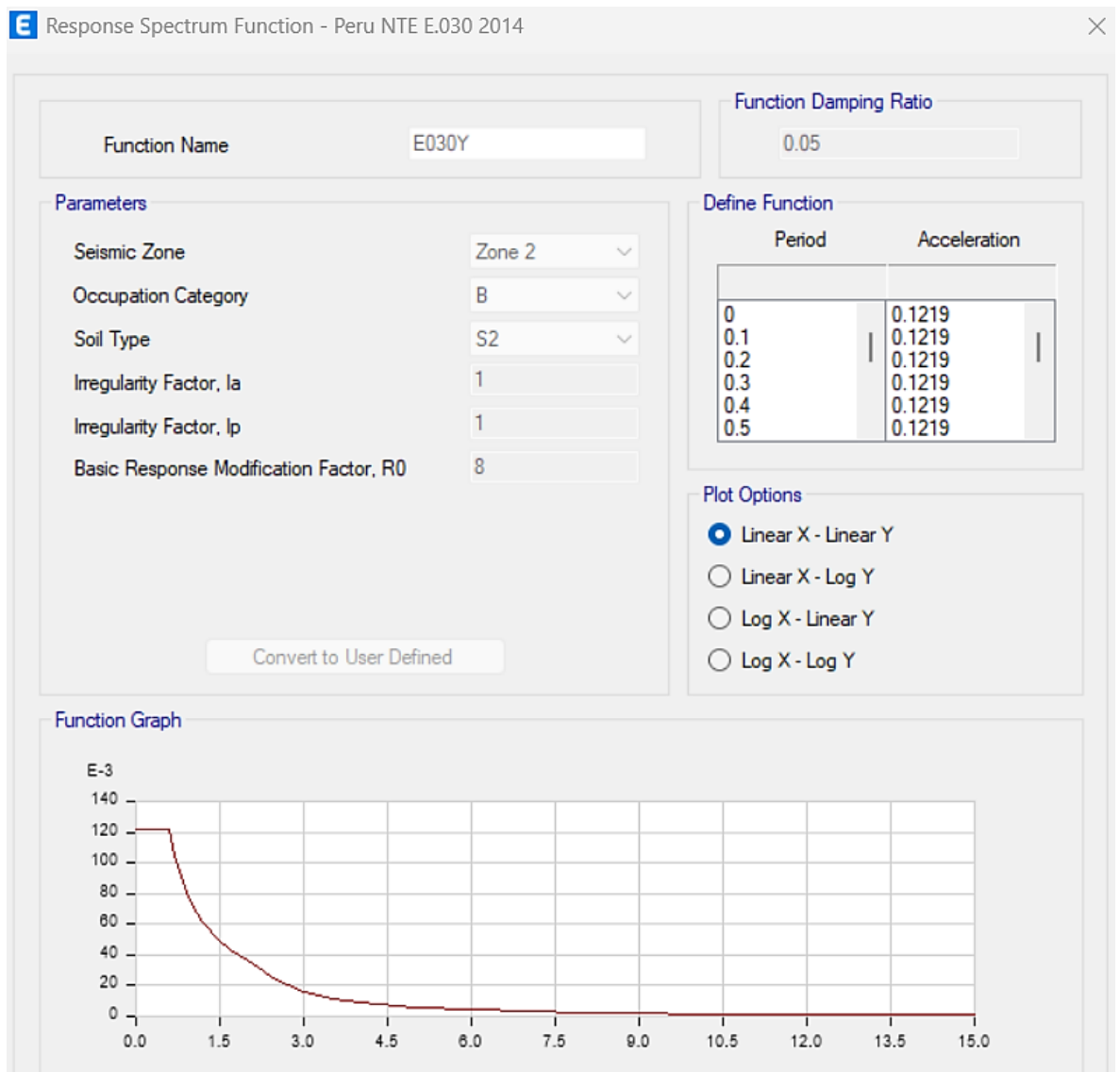
Espectro de diseño X-X



Nota: se aprecia el espectro de diseño en la dirección X, teniendo como factor zona 2, factor uso 1.5, tipo de suelo S2 y factor de reducción R=8.

Figura 43

Espectro de diseño Y-Y



Nota: se aprecia el espectro de diseño en la dirección Y, teniendo como factor zona 2, factor uso 1.5, tipo de suelo S2 y factor de reducción R=8.

Figura 44

Definición del sismo dinámico en X

General

Load Case Name: SDIN_X Design...
Load Case Type: Response Spectrum Notes...
Mass Source: Previous (MsSrc1)
Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030X	9.81

Info Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
Modal Combination Method: CQC
 Include Rigid Response
Rigid Frequency, f1: Rigid Frequency, f2: Periodic + Rigid Type:
Earthquake Duration, td: Directional Combination Type: SRSS
Absolute Directional Combination Scale Factor: Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...
Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...
OK Cancel

Nota: se muestra la definición del sismo dinámico en X, en base al espectro de respuesta definido.

Figura 45

Definición del sismo dinámico en Y

Load Case Data

General

Load Case Name: SDIN_Y

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Design... Notes...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E030Y	9.81

Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

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

OK Cancel

Nota: se muestra la definición del sismo dinámico en Y, en base al espectro de respuesta definido.

Figura 46

Definición del desplazamiento en X

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: DESPLAZ_X

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDIN_X	6

Add

Delete

OK Cancel

Nota: se muestra la definición del desplazamiento en X ($0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$), para la comprobación de las derivas máximas (según el artículo 31.1 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, donde establece que para estructuras regulares se multiplica por $0.75R$ y para estructuras irregulares se multiplica por $0.85R$; para hallar los desplazamientos laterales).

Figura 47

Definición del desplazamiento en Y

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: DESPLAZ_Y

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
SDIN_Y	6

Add

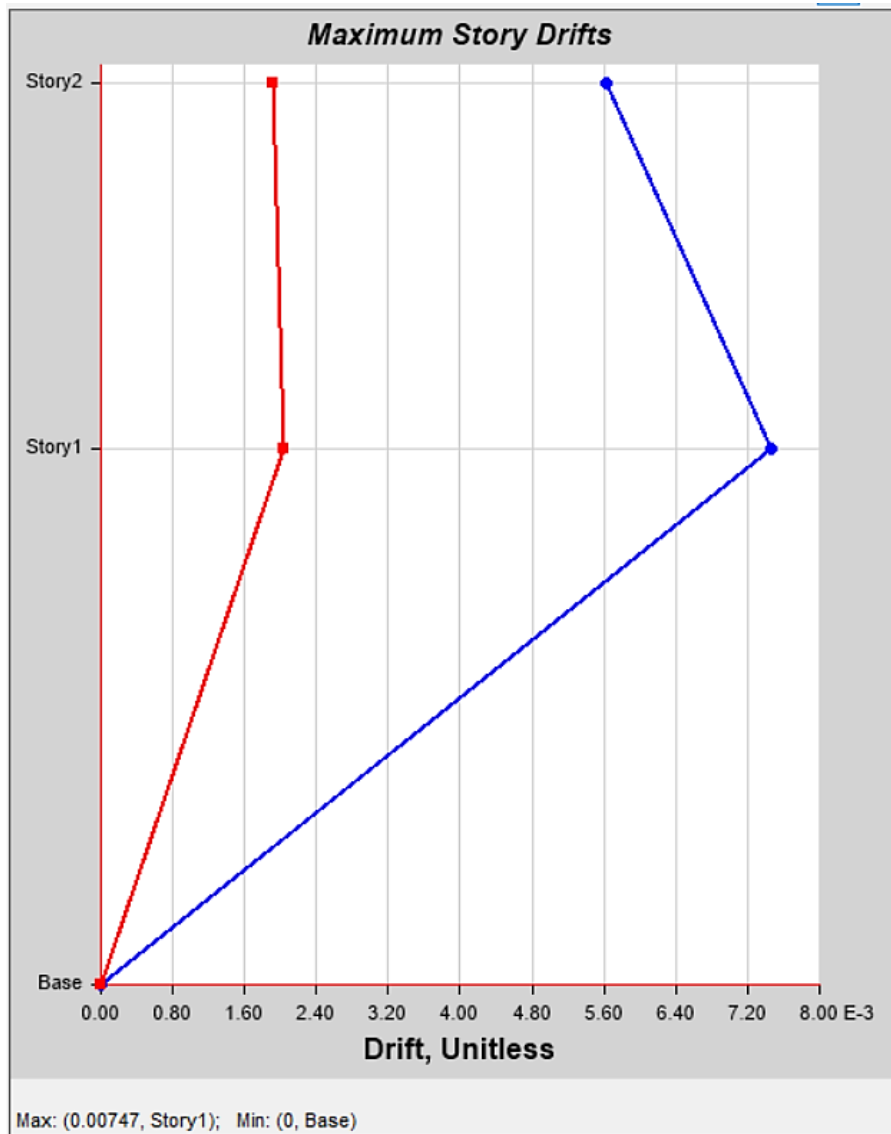
Delete

OK Cancel

Nota: se muestra la definición del desplazamiento en Y ($0.75 \cdot R = 0.75 \cdot 8 = 6$), para la comprobación de las derivas máximas (según el artículo 31.1 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, donde establece que para estructuras regulares se multiplica por $0.75R$ y para estructuras irregulares se multiplica por $0.85R$; para hallar los desplazamientos laterales).

Figura 48

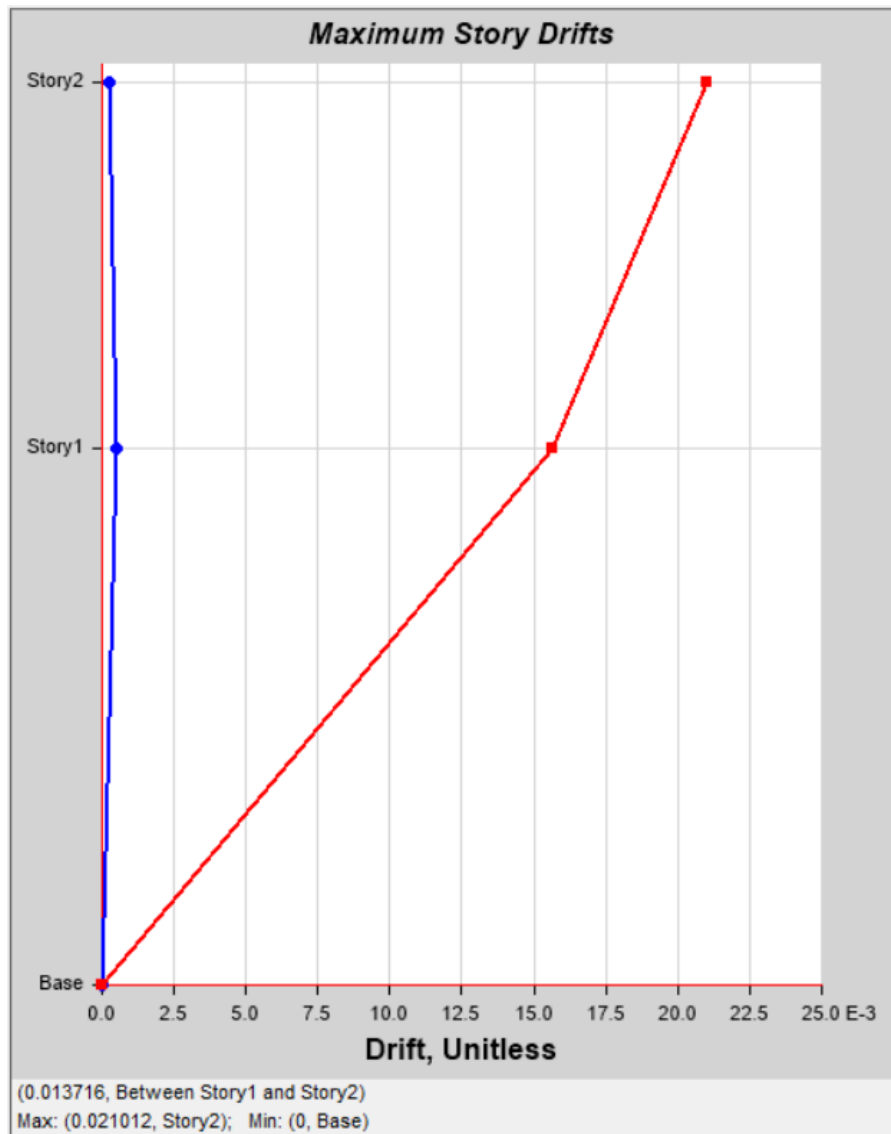
Distorsiones en la dirección X



Nota: Se aprecia las derivas en el eje X, donde la máxima distorsión se encuentra en el primer nivel con un valor de 0.00747. Este valor nos indica que no cumple con la norma, debido a que el máximo valor es 0.007, lo cual se debe hacerse un reforzamiento estructural (muros de corte, disipadores de energía, etc.)

