



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Gervacio Perez, Denys Raul (orcid.org/0000-0002-8357-8371)

Villegas Arteaga, Ruben Alejandro (orcid.org/0000-0002-2437-8804)

ASESOR:

Mg. Noriega Vidal, Eduardo Manuel (orcid.org/0000-0001-7674-7125)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestros padres, este logro no sería posible sin el amor, apoyo y sacrificio constante que nos han brindado a lo largo de estos años. Su dedicación y aliento han sido la fuerza motriz que nos ha impulsado a superar desafíos y alcanzar este logro académico.

A nuestros profesores, por su guía sabia, paciencia infinita y la inspiración que nos han brindado. Cada lección ha sido una joya en nuestro aprendizaje.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirnos gozar de una buena salud en estos tiempos difíciles y seguir cumpliendo uno de nuestros sueños.

Agradecemos también a nuestros queridos padres quienes nos brindaron su apoyo constante tanto moral como económico para estudiar y cumplir con nuestros objetivos trazados y ser el orgullo para ellos y nuestras familias.

Por último, extendemos nuestro agradecimiento a nuestro asesor por compartir los conocimientos necesarios y por su paciencia durante el desarrollo de nuestro trabajo.

Índice de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.1.1. Tipo de investigación.....	14
3.1.2. Diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	16
3.3.1. Población:	16
3.3.2. Muestra:	16
3.3.3. Muestreo:	17
3.3.4. Unidad de análisis:	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	23
VI. CONCLUSIONES	27

VII. RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Periodo fundamental sin y con efecto P-Delta	20
Tabla 2.	Cortante basal sin y con efecto P-Delta	20
Tabla 3.	Momentos en la base sin y con efecto P-Delta	21
Tabla 4.	Distorsiones de entrepiso sin y con el efecto P-Delta	21
Tabla 5.	Altura del edificio	57
Tabla 6.	Características de los materiales	58
Tabla 7.	Cargas para losas	58
Tabla 8.	Índice de estabilidad en la dirección X	59
Tabla 9.	índice de estabilidad en la dirección Y	60
Tabla 10.	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la dirección X	60
Tabla 11.	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la dirección Y	61
Tabla 12.	Irregularidad de Resistencia – Piso Débil en la dirección X	61
Tabla 13.	Irregularidad de Resistencia – Piso Débil en la dirección Y	62
Tabla 14.	Irregularidad de Masa o Peso	63
Tabla 15.	Irregularidad Torsional en la dirección X	63
Tabla 16.	Irregularidad Torsional en la dirección Y	64
Tabla 17.	Esquinas Entrantes	65
Tabla 18.	Discontinuidad del Diafragma	66
Tabla 19.	Parámetros sísmicos	66
Tabla 20.	Periodo fundamental sin y con efecto P-Delta	75
Tabla 21.	Cortantes por piso en la dirección X	78
Tabla 22.	Cortantes por piso en la dirección Y	79
Tabla 23.	Momentos máximos en la dirección X, sin y con efecto P-Delta	80
Tabla 24.	Momentos máximos en la dirección Y, sin y con efecto P-Delta	80
Tabla 25.	Distorsión en cada piso en la dirección X, sin y con efecto P-Delta ..	82

Tabla 26. Distorsión en cada piso en la dirección Y, sin y con efecto P-Delta ..84

Índice de figuras

Figura 1.	Efecto P-Delta	10
Figura 2.	Periodo fundamental.....	12
Figura 3.	Cortante Basal.....	12
Figura 4.	Momentos de un edificio	13
Figura 5.	Ubicación de la edificación de estudio	57
Figura 6.	Asignación de ejes y número de pisos de la estructura	67
Figura 7.	Definición de los materiales	68
Figura 8.	Secciones de columnas y vigas	68
Figura 9.	Características de las losas	69
Figura 10.	Asignación de cargas a las losas de la estructura	69
Figura 11.	Diafragma del primer nivel del edificio	70
Figura 12.	Peso sísmico.....	70
Figura 13.	Asignación de restricciones en la base.....	71
Figura 14.	Definición espectro de pseudoaceleración en dirección X	71
Figura 15.	Definición espectro de pseudoaceleración en dirección Y	72
Figura 16.	Definición del caso de carga en sismo X y Y	72
Figura 17.	Casos de carga, sismo en X.....	73
Figura 18.	Casos de carga, sismo en Y	73
Figura 19.	Inclusión del efecto P-Delta	74
Figura 20.	Modelación completa.....	75
Figura 21.	Fuerza cortante por piso en la dirección X, sin efecto P-Delta.....	77
Figura 22.	Fuerza cortante por piso en la dirección X, con efecto P-Delta.....	77
Figura 23.	Fuerza cortante por piso en la dirección Y, sin efecto P-Delta.....	78
Figura 24.	Fuerza cortante por piso en la dirección Y, con efecto P-Delta.....	79
Figura 25.	Distorsión por piso en la dirección X, sin efecto P-Delta	81

Figura 26.	Distorsión por piso en la dirección X, con efecto P-Delta.....	82
Figura 27.	Distorsión por piso en la dirección Y, sin efecto P-Delta.....	83
Figura 28.	Distorsión por piso en la dirección Y, con efecto P-Delta.....	83

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad. El tipo de investigación es aplicada, de diseño no experimental, del tipo transversal descriptivo. La población está conformada por todas las edificaciones de 8 niveles o más ubicadas en Huamachuco, departamento de La Libertad, que cuenten con sistema dual, y la muestra fue no probabilística.

La investigación involucra el modelamiento de la estructura en el software ETABS, el cual se utilizó para realizar análisis considerando tanto la presencia como la ausencia del efecto P-Delta, para después realizar comparaciones, entre los principales resultados cuando se considera el efecto P-Delta son: el periodo fundamental tiene un aumento del 0.634%, la cortante basal tiene una disminución del 0.7059%, los momentos máximos en la base tiene un aumento de 0.9227%, las distorsiones de entrepiso se tiene un aumento de 0.8080%. Se concluyó el efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico, debido a que tiene un impacto significativo en las solicitaciones sísmicas de la estructura.

Palabras clave: Periodo fundamental, momentos, cortante basal, distorsión. efecto P-Delta.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the influence of the P-Delta effect on the seismic behavior of a multifamily building with a dual 8-level system, Huamachuco, La Libertad. The type of research is applied, non-experimental design, descriptive transversal type. The population is made up of all buildings of 8 levels or more located in Huamachuco, department of La Libertad, that have a dual system, and the sample was not probabilistic.

The research involves the modeling of the structure in the ETABS software, which was used to perform analysis considering both the presence and absence of the P-Delta effect, and then make comparisons between the main results when the P-Delta effect is considered. . son: the fundamental period has an increase of 0.634%, the basal shear has a decrease of 0.7059%, the maximum moments at the base have an increase of 0.9227%, the mezzanine distortions have an increase of 0.8080%. It was concluded that the P-Delta effect influences the seismic behavior, because it has a significant impact on the seismic stresses of the structure.

Keywords: Fundamental period, moments, basal shear, distortion. P-Delta effect.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la construcción de edificaciones experimenta una demanda creciente en esta era moderna, donde la seguridad estructural se considera de suma importancia. Esto se ha vuelto evidente en décadas recientes, ya que las edificaciones son cada vez más susceptibles a amenazas como los sismos. Huamachuco, esta ciudad se encuentra en la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad; tiene una ubicación geográfica sensible a la actividad tectónica y las fallas geológicas. Esta región se ubica en el punto de encuentro de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, lo que ha elevado la preocupación sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y la seguridad de sus habitantes.

La vulnerabilidad sísmica de las construcciones en zonas críticas también ha sido objeto de investigación. (Vargas, 2019) examinó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales, proponiendo medidas para mitigar los riesgos y mejorar la seguridad estructural. A través de un análisis de las características de estas casas y una evaluación de su capacidad para resistir las cargas sísmicas, se concluyó que son altamente vulnerables a los efectos de los terremotos debido a su construcción precaria y la falta de normas de construcción adecuadas. Además de fomentar la concientización sobre la relevancia de la construcción segura y el cumplimiento de normativas apropiadas, se propone la aplicación de políticas gubernamentales y programas de vivienda asequible con el propósito de elevar el nivel de bienestar, la calidad de vida y garantizar la seguridad de los habitantes en estas viviendas no regularizadas

Por otro lado, la influencia del Efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de las estructuras es de gran importancia en la ingeniería sísmica. Es importante entender bien este fenómeno con el fin de garantizar la integridad y la seguridad de los edificios, especialmente en zonas con alto riesgo de terremotos como Huamachuco.

(Deepesh, y otros, 2019) destacaron la importancia de abordar la problemática de los terremotos mediante el diseño de edificaciones resistentes para mitigar su impacto en la población. Además, examinaron diversas técnicas y dispositivos destinados a reducir la vulnerabilidad ante los terremotos, llegando a la conclusión de que una planificación adecuada y la implementación de dispositivos apropiados

pueden desempeñar un papel fundamental en la reducción significativa de los efectos de estos desastres naturales.

En cuanto al Efecto P-Delta, (Sardasht, y otros, 2018) llevaron a cabo una evaluación del impacto del Efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de estructuras de hormigón armado a diferentes alturas. A través del análisis estático no lineal y el análisis dinámico no lineal utilizando software de elementos finitos, concluyeron que el efecto P-Delta tiene una influencia significativa en la respuesta sísmica, especialmente en la máxima amplitud. Este efecto es más pronunciado en edificios altos y más destacado en estructuras con menor rigidez lateral.

Además, (Nasir , y otros, 2018) investigaron cómo el efecto P-Delta afecta tanto al diseño sísmico convencional como al diseño de desplazamiento directo. A través de la utilización de un sistema elastoplástico de un solo grado de libertad (SDOF) y el análisis de varios casos de estudio, concluyeron que el Efecto P-Delta tiene un impacto sustancial en la respuesta sísmica. Además, señalaron que en estructuras altas con efecto P-Delta, el diseño sísmico de desplazamiento directo puede ser más eficiente que el diseño sísmico convencional.

La formulación del problema es: ¿Cuál es la Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles?

En cuanto a su justificación esta investigación busca proporcionar conocimientos cruciales sobre la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de 8 niveles con sistema dual. La alineación con la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y la norma ASCE 7-22 resalta la relevancia de examinar esta influencia. La realización de comparaciones detalladas durante un evento sísmico, específicamente considerando el impacto del efecto P-Delta, constituye una necesidad imperante. En cuanto al aspecto práctico, esta investigación aborda la imperante necesidad de evaluar la respuesta sísmica de una estructura a través del análisis de la influencia del efecto P-Delta en un edificio multifamiliar de 8 niveles con sistema dual. Por ende, resulta crucial llevar a cabo una evaluación exhaustiva de dicha influencia, conforme a las especificaciones técnicas establecidas en las normativas vigentes. Desde la perspectiva metodológica implica el uso de herramientas de simulación y modelado

computacional para mejorar la comprensión de la respuesta estructural y la eficacia del diseño.

Por consiguiente, se plantea como objetivo general: determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles. Siendo los objetivos específicos; Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto al periodo fundamental de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles. Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto a la cortante basal de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles. Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a los momentos máximos en la base de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles. Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a las distorsiones de entrepiso de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles.

La hipótesis de esta investigación plantea que la consideración del efecto P-Delta en el análisis sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles puede verse considerablemente impactada en su respuesta sísmica. Por tanto, se espera que por intermedio del análisis comparativo de los hallazgos obtenidos en el análisis sísmico con y sin tener en cuenta el efecto P-Delta, se pueda confirmar la influencia de este efecto en la respuesta estructural y, por consecuencia, en la seguridad de la estructura ante un sismo.

II. MARCO TEÓRICO

(Lakshmi, 2017) en su artículo titulado: "Seismic Performance of Tall Reinforced Concrete Buildings under P-Delta Analysis", investigó cómo el efecto P-Delta influye en las respuestas estructurales, como desplazamientos y deriva de pisos, al comparar con el análisis estático lineal. Utilizó el software ETABS 2016 para modelar y analizar varios de edificios con alturas de 5, 10, 15, 25 y 30 pisos. La diferencia de desplazamientos máximos y deriva máxima de pisos entre los modelos sin y con efectos P-Delta llevó a la conclusión de que el rendimiento estructural varía con el incremento en el número de niveles o la altura de la estructura. Se destacó un aumento significativo en el cambio de desplazamiento y deriva del piso debido al efecto P-Delta. Se resaltó la importancia de realizar análisis estático lineal y análisis de efecto P-Delta en las estructuras de concreto armado. Por ejemplo, debido al efecto P-Delta, el desplazamiento en el modelo de 5 pisos fue aproximadamente del 3%, mientras que en el modelo de 30 pisos alcanzó el 16%. En términos de la deriva de piso, se registró alrededor del 0.52% en el modelo de 5 pisos, aumentando al 13.75% en el modelo de 30 pisos.

(Tawfiq, 2019) en su artículo titulado: "P-Delta Effects on Tall Concrete Buildings", su objetivo fue comprender su influencia en la seguridad y la economía del proyecto. Utilizando análisis estáticos no lineales y análisis iniciales de P-Delta para cargas gravitacionales, se evaluaron los efectos utilizando software como ETABS y SAP. Los resultados revelaron que, para edificios de 4 pisos, los cambios en el momento flector en la base oscilaron entre el 2% y el 6%, mientras que las deflexiones variaron del 1% al 11%. En el caso de edificios de 12 pisos, los cambios en el momento flector en la base fueron del 2% al 4%, con deflexiones que oscilaron entre el 2% y el 14%. Se observaron incrementos de hasta un 15% en el momento flector de las vigas y del 8% al 30% en el momento flector de las columnas para edificios de 12 pisos. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar los efectos P-delta en el diseño de edificios altos para garantizar su estabilidad y seguridad estructural.

(Sai, y otros, 2018) en su artículo titulado: "A novel approach for seismic analysis of residential reinforced cement concrete structure and to show it's p- delta effect", tuvieron como objetivo realizar el análisis sísmico de la estructura de concreto armado y comparar los resultados, utilizando análisis estático lineal y análisis P-Delta en el software ETABS v15.2.2. El edificio analizado constaba de 10 pisos (G+10) y se destinaba a uso residencial. Se llevaron a cabo análisis sísmicos según las normativas IS 1893: 2002 parte I y II. El estudio se dividió en etapas que incluyeron el modelado del edificio, la asignación de propiedades de los materiales y dimensiones de los miembros estructurales, el análisis estático lineal, el análisis P-Delta y el estudio de resultados. Los resultados mostraron un aumento significativo en el momento y la fuerza cortante al considerar el efecto P-Delta. El momento pudo aumentar entre un 5% y un 28%, mientras que la fuerza cortante se incrementó entre un 8% y un 11%. Estos hallazgos resaltaron la importancia de considerar el efecto P-Delta en el diseño y análisis estructural de edificios de varios pisos para garantizar su estabilidad y seguridad ante cargas críticas, especialmente en áreas con actividad sísmica.

(Rodriguez, 2019) en su tesis titulada "Influencia del efecto P-Delta en Edificios de Concreto Armado con y sin Muros de corte, Lima 2019", analizó el impacto del fenómeno P-Delta en estructuras de concreto armado, teniendo en cuenta la presencia o ausencia de muros de corte. El estudio fue clasificado como aplicado, con un enfoque descriptivo y un diseño cuasiexperimental. La población de interés comprendió edificios de 9 a 13 pisos ubicadas en la Avenida 28 de Julio, Miraflores. El método contempló edificaciones de varios pisos, con un área de 345,6 metros cuadrados y altura de planta baja de 3,75 metros. Se ejecutó un análisis P-Delta no repetitivo con el software ETABS y análisis estático no lineal. Los resultados evidenciaron cambios en la deriva de la estructura; sin muro de corte, las derivas aumentaron hasta un 0.821%, y con muro de corte, incrementaron en un 0.40%. Las fuerzas cortantes disminuyeron un 0.193% sin muro de corte y 0.0022% con muro. Aunque las diferencias no fueron significativas para la estructura específica, se concluyó que el efecto P-Delta afecta el desplazamiento y la resistencia al corte en estructuras de hormigón armado con y sin muros de corte.