Figura 49

Distorsiones en la dirección Y



Nota: Se aprecia las derivas en la dirección en Y, donde la máxima distorsión se encuentra en el segundo nivel con un valor de 0.021012. Este valor nos indica que no cumple con la norma, debido a que el máximo valor es 0.007, lo cual se debe hacerse un reforzamiento estructural (muros de corte, disipadores de energía, etc.)

ANEXO II: INFORME DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



TESIS:

**"NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE
EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE"
EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL
(PUSHOVER) 2024".**

TESISTAS:

EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY

EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

JAEN, CAJAMARCA, JUNIO - 2025

INDICE

1. GENERALIDADES.....	3
1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
1.2. NORMATIVIDAD	3
1.3. ANTECEDENTES.....	3
2. INVESTIGACIONES REALIZADAS	3
2.1. TRABAJOS DE CAMPO	3
3. EVALUACIÓN DEL CONCRETO INSITU	5
3.1 EQUIPO UTILIZADO.....	5
3.2. SELECCIÓN DEL AREA DE ENSAYO.....	5
3.3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.....	5
4. CONCLUSIONES	7

INFORME TÉCNICO

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Realizar la evaluación de la uniformidad y estimación de la resistencia a la compresión del concreto endurecido en los elementos estructurales de un pabellón del Instituto de Educación Superior “Víctor Andrés Belaúnde”, mediante ensayos no destructivos utilizando el esclerómetro de rebote (método Schmidt). Esta evaluación permitirá obtener una caracterización preliminar del comportamiento mecánico del concreto, contribuyendo al análisis estructural del proyecto de tesis y proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la integridad y seguridad estructural.

1.2. NORMATIVIDAD

Para la evaluación in situ del concreto endurecido se realizó de acuerdo con las siguientes normas:

- MTC E 705 “Método De Ensayo Para Determinar El Numero De Rebote Del Concreto endurecido (Esclerometria)”.
- NTP 339.181 “Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido esclerómetro”.
- ASTM C 805 Standard Test Method for rebound number of hardened concrete

1.3. ANTECEDENTES

Por solicitud de los tesisistas TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY y VENGAS NICOLAS MAY JORDAN , se realizó el ensayo de esclerómetro del concreto endurecido de los elementos estructurales (columnas), las cuales fueron ensayadas in situ por solicitante. En un número de 12 puntos, las cuales fueron ubicadas por el solicitante en las zonas escogida por ellos.

2. INVESTIGACIONES REALIZADAS

2.1. TRABAJOS DE CAMPO

Para la realización de los trabajos de campo se siguieron los siguientes lineamientos:

- Tener los permisos autorizados para la accesibilidad al área de estudio.
- Previsión de los equipos, herramientas, insumos y equipos de protección personal a utilizar en campo:
 - Esclerómetro
 - Formato de ensayo
 - Escalera
 - Regla metaliza de 30cm

- Cincel tipo cortante
- Comba
- Pizarra
- Plumón
- Caja de tizas
- Casco
- Chaleco
- Zapatos de seguridad

➤ Ubicación de los puntos donde se realizará el ensayo:

De acuerdo con la accesibilidad y los permisos se ubicaron los puntos en el según nivel parte externa del pabellón del Instituto de educación superior.

Tabla 1 Ubicación de los puntos a ensayar

NIVEL	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	N° DE PRUEBAS	SECCIÓN
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E -1, Columna esquinada	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 2, Columna esquinada	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 3, Columna esquinada	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 4, Columna esquinada	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 5, Columna Perimetral	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 6, Columna Perimetral	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 7, Columna Perimetral	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	E - 8, Columna Perimetral	1	0.35 m x 0.55 m

3. EVALUACIÓN DEL CONCRETO INSITU

3.1 EQUIPO UTILIZADO

MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO (ESCLEROMETRO)

- MARCA: Zhejiang Tugong
- SERIE: 1122

3.2. SELECCIÓN DEL AREA DE ENSAYO

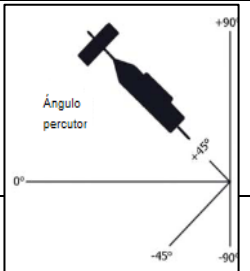
- Las estructuras de concreto a ser ensayadas serán de por lo menos 100 mm (4 pulgadas) de espesor.
- Deberán evitarse las superficies de concreto que presenten descascaramiento o alta porosidad.
- El área de ensayo será de por lo menos 150 mm (6 pulgadas) de diámetro.
- Las superficies de textura excesivamente suave o con mortero suelto, deberán ser pulidas con la piedra abrasiva. Las superficies lisas no tendrán que ser pulidas

3.3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo.
- Gradualmente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte.
- Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída.
- Leer el número del rebote en la escala y registrarlo, aproximándolo al entero.
- Tomar doce lecturas de cada área de ensayo.
- Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm (1 pulgada).
- Examinar la impresión hecha sobre la superficie después del impacto, y si el impacto aplasta o destroza la superficie (hueca con aire), anular la lectura y tomar otra lectura.

Tabla 2. Del Angulo De Impacto Vs El Número De Rebote Y La Resistencia En kg/cm2

Numero de rebote y resistencia en kg/cm2					
R	α -90°	α -45°	0°	α +45°	α +90°
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		



25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Over600	Over600	580	550	530
55	Over 600	Over 600	600	570	555a

Tabla 3 Resumen del ensayo de esclerometría

Punto	Estructura	Valor de rebote (R)												PROMEDIO CORREGIDO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		Diseño (kg/cm ²)	Esclerómetro (kg/cm ²)	Porcentaje F ^{''} c
E - 1	Columna Esquinada	35	31	38	38	36	35	37	34	34	35	35	36	34.83	210	276	131.4
E - 2	Columna Esquinada	28	27	31	31	32	31	35	30	30	32	34	32	31.08	210	217	103.3
E - 3	Columna Esquinada	27	30	30	34	33	31	31	31	25	25	31	32	29.64	210	213	101.43
E - 4	Columna Esquinada	30	27	31	31	31	32	30	35	30	35	34	32	31.12	210	222	105.71
E - 5	Columna Perimetral	31	34	34	32	31	32	33	30	29	33	30	31	31.29	210	225	107.14
E - 6	Columna Perimetral	34	31	32	34	31	32	33	29	33	30	30	30	31.12	210	222	105.71
E - 7	Columna Perimetral	31	35	35	37	35	33	31	32	33	33	33	34	33.10	210	250	119.05
E - 8	Columna Perimetral	30	35	30	30	32	33	32	35	35	33	36	31	32.67	210	238	113.33

4. CONCLUSIONES

- El presente informe se emitirá a solicitud de los tesisistas; Est. Tenorio Díaz Heistin Rubiany y Est. Venegas Nicolas May Jordan, y que los resultados obtenidos son producto de los ensayos in situ.
- Los ensayos se realizaron de acuerdo con lo establecido en las normas del MTC E 705 “Método De Ensayo Para Determinar El Número De Rebote Del Concreto endurecido (Esclerómetro)”, A.S.T.M. C 805 “Ensayo Comparativo De La Resistencia A La Compresión Del Concreto”.
- Los números de disparo (valor de rebote R) se encuentran dentro del rango de validez
- Se observa una falta de uniformidad en las resistencias estimadas del concreto entre los puntos ensayados, los valores obtenidos superan la resistencia de diseño, cumpliendo con los requisitos estructurales.

ANEXOS I
Fotografías de campo

Figura 1.

Detección de la resistencia de concreto en columnas esquineras



ANEXOS II
RESULTADOS DE ENSAYO DE
ESCLEROMETRÍA

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

DATOS DEL ENSAYO

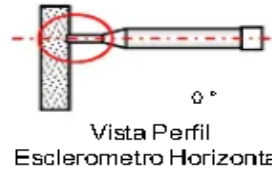
MUESTRA	: E - 1	EDAD DEL CONCRETO:	22 años	OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
ELEMENTO	: Columna Esquinada	TIPO DE CEMENTO:	-----	EQUIPO:	Zhejiang Tugong
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2		
NIVEL	: Segundo nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco		

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	35	35
2	31	31
3	38	38
4	38	38
5	36	36
6	35	35
7	37	37
8	34	34
9	34	34
10	35	35
11	35	35
12	36	36
Sumatoria		423

- Índice de rebote Schmidt (R) =	35.25
- Factor de corrección Yunque =	0.988
- Índice de dureza:	34.83

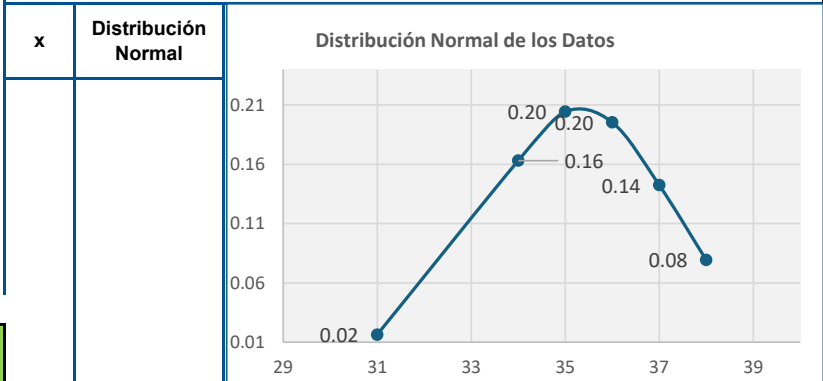
- Resistencia a la compresión estimada	277 kg/cm2
--	------------

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	Desviación etandar:
-----------	---------------------



Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: E - 2	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Esquinada	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Segundo nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERDOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	28	28
2	27	27
3	31	31
4	31	31
5	32	32
6	31	31
7	35	35
8	30	30
9	30	30
10	32	32
11	34	34
12	32	32
Sumatoria		373

- Índice de rebote Schmidt (R) =	31.0833
- Factor de corrección Yunque =	0.988
- Índice de dureza:	30.71

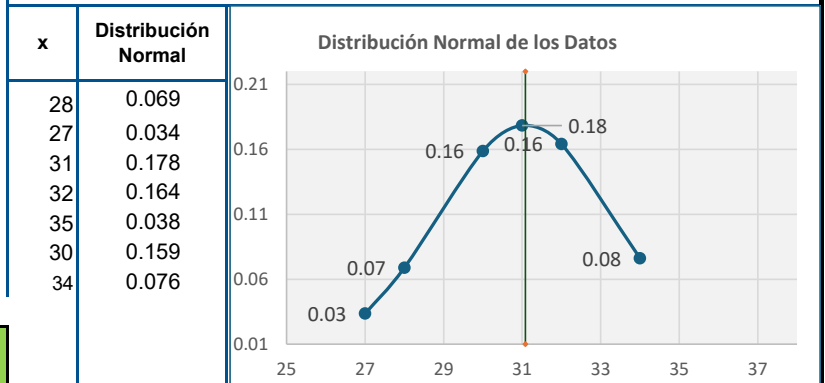
- Resistencia a la compresión estimada	217 kg/cm2
--	------------

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	31.083	Desviación etandar:	2.23
-----------	--------	---------------------	------



Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

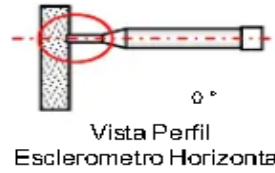
MUESTRA	: E - 3	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Esquinada	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Segundo nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	27	27
2	30	30
3	30	30
4	34	34
5	33	33
6	31	31
7	31	31
8	31	31
9	25	25
10	25	25
11	31	31
12	32	32
Sumatoria		360