(Torres, y otros, 2022) en su tesis titulada " Análisis del efecto P-Delta con Push Over en estructuras de mediana altura de concreto armado con presencia de irregularidades en altura en la Costa del Perú", el principal propósito de la investigación consistió en examinar detalladamente las fluctuaciones en la respuesta estructural de construcciones de altura intermedia que exhiben irregularidades en su elevación, considerando la presencia del fenómeno P-Delta. La naturaleza de la investigación se clasificó en diseño aplicado, nivel descriptivo y diseño no experimental. En la investigación, se establecieron modelos de edificios de 15 y 20 pisos que mostraban irregularidades en la altura. Se realizó un análisis dinámico lineal con el fin de obtener: desplazamientos, momentos y fuerzas de corte en cada nivel de los edificios. Posteriormente, se realizó un análisis estático no lineal con el propósito de obtener las curvas de capacidad de la edificación, de las cuales se derivaron conclusiones sobre la rigidez postflexión y la ductilidad general de la misma. Se aplicó el método de coeficientes, siguiendo las directrices de ASCE/SEI41-13, para identificar el punto de desempeño en relación con distintos niveles de amenaza sísmica. Los resultados obtenidos revelaron variaciones en la respuesta estructural, abarcando desplazamientos por piso, fuerzas cortantes y momentos, así como la ductilidad global de la estructura en diferentes escenarios sísmicos.

(Murga, y otros, 2021) en su tesis titulada "Relación del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado, Cajamarca 2021", se planteó investigar el impacto del efecto P-Delta ($P-\Delta$) en la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado. La investigación adoptó un enfoque aplicado, con un nivel explicativo y se estructuró mediante un diseño cuasiexperimental. La población considerada abarcó todos los edificios con más de 6 niveles ubicados en Cajamarca. Su muestra, seleccionada de manera no aleatoria, consistió en dos edificios específicos: uno de 7 pisos con sistema dual y otro de 6 niveles con albañilería confinada. Para modelar estas estructuras, se empleó el software ETABS. Los resultados destacaron incrementos significativos al considerar el efecto P-Delta ($P-\Delta$) en el análisis estructural. Los valores registrados para los indicadores fueron los siguientes: periodo fundamental (incremento del 1.499%), cortante basal (incremento del 1.47%), distorsión (incremento del 2.019%) y momentos máximos (incremento del 1.258%). Se concluyó que hay una conexión

directa entre el efecto P-Delta y el comportamiento sísmico de las estructuras evaluadas. Este efecto generó aumentos en todas las demandas sísmicas, siendo más notorios en el edificio A debido a su altura y la presencia de irregularidades estructurales en comparación con el edificio B.

Estructuras de concreto armado: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), consisten en elementos de concreto reforzado con barras de acero (armaduras) ubicadas y dimensionadas de manera adecuada en el interior del elemento de concreto. Este diseño tiene el propósito de resistir cargas y proporcionar la resistencia y rigidez necesarias. Las regulaciones establecen requisitos y consideraciones para el diseño de elementos específicos, como columnas, vigas, losas, cimentaciones y muros de corte. Dichos requisitos abarcan aspectos relacionados con la resistencia del concreto y el acero de refuerzo, el dimensionamiento de secciones transversales, cuantías de refuerzo, separaciones entre barras, espesores mínimos de recubrimiento, entre otros. Además, se definen criterios para la ejecución y construcción apropiadas de estas estructuras, explorando aspectos como la calidad de los materiales, la preparación y vertido del concreto, la instalación y disposición de las armaduras, y los protocolos de control de calidad en el transcurso de la construcción.

Sistemas estructurales: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), los sistemas estructurales se definen como la disposición y configuración de los elementos estructurales que componen un edificio, destinados a resistir las cargas y transmitirlos de manera segura y eficiente a los cimientos. Estos sistemas abarcan tanto elementos horizontales (losas, vigas, placas, etc.) como elementos verticales (columnas, muros, pilares, etc.), así como las conexiones entre ellos. El reglamento especifica que los sistemas estructurales deben diseñarse y construirse según los principios de resistencia, rigidez y estabilidad, teniendo en cuenta las acciones y cargas específicas para cada tipo de edificación.

Sistema dual: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), este sistema estructural se destaca por contrarrestar las fuerzas sísmicas mediante la integración de pórticos y muros estructurales. Durante el proceso de diseño, se establece la necesidad de dimensionar los muros estructurales de

manera que puedan resistir entre el 20% al 70% del cortante total en la base de la estructura. Asimismo, los muros estructurales serán configurados para soportar las fuerzas determinadas a través del análisis, siguiendo la normativa correspondiente de diseño sismorresistente.

Regularidad estructural: Clasificar todas las edificaciones como regulares o irregulares es necesario establecer un procedimiento de análisis adecuado y calcular el correspondiente coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R).

La Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente proporciona tablas que facilitan la evaluación de posibles irregularidades en altura o en planta en las estructuras.

Análisis estático: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), el análisis estático constituye un método de evaluación estructural que toma en cuenta las condiciones de equilibrio y las cargas estáticas para analizar la respuesta y la respuesta de un edificio ante las acciones externas. En este enfoque, se parte de la suposición de que las cargas aplicadas a la edificación permanecen constantes en el tiempo, despreciando la influencia del movimiento o las aceleraciones. Su aplicación tiene como finalidad determinar las fuerzas internas, desplazamientos y deformaciones en elementos estructurales como columnas, vigas y losas.

Los resultados derivados del análisis estático son fundamentales para corroborar que la estructura cumple con los criterios de resistencia, rigidez y estabilidad establecidos en los reglamentos pertinentes. Dichos reglamentos proporcionan los procedimientos y métodos para llevar a cabo el análisis estático de edificaciones, abarcando aspectos como la distribución de cargas, el cálculo de momentos, cortantes y fuerzas axiales, así como la evaluación de desplazamientos y deformaciones. Además, se especifican factores de carga y coeficientes de seguridad que deben considerarse en el análisis estático, contribuyendo a garantizar la seguridad y adecuación estructural.

Análisis dinámico: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), se centra en considerar las características dinámicas de la estructura, como su rigidez, masa y amortiguación, así como las fuerzas sísmicas, con el objetivo de

identificar errores y evaluar el comportamiento de la estructura frente a la excitación sísmica. El código proporciona procedimientos y estándares para llevar a cabo este análisis, que incluye la determinación de los espectros de respuesta sísmica, representando la aceleración frente al período de vibración. Además, se consideran los efectos de amortiguación y se utilizan métodos numéricos apropiados para calcular la respuesta dinámica.

Análisis lineal: Según (Calcina, 2017), el análisis lineal se basa en la ley de Hooke y evalúa el comportamiento proporcional entre el esfuerzo y la deformación de un material. Es adecuado para estructuras regulares dentro del rango elástico, pero resulta inadecuado en estructuras irregulares que requieren un análisis más complejo para aproximarse mejor a la realidad. Los análisis lineales pueden ser imprecisos en edificios con asimetrías geométricas, a menos que la estructura pueda responder elásticamente al movimiento sísmico. El análisis dinámico se utiliza para valorar la resistencia y estabilidad de las estructuras frente a impactos sísmicos, al igual que para determinar fuerzas y momentos sísmicos en el diseño de elementos estructurales como columnas, vigas y losas. Adicionalmente, establece requisitos específicos para el análisis dinámico en función del tipo de estructura y de la zona sísmica en la que se encuentra el edificio. Se recomienda consultar la última versión del código y trabajar con profesionales especializados en ingeniería estructural y diseño sísmico para realizar el análisis dinámico adecuado y cumplir los requisitos normativos.