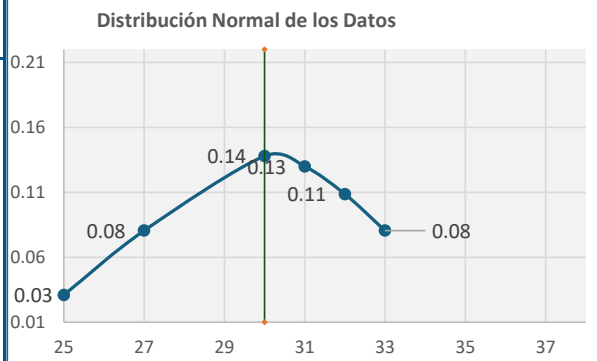
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	30	Desviación etandar:	2.89
-----------	----	---------------------	------

x	Distribución Normal
27	0.081
30	0.138
34	0.053
33	0.081
31	0.130
25	0.031
32	0.109



- Índice de rebote Schmidt (R) =	30
- Factor de corrección Yunque =	0.988
-Índice de dureza:	29.64

- Resistencia a la compresión estimada	213 kg/cm2
--	------------

Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

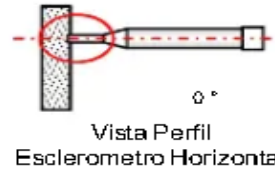
MUESTRA	: E - 4	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Esquinada	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Segundo nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	30	30
2	27	27
3	31	31
4	31	31
5	31	31
6	32	32
7	30	30
8	35	35
9	30	30
10	35	35
11	34	34
12	32	32
Sumatoria		378

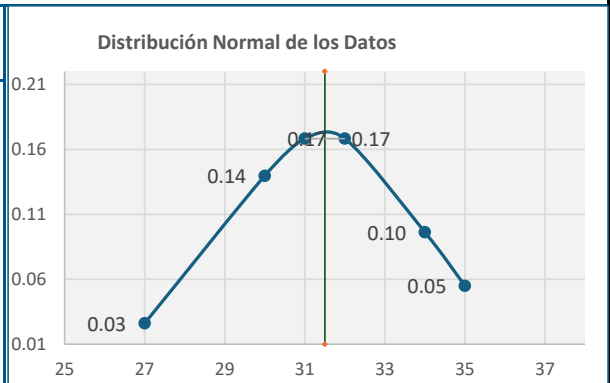
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	31.5	Desviación etandar:	2.32
-----------	------	---------------------	------

x	Distribución Normal
30	0.140
27	0.026
31	0.168
32	0.168
35	0.055
34	0.096



- Índice de rebote Schmidt (R) =	31.5
- Factor de corrección Yunque =	0.988
-Índice de dureza:	31.12

- Resistencia a la compresión estimada	222 kg/cm2
--	------------

Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

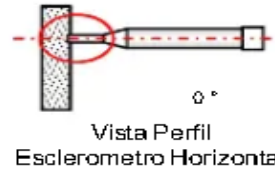
MUESTRA	: E - 5	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Perimetral	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Primer nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	31	31
2	34	34
3	34	34
4	32	32
5	31	31
6	32	32
7	33	33
8	30	30
9	29	29
10	33	33
11	30	30
12	31	31
Sumatoria		380

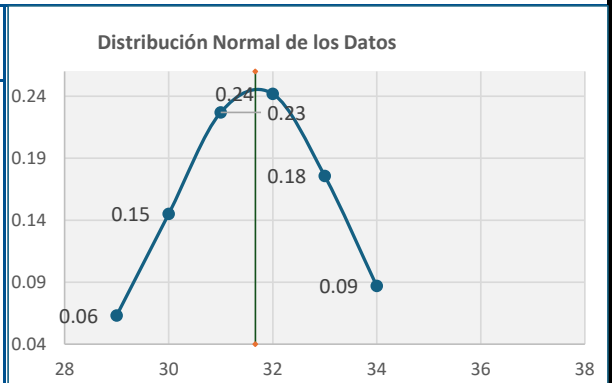
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	31.667	Desviación etandar:	1.61
-----------	--------	---------------------	------

x	Distribución Normal
31	0.227
34	0.087
32	0.242
33	0.176
30	0.145
29	0.063



- Índice de rebote Schmidt (R) =	31.6667
- Factor de corrección Yunque =	0.988
-Índice de dureza:	31.29

- Resistencia a la compresión estimada	225 kg/cm2
--	------------

Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: E - 6	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Perimetral	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm ²
NIVEL	: Primer nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	34	34
2	31	31
3	32	32
4	34	34
5	31	31
6	32	32
7	33	33
8	29	29
9	29	29
10	33	33
11	30	30
12	30	30
Sumatoria		378

- Índice de rebote Schmidt (R) =	31.5
- Factor de corrección Yunque =	0.988
- Índice de dureza:	31.12

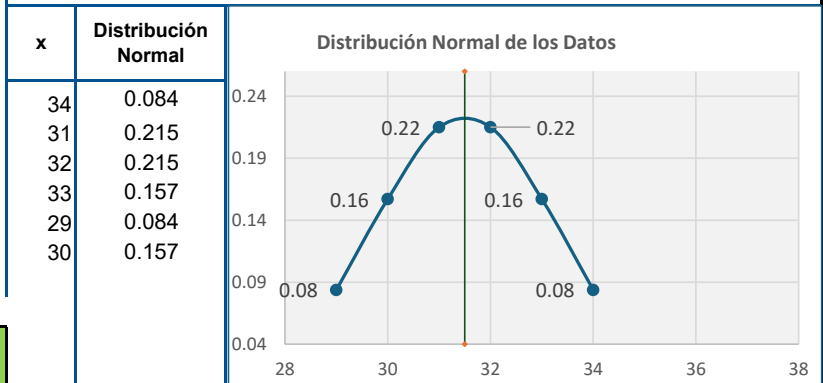
- Resistencia a la compresión estimada	222 kg/cm ²
--	------------------------

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	31.5	Desviación etandar:	1.78
-----------	------	---------------------	------



Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

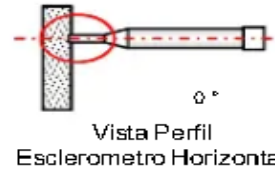
MUESTRA	: E - 7	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Perimetral	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Primer nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

OPERADOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	31	31
2	35	35
3	35	35
4	37	37
5	35	35
6	33	33
7	31	31
8	32	32
9	33	33
10	33	33
11	33	33
12	34	34
Sumatoria		402

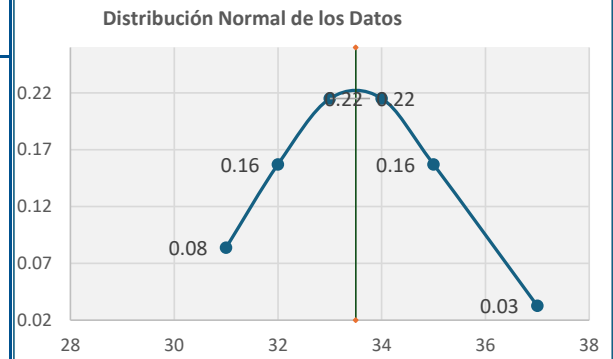
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	33.5	Desviación etandar:	1.78
-----------	------	---------------------	------

x	Distribución Normal
31	0.084
35	0.157
37	0.033
33	0.215
32	0.157
34	0.215



- Índice de rebote Schmidt (R) =	33.5
- Factor de corrección Yunque =	0.988
-Índice de dureza:	33.10

- Resistencia a la compresión estimada	250 kg/cm2
--	------------

Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO:	: "NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024"
DIRECCIÓN:	: CALLE HOSPITAL N°350 - JAÉN CAJAMARCA
SOLICITANTE	: EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: E - 8	EDAD DEL CONCRETO:	22 años
ELEMENTO	: Columna Perimetral	TIPO DE CEMENTO:	-----
SECCIÓN	: 0.35 X 0.55 m	RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 kg/cm2
NIVEL	: Primer nivel	HUMEDAD INTERNA:	Seco

DATOS DEL ENSAYO

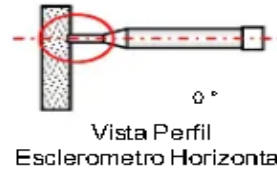
OPERDOR:	EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO
EQUIPO:	Zhejiang Tugong

Número de Lectura	Lecturas Martillo	Lecturas Depuradas
1	30	30
2	35	35
3	30	30
4	30	30
5	32	32
6	33	33
7	32	32
8	35	35
9	35	35
10	33	33
11	36	36
12	31	31
Sumatoria		392

- Índice de rebote Schmidt (R) =	32.6667
- Factor de corrección Yunque =	0.988
- Índice de dureza:	32.27

- Resistencia a la compresión estimada	238 kg/cm2
--	------------

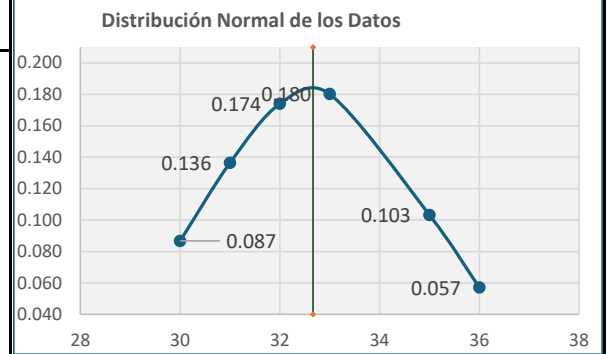
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN E IMPACTO



PARAMETRO ESTADÍSTICO

Promedio:	32.667	Desviación etandar:	2.19
-----------	--------	---------------------	------

x	Distribución Normal
30	0.087
35	0.103
32	0.174
33	0.180
36	0.057
31	0.136



Observaciones: La ubicación de los puntos de esclerometría se ha considerado que no haya presencia de humedad, ni superficies rugosas

**ANEXO III: INFORME DE
ENSAYO DE ESCÁNER LASER
DE ARMADURAS**

INFORME TÉCNICO DEL ESCANEO EN ARMADURAS DE ACERO



TESIS:

"NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR "VICTOR ANDRÉS BELAUNDE" EMPLEANDO EL ANALISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) 2024".

TESISTAS:

**EST. TENORIO DÍAZ HEISTIN RUBIANY
EST. VENEGAS NICOLAS MAY JORDANO**

JAEN, CAJAMARCA, JUNIO - 2025

CONTENIDO

1.	RESUMEN	3
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo general	3
2.2.	Objetivos específicos	3
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO	4
4.	EQUIPO UTILIZADO.....	4
5.	ALCANCE Y LIMITACIONES.....	4
5.1.	Alcance del trabajo	4
5.2.	Limitaciones	4
6.	METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN	5
6.1.	Visita de inspección previa y delimitación de la zona.....	5
6.2.	Trabajos de campo	7
7.	RESULTADOS.....	8
7.1.	Columnas	8
7.2.	Vigas.....	8
8.	CONCLUSIONES.....	9
9.	RECOMENDACIONES	9
10.	ANEXOS	9

1. RESUMEN

El presente informe técnico describe el proceso y los resultados del escaneo no destructivo de armaduras de acero en elementos estructurales (columnas, vigas) del pabellón de la Escuela de Educación Superior “Víctor Andrés Belaunde”, ubicada en la ciudad de Jaén, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

El escaneo fue realizado utilizando un equipo especializado de detección electromagnética, con el fin de identificar la ubicación, diámetro, separación y profundidad de recubrimiento de las barras de refuerzo embebidas en concreto armado. Este procedimiento se desarrolló como parte de la fase inicial del trabajo de tesis titulado: “Nivel de desempeño sísmico de la Escuela de Educación Superior ‘Víctor Andrés Belaúde’ empleando el análisis estático no lineal (Pushover), 2024”, solicitado por los estudiantes Tenorio Díaz Heistin Rubiany y Venegas Nicolás May Jordano.

La información obtenida servirá como base para el modelado estructural del pabellón, a fin de evaluar el desempeño de la edificación ante eventos sísmicos. Este análisis permitirá determinar el nivel de seguridad estructural actual y, a partir de ello, formular propuestas de mejora, reforzamiento y rehabilitación, según el grado de riesgo encontrado.

De esta manera, el escaneo de armaduras se constituye como una herramienta clave para el diagnóstico técnico y la toma de decisiones preventivas en edificaciones educativas de importancia pública.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar un escaneo para determinar la configuración del acero de refuerzo en columnas, vigas y otros elementos estructurales de la Escuela “Víctor Andrés Belaúde”, como insumo para el análisis estructural mediante el método Pushover.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar la distribución, separación, diámetro y ubicación del acero de refuerzo.
- Determinar los espesores de recubrimiento de concreto en cada elemento estructural escaneado.

- Generar planos y registros gráficos de las armaduras detectadas.
- Apoyar la modelación estructural con información confiable de campo.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

- Principios de detección electromagnética en concreto armado.
- Importancia del recubrimiento en estructuras.
- Influencia del armado en el desempeño sísmico.
- Tecnología utilizada en ensayos no destructivos: Ferroskan, Rebar Scanner, GPR, etc.

4. EQUIPO UTILIZADO

Tabla 1 Modelo y marca del equipo utilizado en el escaneo de acero

Descripción	Modelo / Marca	Alcance / Precisión	Observaciones
Escáner de acero	ZD-310/Peru test.	Hasta 12 cm de profundidad	Pantalla con imagen 2D
Software	RC análisis	Exportación de mapas	Compatible con PC

Se incluirá fotografía del equipo en uso

Figura 1 *Detector de materiales (acero estructural)*



5. ALCANCE Y LIMITACIONES

5.1. Alcance del trabajo

- Escaneo de columnas, vigas y losas principales.
- Identificación del armado longitudinal y transversal.

5.2. Limitaciones

- Accesibilidad limitada en algunos elementos.
- Recubrimientos excesivos pueden reducir precisión.
- Influencia de otros metales cercanos.

6. METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

6.1. Visita de inspección previa y delimitación de la zona.

- Solicitar los permisos autorizados para la accesibilidad al área de estudio.
- Ubicación del pabellón de estudio
- Ubicación de los puntos donde se realizará el ensayo:

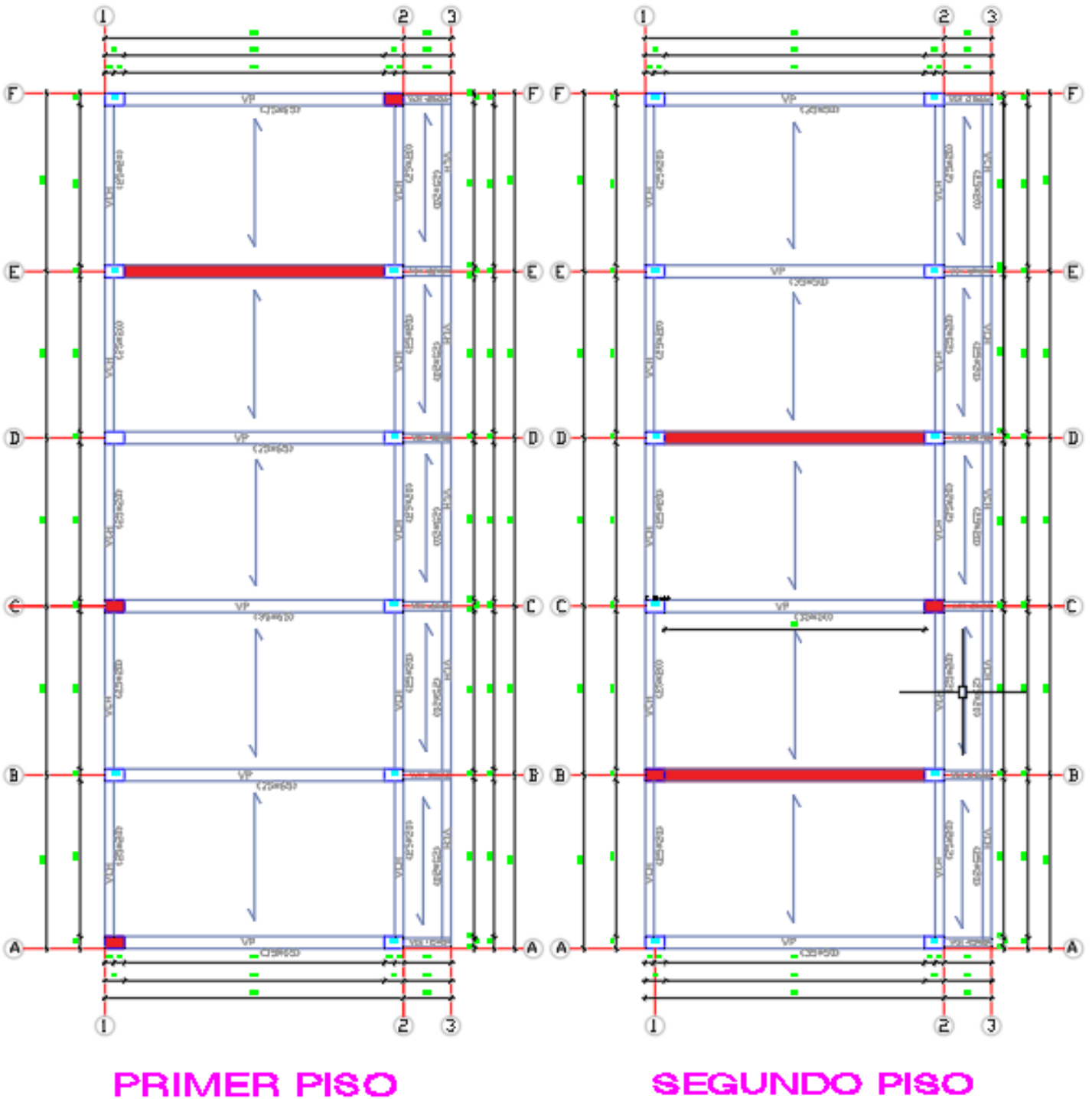
De acuerdo con la accesibilidad y los permisos se ubicaron los puntos en el primer nivel y Segundo nivel parte externa y interna del pabellón del Instituto de educación superior.

Tabla 2 *Tabla Ubicación de los puntos a ensayar*

NIVEL	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	Nº DE PRUEBAS	SECCIÓN
1 ^{er} Nivel	14/06/2025	EA - 01, Columna esquinada, parte posterior del pabellón	1	0.35 m x 0.55 m
1 ^{er} Nivel	14/06/2025	E A - 02, Columna perimetral, parte posterior del pabellón.	1	0.35 m x 0.55 m
1 ^{er} Nivel	14/06/2025	E A - 03, Columna esquinada, fachada principal del pabellón.	1	0.35 m x 0.5 m
1 ^{er} Nivel	14/06/2025	EA- 04, Viga principal central.	1	0.35 m x 0.65m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	EA - 05, Columna Perimetral, parte posterior interna del pabellón	1	0.35 m x 0.55 m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	EA - 06, Columna Perimetral, fachada principal del pabellón.	1	0.35 m x 0.55 m

2 ^{do} Nivel	14/06/2025	EA- 07, Viga principal central.	1	0.35 m x 0.65m
2 ^{do} Nivel	14/06/2025	EA- 08, Viga principal central.	1	0.35 m x 0.65m

- Distribución de los puntos de estudio, vigas y columnas en plano estructural. ■ (Ver plano de estructuras)



- Distribución de los espacios del Pabellón:
 - Aulas
 - Servicios higiénicos
 - Gimnasio
- Descripción de los elementos estructurales y no estructurales que conforman el pabellón de estudio
 - Columnas
 - Vigas principales y secundarias
 - Escalera tipo U
 - Albañilería conformada por ladrillos artesanales primer y segundo nivel.
 - Techo aligerado
 - Veredas
 - Cunetas de recolección de aguas pluviales
 - Voladizo para pasillo, con barandas metálicas para apoyo de los usuarios

6.2. Trabajos de campo

- Tener los permisos autorizados para la accesibilidad al área de estudio.
- Previsión de los equipos, herramientas, insumos y equipos de protección personal a utilizar en campo:
 - Detector de materiales (acero)
 - Escalera
 - Regla metaliza de 30cm
 - Pizarra
 - Plumón
 - Caja de tizas
 - Casco
 - Chaleco
 - Zapatos de seguridad
 - Wincha
- Limpieza superficial del concreto.
- Calibración del equipo en campo.

- Escaneo con patrón de cuadrícula.
- Registro fotográfico y almacenamiento de datos.
- Interpretación mediante software especializado.

7. RESULTADOS

7.1. Columnas

Tabla 3 *Distribución del acero transversal y longitudinal en columnas del primer nivel*

NIVEL= 1ER NIVEL		
ID DE ELEMENTO	INFORMACIÓN DEL ELEMENTO	
COLUMNAS	ACERO LONGITUDINAL	ACERO TRANSVERSAL
C1-EA01	8 Ø 5/8"	Ø 3/8", 6@0.10, 2@0.15, 2@0.20, R@ 0.30,c/ext.
C1-EA02	8 Ø 5/8"	Ø 3/8", 6@0.10, 2@0.15, 2@0.20, R@ 0.30,c/ext.
C1-EA03	8 Ø 5/8"	Ø 3/8", 6@0.10, 2@0.15, 2@0.20, R@ 0.30,c/ext.

Tabla 4 *Distribución del acero transversal y longitudinal en columnas del segundo nivel*

NIVEL= 2 DO NIVEL		
ID DE ELEMENTO	INFORMACIÓN DEL ELEMENTO	
COLUMNAS	ACERO LONGITUDINAL	ACERO TRANSVERSAL
C1-EA05	8 Ø 5/8"	Ø 3/8", 8@0.10, R@ 0.20, c/ext.
C1-EA06	8 Ø 5/8"	Ø 3/8", 8@0.10, R@ 0.20, c/ext.

7.2. Vigas

Tabla 5 *Distribución del acero transversal y longitudinal en vigas del primer nivel*

NIVEL= 1ER NIVEL		
ID DE ELEMENTO	INFORMACIÓN DEL ELEMENTO	
VIGAS	ACERO LONGITUDINAL	ACERO TRANSVERSAL
V1-EA04	6 Ø 3/4", 1 Ø 5/8", BALANCINES: 2 Ø 5/8", BASTONES 2 Ø 5/8"	Ø 3/8", 15@0.10, 8@0.15, R@ 0.20,c/ext.

Tabla 6 Distribución del acero transversal y longitudinal en vigas del segundo nivel

NIVEL= 2 DO NIVEL		
ID DE ELEMENTO	INFORMACIÓN DEL ELEMENTO	
VIGAS	ACERO LONGITUDINAL	ACERO TRANSVERSAL
V1-EA07	6 Ø 3/4", 1 Ø 5/8", BALANCINES: 2 Ø 5/8", BASTONES 2 Ø 5/8"	Ø 3/8", 15@0.10, 8@0.15, R@ 0.20,c/ext.
V1-EA08	6 Ø 3/4", 1 Ø 5/8", BALANCINES: 2 Ø 5/8", BASTONES 2 Ø 5/8"	Ø 3/8", 15@0.10, 8@0.15, R@ 0.20,c/ext.

8. CONCLUSIONES

- Se ha logrado detectar la configuración de acero en los elementos estructurales principales.
- La información obtenida es suficiente para la modelación del comportamiento no lineal.
- Los espesores de recubrimiento no cumplen con la norma E.060 en algunos elementos.