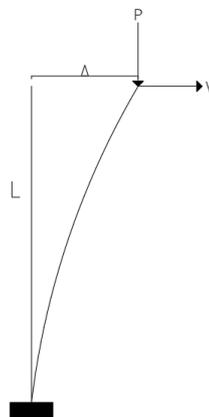
Análisis no lineal: Un análisis no lineal se caracteriza por la falta de proporcionalidad entre las fuerzas aplicadas y los desplazamientos resultantes, es decir, entre tensiones y deformaciones. Esta falta de linealidad se debe a la variabilidad de la rigidez a lo largo del comportamiento estructural. En un análisis no lineal, su rigidez se modifica según las condiciones de carga y deformación, lo que conlleva a un comportamiento no proporcional entre fuerzas y desplazamientos. Este tipo de análisis permite capturar fenómenos como el pandeo, la fluencia de materiales, grandes desplazamientos y la interacción entre diferentes componentes estructurales, proporcionando una evaluación más precisa y detallada del comportamiento real de la estructura ante cargas extremas o no convencionales.

No linealidad geométrica: Según (Crisafulli, 2018), la no linealidad geométrica se refiere al fenómeno en el cual las deformaciones de una estructura son lo suficientemente grandes como para que no se pueda asumir que la posición deformada final coincide con la posición inicial. Esto implica que la reacción de la estructura no sigue una relación directamente proporcional entre las fuerzas aplicadas y los desplazamientos, y se requiere considerar el cambio finito en la configuración geométrica de la estructura debido a las deformaciones no infinitesimales.

Efecto P-Delta: Según (American Society of Civil Engineers, 2022), el efecto P-delta es un fenómeno que ocurre en las estructuras debido a la interacción entre la carga de gravedad y los desplazamientos laterales. Cuando una estructura se desplaza lateralmente, la carga de gravedad actúa a través de ese desplazamiento y genera un aumento en el momento de vuelco por la deriva del piso que debe ser resistido por la estructura. Este aumento en el momento se conoce como efecto P-delta ($P-\Delta$). El efecto P-delta también influye en la respuesta de desplazamiento lateral de la estructura frente a fuerzas laterales aplicadas.

Para evaluar el impacto del efecto P-delta en la respuesta lateral de una estructura, se puede utilizar un enfoque que compara la respuesta de primer orden con la respuesta de segundo orden. Esto se logra mediante el cálculo de un coeficiente de estabilidad elástica, denotado como θ .

Figura 1. *Efecto P-Delta*



Índice de estabilidad: Según (American Society of Civil Engineers, 2022), se utiliza como medida para valorar la estabilidad de una estructura frente a cargas laterales,

como el viento o los terremotos. Este índice describe la vinculación entre la carga de gravedad aplicada y la rigidez de la estructura.

En el contexto del efecto p-delta, se utiliza para entender la relevancia de los efectos p-delta y para determinar si deben tenerse en cuenta en el diseño y el análisis de estructuras. Se calcula comparando la rigidez geométrica (K_G) de la estructura con la rigidez elástica inicial (K_0).

$$\text{Ecuación 1. } \theta = \frac{|K_G|}{K_0} = \frac{|P\Delta_{0y}|}{|F_{0y}h_{sx}|} = \frac{P/h_{sx}}{V_x/\Delta_{xe}}$$

K_G = Rigidez geométrica

K_0 = Rigidez elástica de primer orden

P = Carga de gravedad total soportada por la estructura

Δ_{0y} = Deriva de rendimiento lateral de primer orden

F_{0y} = Fuerza de fluencia lateral de primer orden

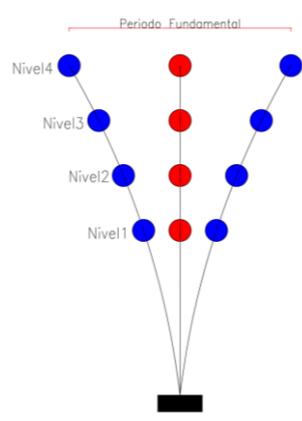
h_{sx} = Altura de piso

V_x/Δ_{xe} = Rigidez del piso en el nivel x, calculada como la relación de la fuerza de corte sísmica (V_x) dividida por la deriva elástica correspondiente del piso (Δ_{xe})

Por lo general, se espera que las estructuras con un índice de estabilidad (θ) menor a 0,10 tengan una rigidez positiva y monótona después de la fluencia. Sin embargo, cuando el índice de estabilidad (θ) para cualquier piso excede 0,10, se deben considerar los efectos P-delta en toda la estructura. De acuerdo con las normas, se establece un límite máximo para el coeficiente de estabilidad calculado (θ) de 0,25. El propósito de este requisito es salvaguardar las estructuras de la posible inestabilidad causada por la deformación residual posterior a un terremoto.

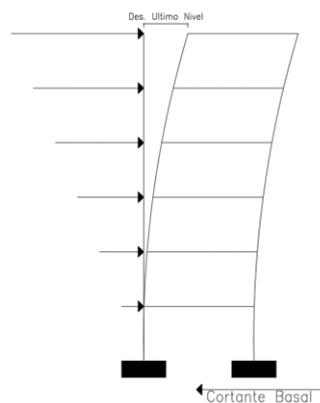
Periodo fundamental: Es el tiempo que una estructura requiere para completar un ciclo completo de vibración como respuesta a un sismo. Se considera un parámetro crucial en el diseño sísmico de una estructura, desempeñando un papel fundamental en la evaluación de su respuesta frente a cargas sísmicas.

Figura 2. *Periodo fundamental*



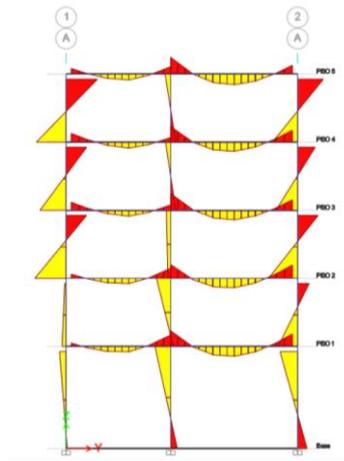
Cortante basal: La cortante basal es la máxima fuerza cortante en la base de una estructura, originada por la acumulación progresiva de fuerzas cortantes de niveles superiores debido a la aplicación de la fuerza sísmica.

Figura 3. *Cortante Basal*



Momento: También conocido como momento de flexión, es una medida de la resistencia de una estructura de edificación ante fuerzas que generan momentos de torsión. Estas fuerzas pueden surgir debido a cargas aplicadas, como el peso de los elementos estructurales o las fuerzas sísmicas y de viento.

Figura 4. *Momentos de un edificio*



Distorsiones de entrepiso: Según (Pujol, 2020), las distorsiones de entrepiso se definen como la relación entre los desplazamientos laterales de dos niveles adyacentes, dividida por la altura del entrepiso. En términos simples, representa la discrepancia entre los movimientos horizontales experimentados en dos niveles consecutivos, expresada como una proporción de la altura que separa dichos niveles.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según (Gallardo, 2017), el enfoque de investigación cuantitativo se centra en abordar preguntas específicas de investigación y evaluar hipótesis predefinidas. Este enfoque se basa en el uso de métodos cuantitativos que implican la medición numérica, el conteo y la aplicación frecuente de técnicas estadísticas.

En nuestra investigación, hemos optado por un enfoque cuantitativo, lo que implica la recopilación de datos numéricos a través del software ETABS y su posterior análisis en Excel.

Según (Gallardo, 2017), la investigación de tipo aplicada se dirige hacia la solución de problemas dentro de un contexto particular, aplicando conocimientos especializados para abordar necesidades concretas.

Nuestra investigación se clasifica como aplicada, ya que tiene como propósito ofrecer una descripción detallada de los atributos de una población específica o fenómeno., específicamente, la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio de 8 niveles con sistema dual.