9. RECOMENDACIONES

- Complementar con esclerometría o extracción de testigos si se busca caracterización mecánica completa.
- Aplicar este tipo de evaluación a otros pabellones de la misma institución.
- Considerar este tipo de diagnóstico en obras de rehabilitación estructural.
- Para evaluaciones estructurales donde no se cuente con información de planos estructurales se recomienda seguir este procedimiento para la obtención de información de las estructuras

10. ANEXOS

ANEXOSI Fotografías de campo

Figura 2 *Detección de aceros longitudinales y transversales en vigas*



Figura 3 *Detección de aceros longitudinales y transversales en columnas*



ANEXOS II Detalles del armado detectado

Figura 4 Detalle del refuerzo detectado en columnas

ESC: 1/25

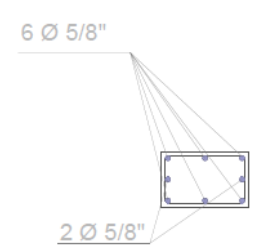
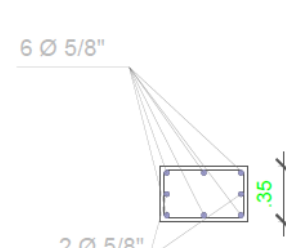

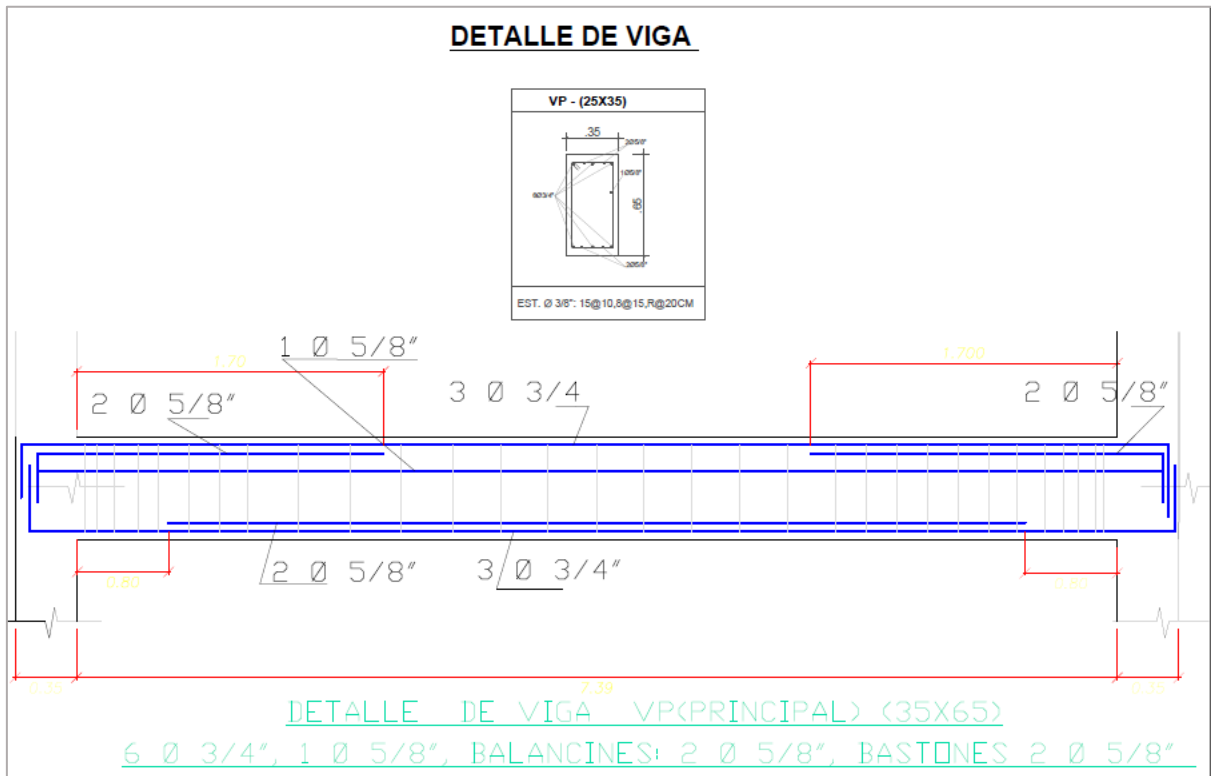
	C - 1		C - 1
1ER PISO		2DO PISO	
SECCION	.35 x .55		.35 x .55
REFUERZO	8 Ø 5/8"		8 Ø 5/8"
	3/8"; 6@0.10 2@0.15 2@0.20 R@0.30,c/ext.		3/8"; 8@0.10 R@0.20,c/ext.
RECUBRIMIENTO	0.025		0.025

Figura 5 Detalle del refuerzo detectado en vigas



ANEXOSIII

Capturas de los diagramas de acero detectados con el
equipo detector de materiales

FORMATO DE ESCANEEO EN COLUMNAS C-1 PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL – ACERO LONGITUDINAL

Figura 6 Distribución de acero longitudinal en el ancho de la columna

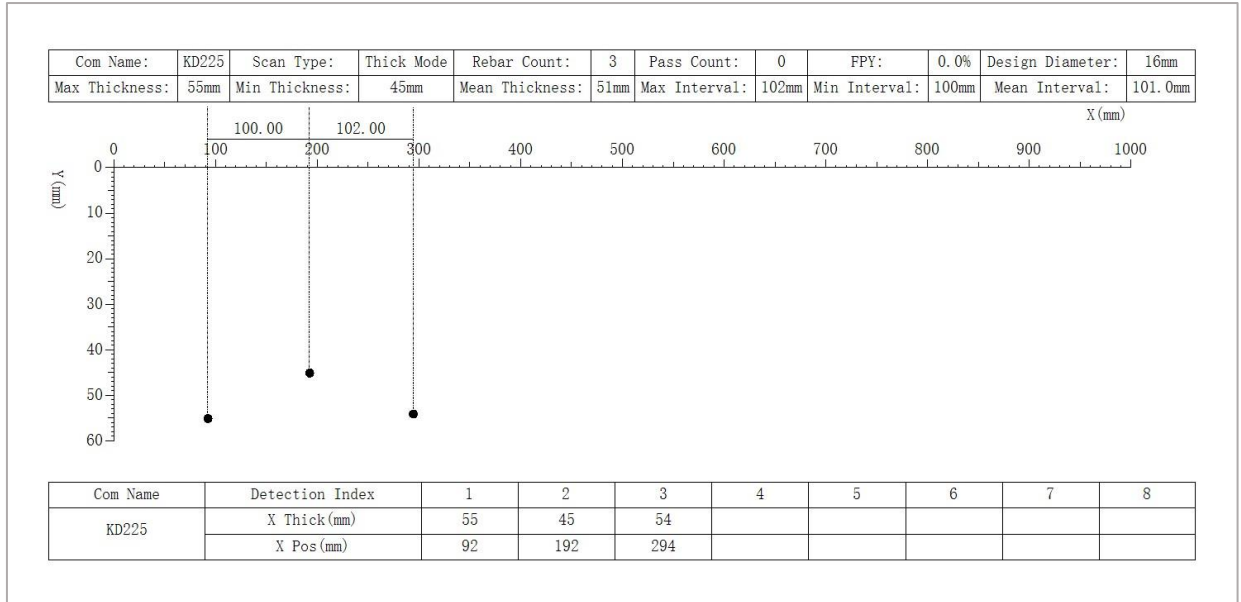
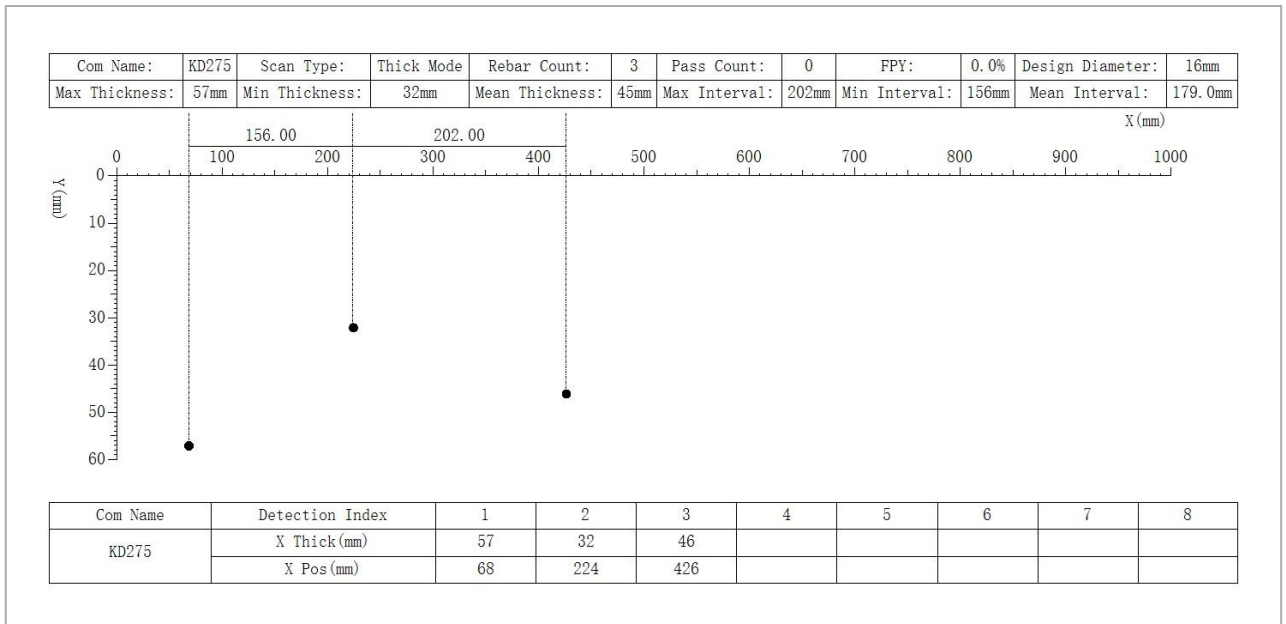


Figura 7 Distribución de acero longitudinal en la cara lateral de la columna



FORMATO DE ESCANEEO EN COLUMNAS C-1 PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL – ACERO TRANSVERSAL

Figura 8 Distribución de acero transversal en la columna primer nivel

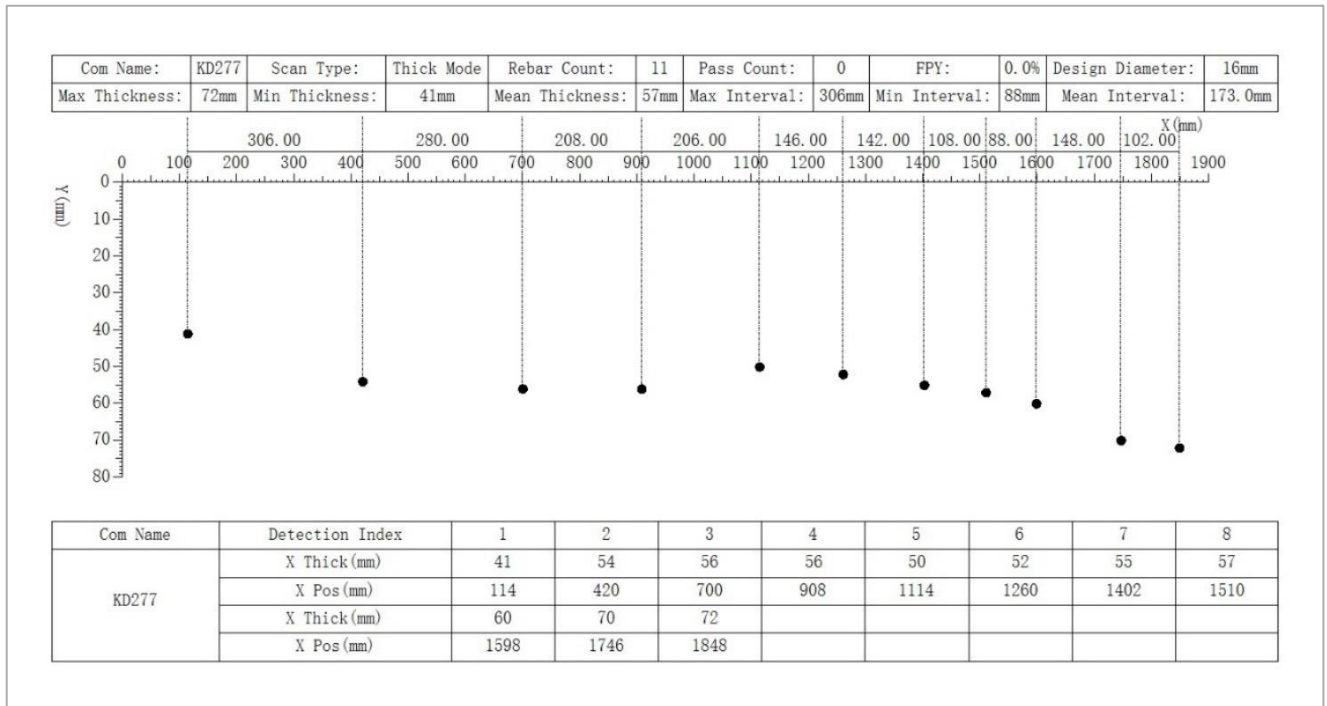
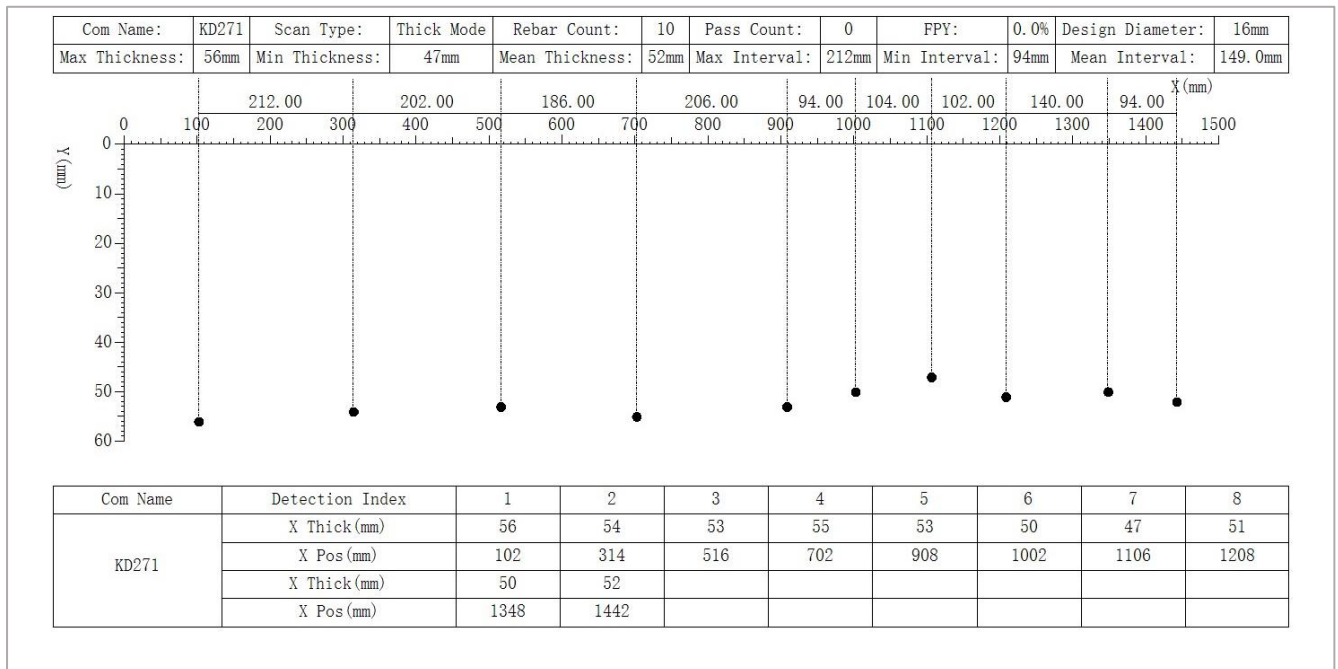
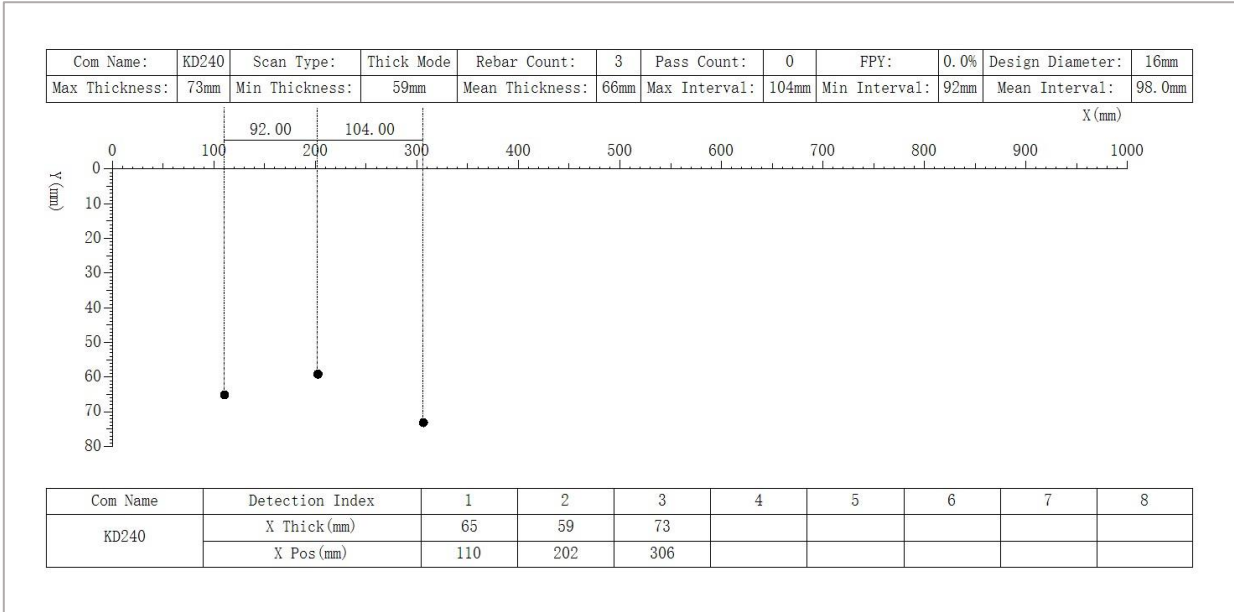


Figura 9 Distribución de acero transversal en columna del segundo nivel



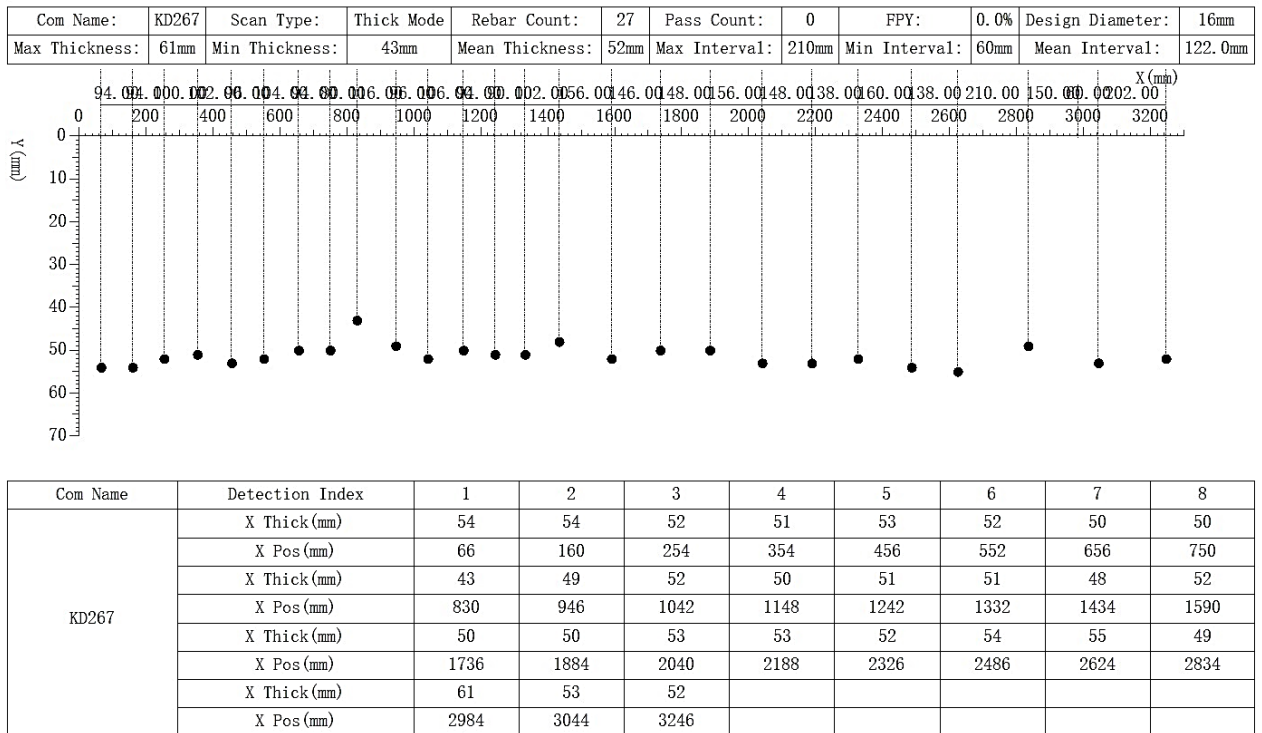
FORMATO DE ESCANEEO EN VIGAS V-1 PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL – ACERO LONGITUDINAL

Figura 10 Distribución del acero longitudinal en el ancho de la viga primer nivel y segundo nivel



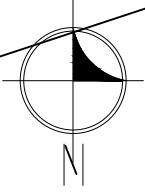
FORMATO DE ESCANEO EN VIGAS V-1 PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL – ACERO TRANSVERSAL

Figura 11 Distribución del acero transversal en la viga del primer nivel y segundo nivel



ANEXO IV: PLANOS

N.M.



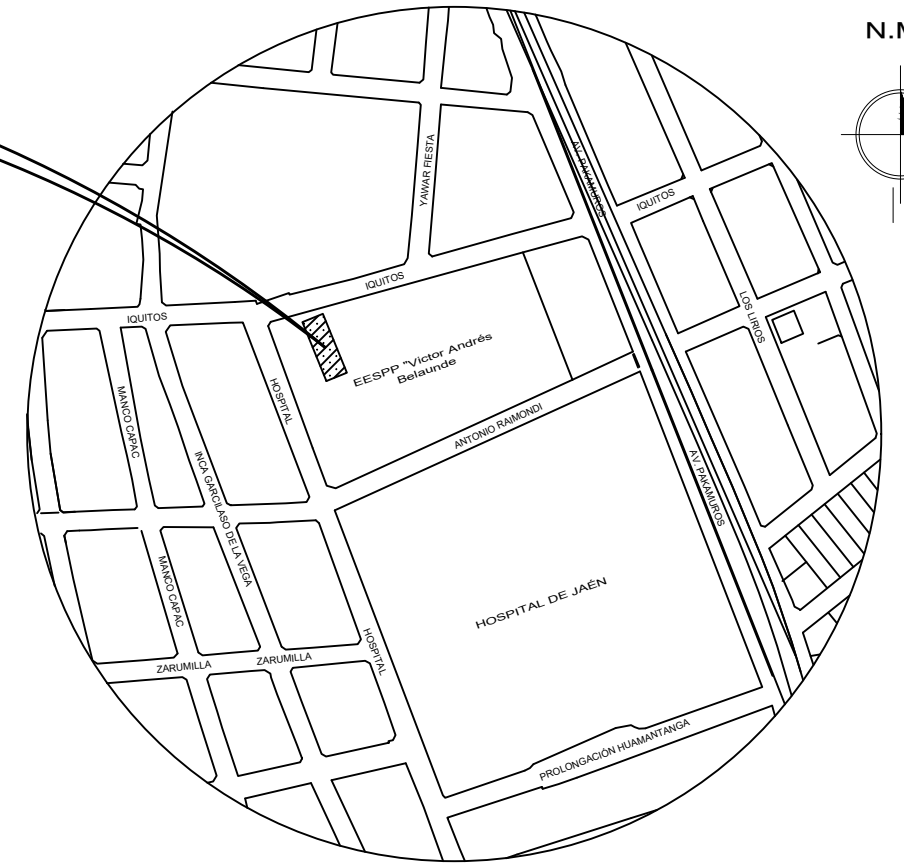
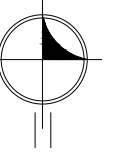
IQUITOS

HOSPITAL

EESPP "Victor Andrés Belaunde"

UBICACION

N.M.