3.1.2. Diseño de investigación

Según (Gallardo, 2017), un diseño no experimental implica que no se establece una situación específica. En cambio, se analizan situaciones ya existentes que no fueron intencionalmente generadas. En esta investigación, las variables independientes se presentan de forma natural y no son objeto de manipulación. No se tiene control directo sobre estas variables, ni es posible influir en ellas, dado que han ocurrido con anterioridad, al igual que sus efectos.

Nuestro diseño de investigación es no experimental, ya que no manipulamos las variables; más bien, analizamos el efecto P-Delta en su contexto natural.

Según (Gallardo, 2017), los diseños transversales descriptivos se centran en analizar la frecuencia e impacto de diversas modalidades o niveles de variables en una población. En este enfoque, se selecciona un grupo de elementos (personas, objetos, situaciones, etc.) y se proporciona una descripción detallada de las variables involucradas.

En nuestro caso, el alcance temporal de la investigación se clasifica como transversal descriptivo.

3.2. Variables y operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Efecto P-Delta
- Definición conceptual: Según (Torres, y otros, 2022) el efecto P-Delta es un fenómeno estructural que tiene en cuenta la deformación axial producida por la carga aplicada y su influencia en la redistribución de las fuerzas internas y en la respuesta global de una estructura.
- Definición operacional: El efecto p-delta es un fenómeno que se produce en estructuras debido a la interacción entre la carga vertical aplicada a la estructura y la deformación lateral generada por esta carga.
- Indicadores: Periodo fundamental, cortante basal, momentos máximos en la base, distorsiones.
- Escala de medición: Razón.

VARIABLE DEPENDIENTE

- Edificio de sistema dual
- Definición conceptual: Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), se trata de un sistema estructural que incluye tanto pórticos como muros estructurales, donde los muros estructurales están diseñados para soportar entre el 20% al 70% la cortante en la base.
- Definición operacional: Es un sistema estructural que utiliza pórticos y placas, donde las placas resisten del 20% al 70% del cortante basal.

- Indicadores: Datos generales del edificio, parámetros sísmicos y cargas.
- Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población:

Según (Gallardo, 2017), se define a la población como un grupo de individuos u objetos que comparten atributos comunes o similares y que pueden ser percibidos o detectados en un lugar y momento específico.

En esta investigación, la población de interés abarcó todas las edificaciones de 8 niveles o más ubicadas en el sector III, Huamachuco, departamento La Libertad, que cuenten con sistema dual.

- **Criterios de inclusión:** Las edificaciones con al menos 8 niveles de altura ubicadas en el sector III, Huamachuco y sean de sistema dual, fueron consideradas en la población de interés
- **Criterios de exclusión:** Las edificaciones con menos de 8 niveles de altura y no se ubiquen en el sector III, Huamachuco y con otro sistema estructural diferente, fueron excluidas de la investigación.

3.3.2. Muestra:

Según (Gallardo, 2017), la muestra se describe como una porción o subconjunto seleccionado de la población total o universo que se estudiará. La selección de la muestra tiene como objetivo obtener información representativa y generalizable sobre la población en su conjunto.

En nuestro estudio, hemos adoptado un enfoque de muestreo no probabilístico. Específicamente, se seleccionó una edificación multifamiliar de 8 niveles con sistema dual, ubicada en esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad, para realizar el análisis en dos escenarios: uno sin considerar el efecto p-delta y otro

teniéndolo en cuenta, siguiendo los parámetros y limitaciones establecidos por las normas peruanas. Se empleó el software especializado en estructuras, ETABS, para llevar a cabo el modelado de la edificación.

3.3.3. Muestreo:

Según (Gallardo, 2017), en un diseño muestral no probabilístico, la selección de muestra se fundamenta en las características particulares y propiedades específicas de la investigación, en lugar de basarse en cálculos de probabilidades. En este contexto, la elección de la muestra estará determinada únicamente por las características y requisitos relevantes para el estudio en cuestión.

3.3.4. Unidad de análisis:

Edificio multifamiliar de 8 niveles con sistema dual, ubicado en esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación, se empleó la observación como técnica de recolección de datos, para la revisión de documentos como la Norma Técnica E.020, Norma Técnica E0.30 y norma ASCE 7-22, también se obtuvo los planos de la edificación y estudio de suelos; se utilizó el programa ETABS para recopilar y analizar los resultados relacionados con el efecto P-delta en el edificio.

Como instrumentos utilizamos guías de observación y fichas de recolección de datos, en las cuales se recopiló y comparó los resultados obtenidos del software ETABS como: periodo fundamental, cortante basal, momentos máximos en la base y distorsiones de entrepiso; al considerar el efecto P-Delta y al no considerarlo.

3.5. Procedimientos

Se recopiló toda la información relevante, incluyendo los documentos técnicos que describen la configuración y distribución de los elementos

estructurales de la edificación, el estudio de suelos se ha obtenido del expediente técnico del proyecto Vivienda Multifamiliar el cual pertenece a la entidad Geocons Srl. Una vez obtenida la información, se aplicaron los parámetros y limitaciones establecidos por la Norma Técnica E.020 Cargas, la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y la norma ASCE 7-22.

Posteriormente, se llevó a cabo la modelación de la estructura utilizando el software ETABS, se verificó el índice de estabilidad y se realizaron comprobaciones de irregularidades en la estructura. Para la investigación, se realizaron dos análisis: uno considerando el efecto P-Delta y otro sin tenerlo en cuenta. Los resultados de ambos análisis se registraron en fichas de recolección de datos para realizar una comparación adecuada. Esto permitió evaluar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de la estructura, analizando parámetros como el periodo fundamental, el cortante basal, los momentos máximos en la base y las distorsiones de entrepiso.

3.6. Método de análisis de datos

Según (Gallardo, 2017), El análisis de datos se describe como el procedimiento que implica examinar, organizar, interpretar y deducir conclusiones a partir de la información recabada durante una investigación. Se emplean principalmente programas informáticos para realizar el análisis, en lugar de depender de cálculos manuales.

En nuestra investigación el método de procesamiento y análisis de datos se basó en la comparación de resultados como periodo fundamental, cortante basal, momentos máximos en la base y distorsiones; obtenidos del análisis estructural considerando el efecto p-delta y sin considerarlo. Se empleó el software ETABS para obtener información minuciosa acerca del comportamiento sísmico de la estructura, y posteriormente se contrastaron los resultados en Excel.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se sometió a una evaluación minuciosa por parte del asesor, asegurando la responsabilidad y honestidad en el proceso. Se

utilizaron recursos adecuados para alcanzar los objetivos de la investigación, garantizando información confiable. Se validó la información recopilada y se respetaron los aspectos éticos en todo momento. Las fuentes utilizadas fueron debidamente referenciadas y los datos obtenidos se describieron fielmente en el análisis.

IV. RESULTADOS

A continuación, se expondrán los resultados derivados de las evaluaciones realizadas. Estas evaluaciones se llevaron a cabo conforme a las disposiciones de la normativa sismorresistente E.030, utilizando instrumentos especializados para la recolección de datos con el fin de verificar la información analizada. Se examinarán todos los indicadores relevantes del estudio.

Periodo fundamental

Tabla 1. *Periodo fundamental sin y con efecto P-Delta*

Sin P-Δ			Con P-Δ		
Caso	Modo	Periodo fundamental (seg)	Caso	Modo	Periodo fundamental (seg)
Modal	1	0.789	Modal	1	0.794
Aumento					
Valor numérico (seg)			Valor porcentual (%)		
0.005			0.634		

Nota: En el análisis del periodo fundamental al considerar el efecto P-Delta, se observa un resultado significativo. Se registra un incremento en la duración del periodo de vibración de 0.005 segundos al comparar los casos con y sin el efecto P-Delta. Este aumento del período fundamental representa un aumento del 0.634%.