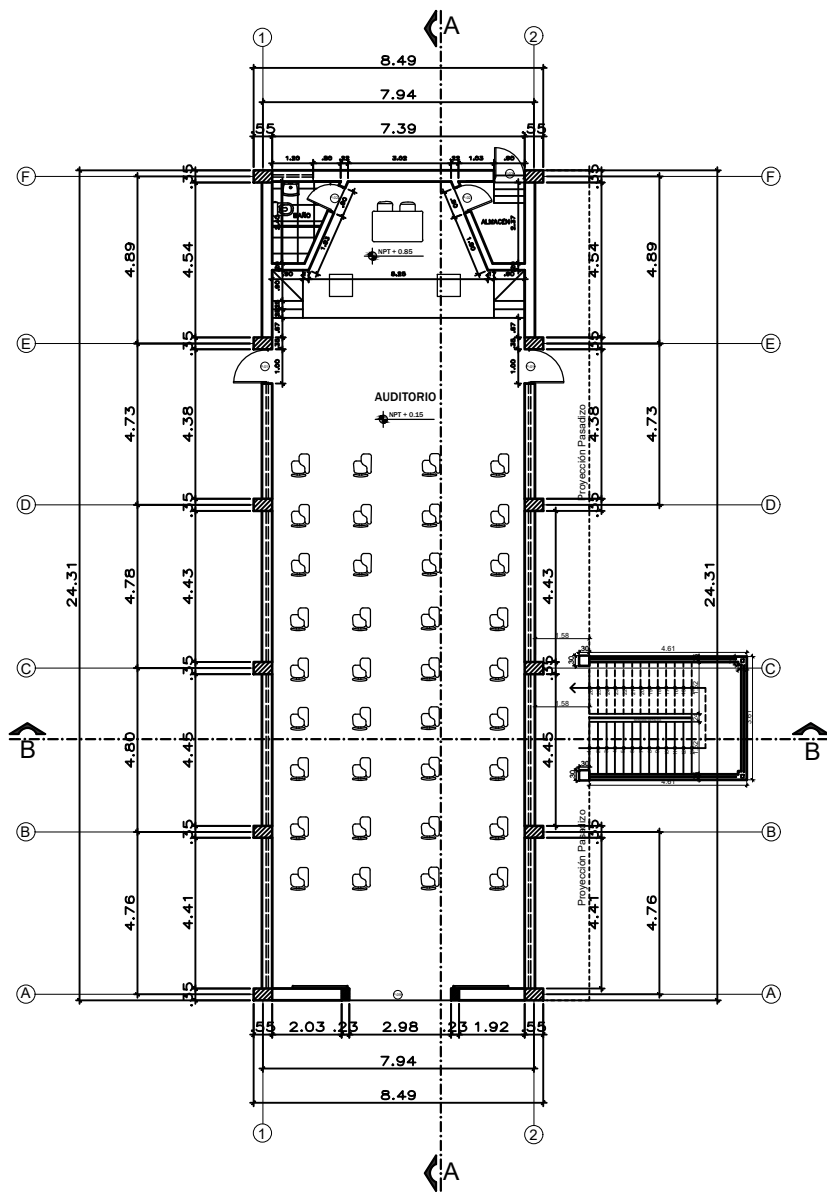
LOCALIZACION

ESCALA: 1/5000

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA
 PROVINCIA : JAÉN
 DISTRITO : JAÉN
 CALLE : HOSPITAL N° 350

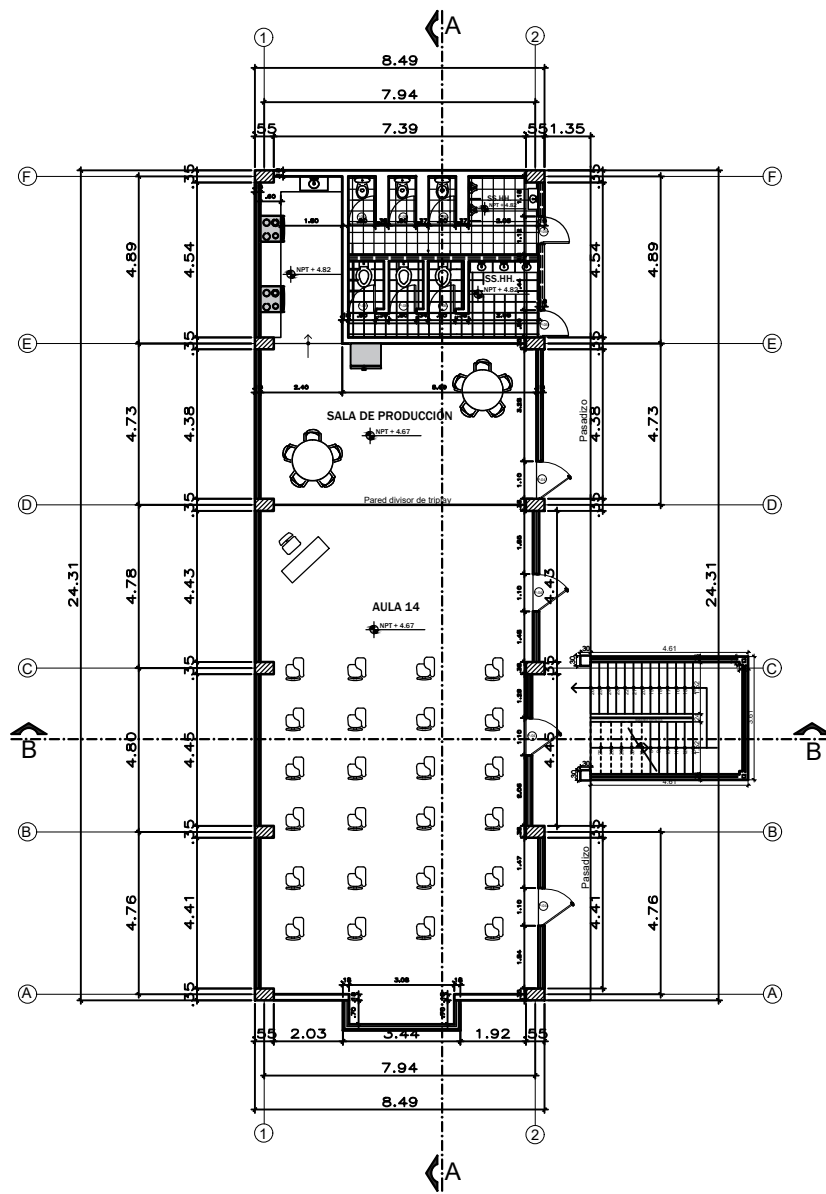
PROPIETARIO:	DPTO. CAJAMARCA	LAMINA:
	PROV.: JAÉN	U-L 01
	REV.:	1 DE 1
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION:	DIBUJO:
DESCRIPCION: CORTE 1° , 2° y 3° PISO	DISTRITO: JAÉN	ESCALA: ESPECIFICADA
PROYECTO: EESPP "Victor Andrés Belaunde"	PROFESIONAL:	FECHA: JUNIO 2025





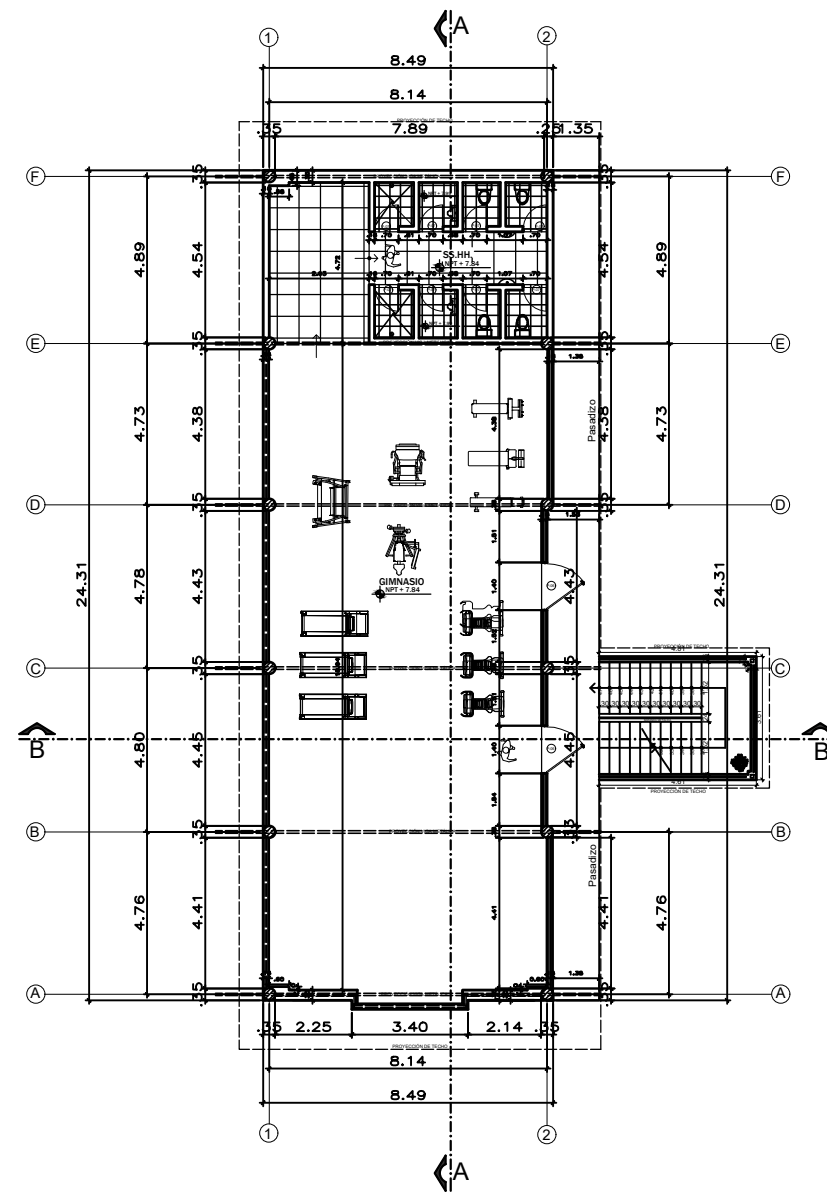
PRIMER PISO

ESC: 1/50



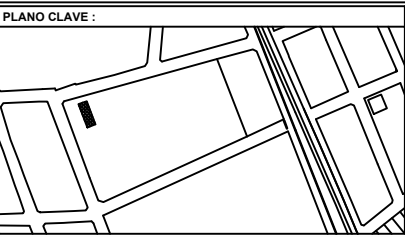
SEGUNDO PISO

ESC: 1/50



TERCER PISO

ESC: 1/50



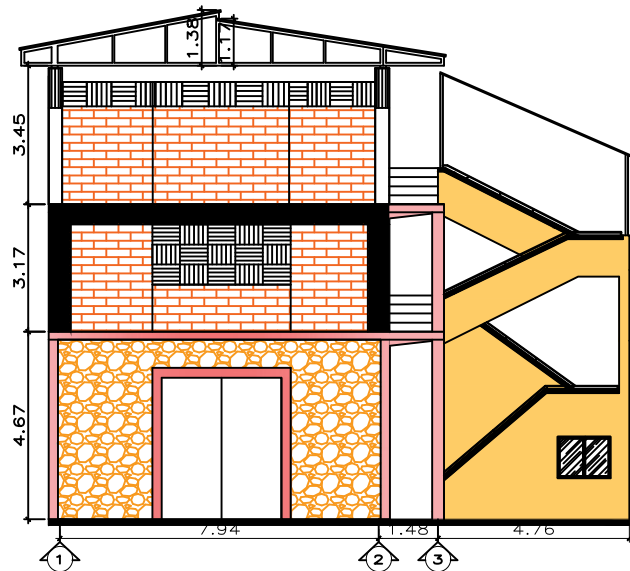
CUADRO DE VANOS
PUERTAS

CODIGO	ALFEIZER	ANCHO	ALTO
P-01	---	0.80	2.10
P-02	---	0.80	2.20
P-03	---	0.90	2.10
P-04	---	1.10	2.00
P-05	---	0.80	2.10
P-06	---	1.40	2.10
P-07	---	0.70	2.20
P-08	---	0.80	1.80
P-09	---	3.00	3.50