Cortante basal

Tabla 2. *Cortante basal sin y con efecto P-Delta*

Casos	Sin P-Δ	Con P-Δ
Sismo dinámico X	104.5871	103.8488
Sismo dinámico Y	130.0806	129.4401
Disminuye		
Casos	Valor numérico (tnf)	Valor porcentual (%)
Sismo dinámico X	0.7383	0.7059
Sismo dinámico Y	0.6405	0.4924

Nota: En el análisis de la cortante basal al considerar el efecto P-Delta, se obtuvieron los siguientes resultados significativos: en la dirección X, se registró una disminución de 0.7383 tonf, lo que equivalió a una disminución del 0.7059%. Por otro lado, en la dirección Y, se observó una disminución de 0.6405 tonf, lo que representó una disminución del 0.4924%.

Momentos en la base

Tabla 3. *Momentos en la base sin y con efecto P-Delta*

Caso	Sin P-Δ			Con P-Δ		
	MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
Sis Din X	720.988	1,789.504	769.677	727.622	1,793.960	769.929
Sis Din Y	2,258.763	710.152	822.450	2,267.937	716.705	817.789
Aumento						
Casos	Máximo	Valor numérico (tonf-m)		Valor porcentual (%)		
Sis Din X	MX	6.6335		0.9201		
Sis Din Y	MY	6.5528		0.9227		

Nota: En el análisis de los momentos máximos en la base, al considerar el efecto P-Delta, se determinaron los siguientes resultados: para el sismo dinámico en la dirección "X", se observó un incremento significativo en los momentos máximos en la dirección "MX" con un aumento de 6.6335 tonf-m, representando un incremento de 0.9201%; comparación con las condiciones sin efecto P-Delta. En cuanto a la dirección "Y", los momentos máximos se localizaron en la dirección "MY", con un aumento de 6.5528 tonf-m, representando un aumento del 0.9227%.

Distorsiones de entrepiso

Tabla 4. *Distorsiones de entrepiso sin y con el efecto P-Delta*

Pisos	Altura (m)	Eje X		Eje Y	
		Sin P-Δ	Con P-Δ	Sin P-Δ	Con P-Δ
9	26	0.00376	0.00377	0.00340	0.00341
8	23.2	0.00483	0.00482	0.00399	0.00400
7	20.4	0.00665	0.00665	0.00479	0.00479

6	17.6	0.00832	0.00833	0.00554	0.00555
5	14.8	0.00972	0.00975	0.00613	0.00614
4	12	0.01080	0.01085	0.00644	0.00647
3	9.2	0.01152	0.01159	0.00636	0.00639
2	6.4	0.01177	0.01187	0.00565	0.00567
1	3.6	0.00904	0.00911	0.00325	0.00326

Aumento

Dirección	Piso	Valor numérico	Valor porcentual (%)
Sismo dinámico X	1	0.0000730	0.8080
Sismo dinámico Y	3	0.0000220	0.3894

Nota: En el análisis de las distorsiones de entrepiso al considerar el efecto P-Delta en nuestra investigación, se observaron incrementos en todas las evaluaciones realizadas en los diversos niveles de la estructura. El mayor aumento se registró en el primer piso en la dirección X, con un incremento del 0.8080%. Asimismo, en el segundo piso en la dirección Y, se identificó un aumento del 0.3894%.

V. DISCUSIÓN

Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio con sistema dual de 8 niveles, valida la hipótesis establecida en este estudio; en ese sentido, determinó que el efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico de un edificio de sistema dual de 8 niveles, influyendo en la reacción sísmica de la estructura. En la tabla 1 se muestra una comparación del periodo fundamental en dos casos, sin y con efecto P-Delta; se destaca un incremento en la duración del periodo de vibración de 0.005 segundos al comparar los casos con y sin el efecto P-Delta. Este aumento del período fundamental representa un aumento del 0.634%. En la tabla 2 se muestra una comparación de la cortante basal dinámica en dos casos, sin y con efecto P-Delta; se determinaron los siguientes resultados: en la dirección X, se registró una disminución de 0.7383 tonf, lo que equivalió a una disminución del 0.7059%. Por otro lado, en la dirección Y, se observó una disminución de 0.6405 tonf, lo que representó una disminución del 0.4924%. En la tabla 3 se muestra una comparación de los momentos máximos en la base en dos casos, sin y con efecto P-Delta; se determinaron los siguientes resultados: para el sismo dinámico en la dirección "X", se observó un incremento significativo en los momentos máximos en la dirección "MX" con un aumento de 6.6335 tonf-m, representando un incremento de 0.9201%; comparación con las condiciones sin efecto P-Delta. En cuanto a la dirección "Y", los momentos máximos se localizaron en la dirección "MY", con un aumento de 6.5528 tonf-m, representando un aumento del 0.9227%. En la tabla 4 se muestra una comparación de las distorsiones de entrepiso en dos casos, sin y con efecto P-Delta; se destacan incrementos en todas las evaluaciones realizadas en los diferentes niveles de la estructura. El mayor aumento se registró en el primer piso en la dirección X, con un incremento del 0.8080%. Asimismo, en el segundo piso en la dirección Y, se identificó un aumento del 0.3894%.

(Lakshmi, 2017) concluyó que el rendimiento estructural cambia a medida que aumenta el número de pisos o altura del edificio, sus hallazgos en el desplazamiento en el modelo de 5 pisos, es aproximadamente de 3% mientras que en el modelo de 30 pisos es del 16%; en cuanto a la deriva de piso, en el modelo de 5 pisos es de aproximadamente 0.52%, que aumenta al 13.75% en el modelo

de 30 pisos, esto es acorde a nuestros resultados debido a que son valores muy parecidos en las distorsiones de entrepiso tenemos aumento, en la dirección X de 0.8080% y en la dirección Y de 0.3894%.

(Tawfiq, 2019) examinó los efectos P-Delta en edificios de concreto alto, centrándose en su impacto en la seguridad y la economía del proyecto. Los resultados indicaron que, en edificios de 4 pisos, los cambios en el momento flector en la base variaron del 2% al 6%, mientras que, para edificios de 12 pisos, los cambios en el momento flector en la base fueron del 2% al 4%, esto es acorde al análisis realizado en esta investigación, debido a que los resultados son cercanos a los momentos máximos que aumentan en 0.9201% en la dirección X y 0.9227% en la dirección Y.

(Sai, y otros, 2018) examinó el análisis sísmico de una estructura de concreto armado de 10 niveles destinada a uso residencial, utilizando análisis estático lineal y análisis P-Delta. Los resultados mostraron un aumento significativo en el momento y la fuerza cortante al considerar el efecto P-Delta. El momento aumentó entre 5% y 28%, mientras que la fuerza cortante se incrementó entre 8% y 11%, esto difiere de nuestros resultados, debido a que los momentos máximos aumentan en 0.9201% en la dirección X y 0.9227% en la dirección Y, también difiere en la cortante basal debido a que no tuvo un aumento, sino que disminuyó en 0.7059% en la dirección X y 0.4924% en la dirección Y.

(Rodríguez, 2019) en su estudio de una estructura de 13 pisos, se observaron cambios en la deriva de la estructura, sin muro de corte las derivas aumentaron hasta en 0.821% y con muro de corte aumentaron en 0.40%; por otro lado, las fuerzas cortantes sin muro de corte disminuyeron 0.193% y con muro de corte disminuyeron 0.0022%, esto es acorde al análisis realizado en esta investigación, debido a que los resultados son muy cercanos en las distorsiones de entrepiso que aumentan en 0.8080% en la dirección X y 0.3894% en la dirección Y, también en la cortante basal que disminuyó en 0.7059% en la dirección X y 0.4924% en la dirección Y.

(Torres, y otros, 2022) al analizar las estructuras de 15 y 20 pisos con irregularidades en la altura y considerar el efecto P-Delta, se observaron

incrementos significativos de hasta un 16.50% en las derivas, un 11.00% en las fuerzas cortantes y un 14.00% en los momentos por piso, esto difiere de nuestros resultados ya que las distorsiones de entrepiso aumentan en 0.8080% en la dirección X y 0.3894% en la dirección Y, la cortante basal disminuyó en 0.7059% en la dirección X y 0.4924% en la dirección Y, los momentos aumentan en 0.9201% en la dirección X y 0.9227% en la dirección Y.

(Murga, y otros, 2021) concluyó que existe una relación entre el efecto P-Delta y el comportamiento sísmico, ya que este efecto generó incrementos en todas las demandas sísmicas debido a su altura y a la presencia de irregularidades estructurales; sus hallazgos obtenidos para los indicadores de una estructura de 7 pisos fueron los siguientes: periodo fundamental (incremento del 1.499%), cortante basal (incremento del 1.47%), distorsión (incremento del 2.019%) y momentos máximos (incremento del 1.258%), esto difiere de nuestros resultados en el periodo fundamental que tiene un aumento del 0.634%, en la cortante basal que tiene una disminución de 0.7059% en la dirección X y 0.4924% en la dirección Y, las distorsiones de entrepiso un aumento de 0.8080% en la dirección X y 0.3894% en la dirección Y, los momentos aumentan en 0.9201% en la dirección X y 0.9227% en la dirección Y.

El estudio de la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio con sistema dual de 8 niveles, tiene ciertas limitaciones. Estas limitaciones se derivan principalmente de la escasez de estudios locales previos que aborden problemáticas similares en la ciudad de Huamachuco. En este contexto, cabe destacar que la gran mayoría de las edificaciones en esta localidad no sobrepasan los 6 pisos en altura.

Los resultados obtenidos sobre la Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio con sistema dual de 8 niveles no solo ofrecen una valiosa comprensión sobre este fenómeno específico, sino que también sientan las bases para la formulación de directrices que podrían orientar futuras investigaciones en este ámbito. La posibilidad de expandir la variedad geográfica y estructural en investigaciones posteriores se presenta como un paso crucial hacia

una comprensión más completa y generalizable de los efectos del efecto P-Delta en distintos contextos.

Los hallazgos de la unidad de análisis proporcionan a los ingenieros una comprensión más detallada del efecto P-Delta, y cómo aplicarlo en las estructuras a través de software como ETABS. Esta comprensión mejorada permite a los ingenieros verificar su influencia en el comportamiento sísmico de edificios, lo que a su vez ayuda a prevenir posibles fallas y mejorar la seguridad estructural.

Estos hallazgos encontrados en cuanto a la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio con sistema dual de 8 niveles, permitieron determinar que el efecto P-Delta ejerce un impacto sustancial y notable en las sollicitaciones sísmicas experimentadas por la estructura.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha comprobado que el efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico de un edificio de sistema dual de 8 niveles, debido a que tiene un impacto significativo en las solicitaciones sísmicas de la estructura. La inclusión de este efecto puede tener un impacto significativo tanto en la respuesta dinámica como en la seguridad de la estructura durante un sismo.
- Con relación al periodo fundamental de un edificio de sistema dual de 8 niveles, se observó que el efecto P-Delta influye, ya que provoca un aumento del 0.634%, como se muestra en la tabla 1. Esto se traduce en una ligera prolongación en la oscilación de la estructura durante un sismo en comparación con un análisis que no considera el efecto P-Delta.
- En cuanto a la cortante basal de un edificio de sistema dual de 8 niveles, se constató que el efecto P-Delta influye, ya que disminuye en un 0.7059% en la dirección X y un 0.4924% en la dirección Y, según se presenta en la tabla 2. Esto indica que la presencia del efecto P-Delta tiende a reducir la cortante basal en ambas direcciones, lo que puede afectar la distribución de las fuerzas sísmicas en la estructura y, por ende, su respuesta ante un evento sísmico.
- En relación a los momentos máximos en la base de un edificio de sistema dual de 8 niveles, se confirmó que el efecto P-Delta influye, ya que aumenta en un 0.9201% en la dirección X y un 0.9227% en la dirección Y, según se muestra en la tabla 3. Esto implica que el efecto P-Delta contribuye a un incremento en los momentos máximos en la base de la estructura durante un evento sísmico.
- Con respecto a las distorsiones de entrepiso en un edificio de sistema dual de 8 niveles, se ha constatado que el efecto P-Delta influye, dado que aumenta en un 0.8080% en la dirección X y un 0.3894% en la dirección Y, tal como se presenta en la tabla 4. Esto resalta la influencia significativa del efecto P-Delta en la deformación lateral de las estructuras.

VII. RECOMENDACIONES

- Como resultado de los hallazgos de este estudio, se recomienda encarecidamente la evaluación de la aplicación del efecto P-Delta en edificios cuyos índices de estabilidad se encuentren dentro del rango de 0.1 a 0.25, según la norma ASCE 7-22. Nuestro estudio, que se basó en un índice de estabilidad por debajo de este rango, demostró que los efectos del P-Delta no fueron muy significativos en estas condiciones. Por lo tanto, en edificios que cumplan con este criterio, se espera que los efectos del P-Delta sean aún más pronunciados.
- Se recomienda especialmente aplicar el efecto P-Delta en edificios de 8 pisos o más, debido a que la mayor altura de estas estructuras genera deformaciones significativas y momentos flectores considerables durante un sismo. Nuestro estudio reveló que, en edificios de 8 pisos, los efectos del P-Delta no fueron tan notables, y se espera que sean aún más significativos en edificios más altos. La exclusión del impacto del efecto P-Delta en la evaluación de estructuras de gran altura puede llevar a una subestimación de la respuesta sísmica, incrementando así el riesgo para la seguridad de las personas que ocupan el edificio y comprometiendo la integridad de la estructura.
- Se recomienda que las autoridades locales y los ingenieros estructurales desarrollen normativas específicas relacionadas con el efecto P-Delta en áreas sísmicas. Esto es esencial para abordar de manera efectiva los desafíos sísmicos locales y garantizar la construcción de edificaciones más seguras. Estas normativas deben adaptarse a las características geográficas y geotécnicas de la región, considerando factores como el tipo de suelo y la sismicidad local.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones más exhaustivas para comprender mejor cómo el efecto P-Delta interactúa con otros efectos de segundo orden y no lineales en diferentes tipos de estructuras. Esto ayudará a identificar sinergias y efectos combinados que puedan ser relevantes en situaciones prácticas.

REFERENCIAS

Abbas, Rafea y Abdulkareem, Ameer. 2020. *Geometric nonlinear time domain spectral matching seismic analysis of base isolated high-rise buildings including p-delta effect.* Baghdad : Journal of Engineering Science and Technology, 2020. págs. 3104 - 3121.

—. **2022.** *Stability and seismic performance of tall steel structures with hybrid energy absorbers including P-Delta effect.* s.l. : Geotechnical Engineering and Sustainable Construction, Sustainable Geotechnical Engineering, 2022.

Abbas, Rafea y Nahidh, Anas. 2018. *Seismic response of high rise steel buildings including second-order effects.* s.l. : Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences, 2018. págs. 226-236.

Abdulkareem, A.J. 2020. *Nonlinear seismic response analysis of base isolated tall steel buildings including second-order effects.* 2020.

Abu, Suhib. 2019. *P-Delta effect in seismic reinforced concrete portal frames.* An-Najah National University. Nablus : s.n., 2019.

Afshar, D y Amin, M. 2022. *Nonlinear dynamic P-delta interaction between TMD and the frame structure under proportional internal resonances.* 2022.

American Society of Civil Engineers. 2022. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.* 2022.

Apolinario, Óscar. 2020. *Estudio investigativo de los efectos P-Delta $P-\Delta$ en estructuras de acero con planta baja flexible y torsión excesiva.* Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad : s.n., 2020.

Balaji, G y Vivek, S. 2022. *Construction sequence analysis of multi-storey setback building placed in slope with p-delta and time-dependent effects.* Thanjavur : Revista de la Construcción, 2022. págs. 408 - 426.

Barrera, David. 2018. *Modelación elasto-plástica y análisis no lineal de una estructura especial de acero utilizando OpenSees.* Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018.