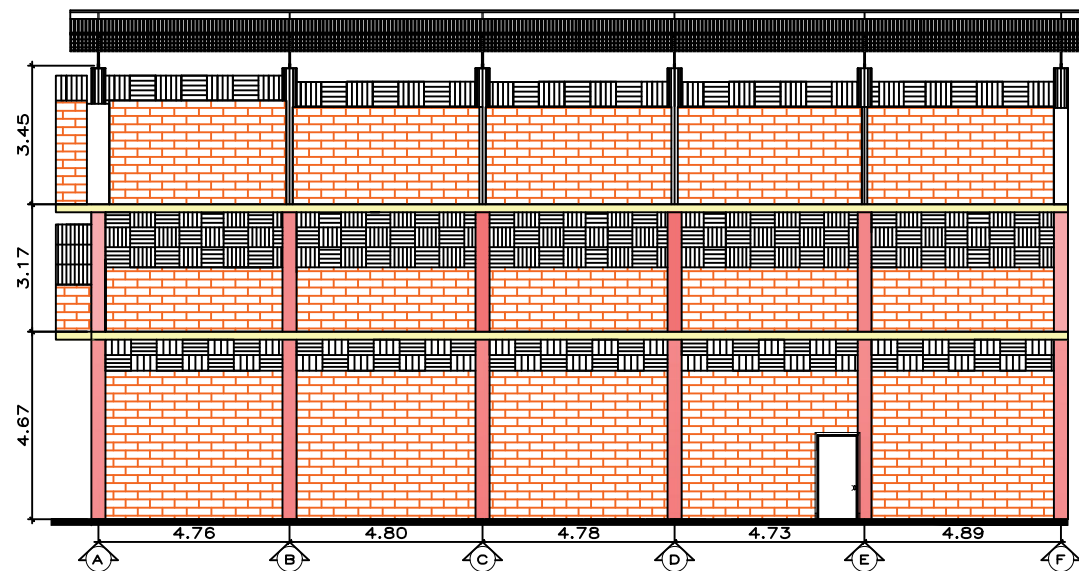
LEYENDA

	MUROS
	LINEA DE CORTE
	CORTES
	ELEVACIONES
	NIVEL DE PISO TERMINANDO
	NIVEL EN CORTE

PROPIETARIO:	DPTO.	CAJAMARCA	LAMINA: A-01 1 DE 3
	PROV.:	JAÉN	
	REV.:		
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION:	DIBUJO:	
DESCRIPCION: PLANTA 1° , 2° y 3° PISO	DISTRITO: JAÉN	ESCALA: 1 : 50	
PROYECTO: EESPP "Víctor Andrés Belaunde"	PROFESIONAL:	FECHA: JUNIO 2025	

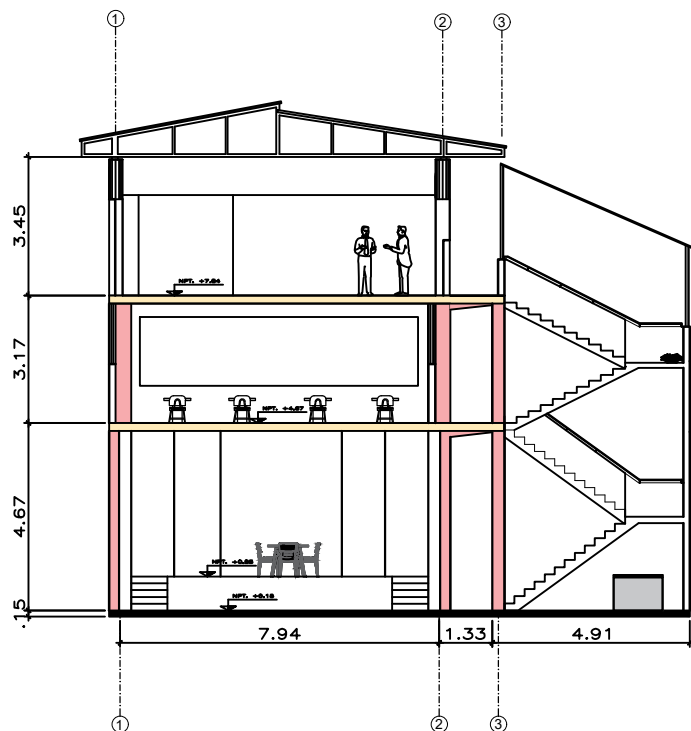


ELEVACIÓN FRONTAL



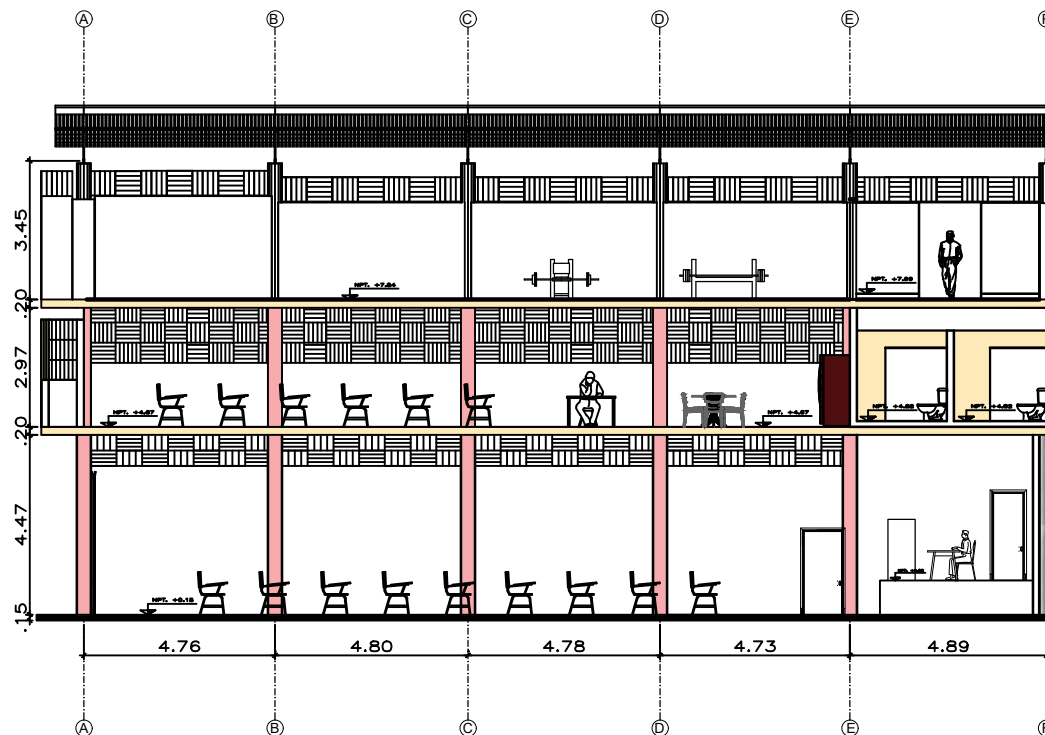
ELEVACIÓN LATERAL

PROPIETARIO:		DPTO.	CAJAMARCA	LAMINA: A-02 2 DE 3
		PROV.:	JAÉN	
		REV.:		
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		UBICACION:		
DESCRIPCION: ELEVACIÓN 1° , 2° y 3° PISO		DISTRITO: JAÉN		
PROYECTO: EESPP "Víctor Andrés Belaunde"		PROFESIONAL:		
		DIBUJO:		
		ESCALA:	1 : 50	
		FECHA:	JUNIO 2025	




CORTE B-B

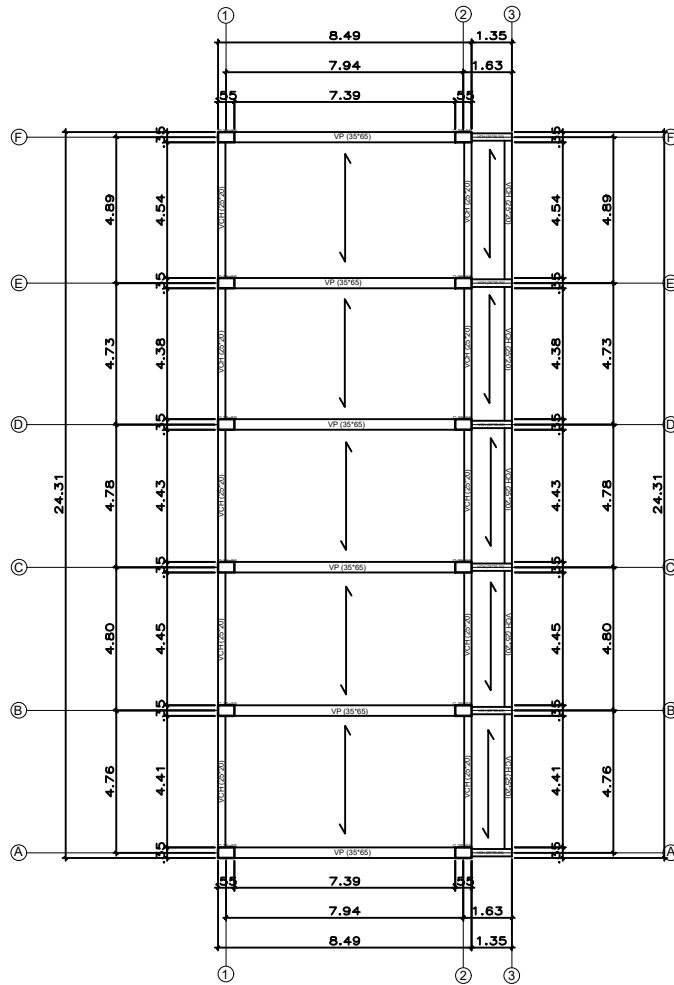
ESC : 1/50



CORTE A-A

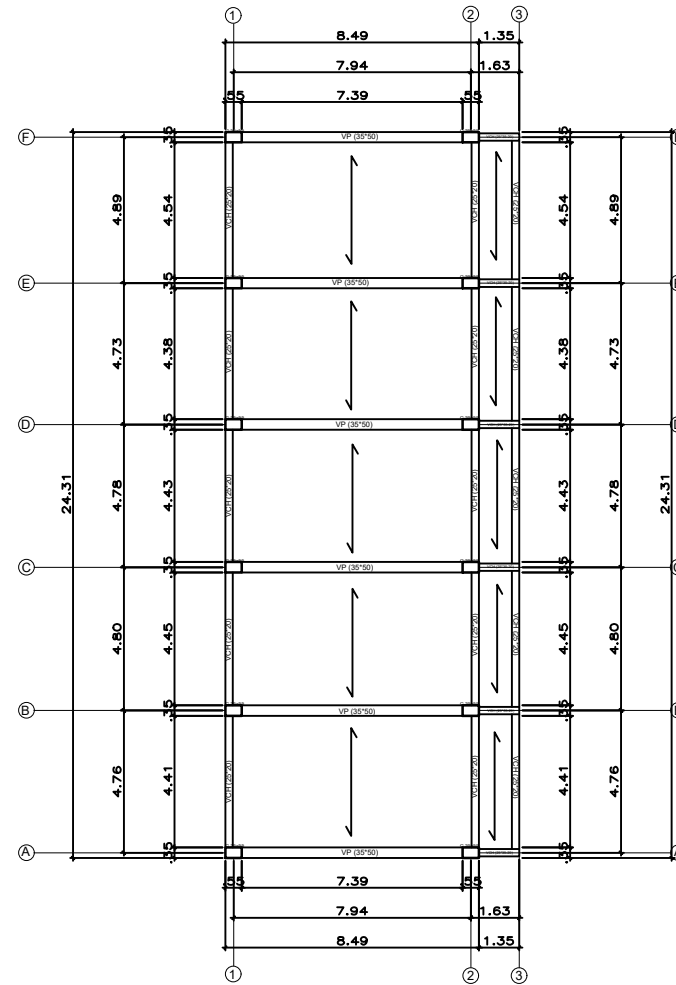
ESC : 1/50

PROPIETARIO:		DPTO. CAJAMARCA	LAMINA: A-03 3 DE 3
		PROV.: JAÉN	
		REV.:	
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION:	DIBUJO:	
DESCRIPCION: CORTE 1° , 2° y 3° PISO	DISTRITO: JAÉN	ESCALA: 1 : 50	
PROYECTO: EESPP "Víctor Andrés Belaunde"	PROFESIONAL:	FECHA: JUNIO 2025	



PRIMER PISO

ESC: 1/50



SEGUNDO PISO

ESC: 1/50

PROPIETARIO:		DPTO.	CAJAMARCA	LAMINA: E-01 1 DE 1	
		PROV.:	JAÉN		
		REV.:			
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS		UBICACION: DISTRITO: JAÉN		DIBUJO:	
DESCRIPCION: PLANTA 1° , 2° PISO				ESCALA:	1 : 50
PROYECTO: EESPP "Víctor Andrés Belaunde"				FECHA:	JUNIO 2025
		PROFESIONAL:			