- Calcina, Ramón. 2017.** *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal.* Tacna - Perú, Universidad Privada de Tacna. 2017.
- Chatterjee, K, y otros. 2019.** *Seismic response of single piles in liquefiable soil considering P-delta effect.* 2019.
- Cheng, H, y otros. 2022.** *P-Delta Effects on Nonlinear Seismic Behavior of Steel Moment-Resisting Frame Structures Subjected to Near-Fault and Far-Fault Ground Motions.* 2022.
- Crisafulli, Francisco. 2018.** *Diseño sismorresistente de construcciones de acero.* Asociación Latinoamericana del Acero. 2018.
- Cusmano, V, y otros. 2023.** *A discrete-element approach accounting for P-Delta effects.* 2023.
- Deepesh, Panchal, Haresh, Prajapati y Panchal, Viral. 2019.** *Earthquake Resistant Buildings Techniques: A Review.* s.l. : International Journal of Innovative Science and Research Technology, 2019. págs. 441-443.
- Deyanova, M, y otros. 2023.** *Performance-based assessment of slender reinforced concrete columns typical of precast industrial buildings.* 2023.
- Dheeb, A.S y Abbas, R.M. 2019.** *Deterministic Wind Load Dynamic Analysis of High Rise Steel Buildings Including P-Delta Effects.* 2019.
- Echebba, El Mehdi, y otros. 2021.** *Analysis of the second order effect of the ssi on the building during a seismic load.* s.l. : Infrastructures, 2021. págs. 1-10.
- Ercolino, y otros. 2018.** *Seismic design of single-story precast structures for P- Δ Effects.* 2018.
- Fard, M y Sensoy, S. 2019.** *Direct estimation of the P-delta effect through the “stability-coefficient-response-spectra” by introducing the “first-storey-single-degree-of-freedom” system.* 2019.
- Gallardo, Eliana. 2017.** *Metodología de la Investigación.* Huancayo : Universidad Continental, 2017.

- Lakshmi, Sruthi. 2017.** *Seismic Performance of Tall Reinforced Concrete Buildings under P-Delta Analysis.* Kerala : International journal of engineering research & technology, 2017.
- Ma, L, H, Wu y Q, Fang. 2023.** *A unified performance-based blast-resistant design approach for RC beams/columns.* 2023.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2019.** *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.* Lima : s.n., 2019.
- Murga, Kedwin y Tafur, Jose. 2021.** *Relación del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado, Cajamarca 2021.* Universidad Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2021.
- Nasir , Pourali, Horr, Khosravi y Mehdi Dehestani. 2018.** *An investigation of P-delta effect in conventional seismic design and direct displacement-based design using elasto-plastic SDOF systems.* s.l. : Bulletin of Earthquake Engineering, 2018. págs. 313–336.
- Pujol, Santiago. 2020.** *Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la Ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017.* 2020.
- Rodriguez, Jairo. 2019.** *Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.* Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2019.
- Sai, N, y otros. 2018.** *A Novel Approach for Seismic Analysis of Residential Reinforced Cement Concrete Structure and to Show It's P- Delta Effect.* ndhra Pradesh : International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 2018. págs. 117-126.
- Sardasht, Sardar y Ako, Hama. 2018.** *Evaluation of p-delta effect in structural seismic response.* s.l. : Conferencia Web MATEC, 2018.
- Tartaglia, R, Campiche, A y De Martino, A. 2020.** *Influence of the P-Delta effect on the design of steel moment resisting frame in seismic areas.* 2020.

- Tartaglia, R, y otros. 2019.** *Comparison of different design requirements on P-delta effects for steel moment resisting frames.* 2019.
- Tartaglia, R, y otros. 2018.** *Influence of EC8 rules on p-delta effects on the design and response of steel MRF.* 2018.
- Tawfiq, Abdul. 2019.** *P-Delta Effects on Tall Concrete Buildings.* Department of Civil Engineering, Kardan University. Kabul : Kardan Journal of Engineering and, 2019. págs. 58 - 68.
- Torres, Cristopher y Zavala, Darwin. 2022.** *Análisis del efecto P-Delta con Push Over en estructuras de mediana altura de concreto armado con presencia de irregularidades en altura en la Costa del Perú.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2022.
- Torres, Cristopher, Zavala, Darwin y Moreno, J. 2022.** *Influence of the P-delta Effect and Stiffness Irregularity on the Structural Behavior of Reinforced Concrete Buildings.* Lima : Journal of Physics: Conference Series, 2022.
- Ucar, T y Merter, O. 2018.** *Derivation of energy-based base shear force coefficient considering hysteretic behavior and P-delta effects.* 2018.
- . 2021.** *Derivation of yield force coefficient for RC frames considering energy balance and P -delta effects.* 2021.
- Vargas, Jhordan. 2019.** *Análisis de las viviendas informales y recomendaciones técnicas de la vulnerabilidad sísmica en el distrito de Independencia, eje zonal Tahuantinsuyo 2019.* Unversidad César Vallejo. Lima : s.n., 2019.
- Verma, A y Verma, S. 2019.** *Seismic analysis of building frame using p-delta analysis and static & dynamic analysis a comparative study.* 2019.
- Yamakawa, K, y otros. 2019.** *Analytical study on seismic response of reinforced concrete buildings considering P- Δ effect.* 2019.
- Zhang, Rui, Sun, Zhiguo y Qu, Chunxu. 2022.** *P-Delta effects on nonlinear dynamic response of steel moment-resisting frame structures subjected to near-fault pulse-like ground motions.* s.l. : Structures, 2022. págs. 1122-1140.

ANEXOS

Anexo 1: *Tabla de operacionalización de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
(Variable Independiente) Efecto P-Delta	Según (Torres, y otros, 2022) el efecto P-Delta es un fenómeno estructural que tiene en cuenta la deformación axial producida por la carga aplicada y su influencia en la redistribución de las fuerzas internas y en la respuesta global de una estructura.	El efecto p-delta es un fenómeno que se produce en estructuras debido a la interacción entre la carga vertical aplicada a la estructura y la deformación lateral generada por esta carga.	Periodo fundamental	$T = \frac{h_n}{C_T}$	Razón
			Cortante basal	$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$	
			Momentos en la base	$M = \frac{WL}{4}$	
			Distorsión	Δ_i / h_{ei}	
(Variable Dependiente) Edificio de sistema dual	Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), se trata de un sistema estructural que incluye tanto pórticos como muros estructurales, donde los muros estructurales están diseñados para soportar entre el 20% al 70% la cortante en la base.	Es un sistema estructural que utiliza pórticos y placas, donde las placas resisten del 20% al 70% del cortante basal.	Características del edificio	Datos generales del edificio	Razón
				Parámetros sísmicos	
				Cargas	

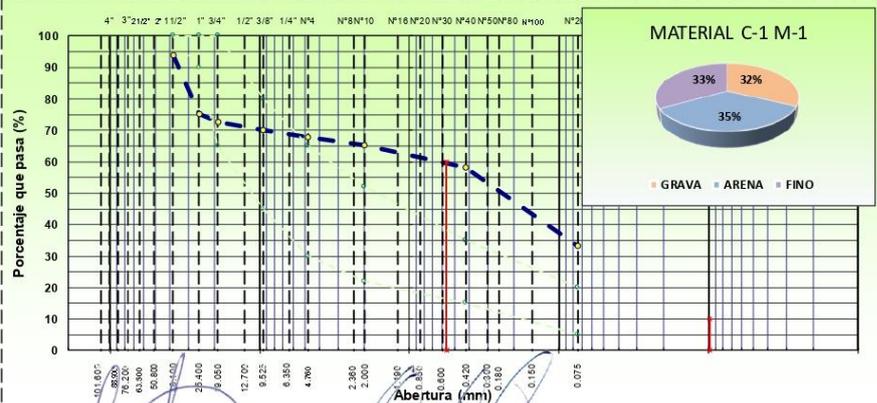
Anexo 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>(Lakshmi, 2017) en su artículo titulado: "Seismic Performance of Tall Reinforced Concrete Buildings under P-Delta Analysis".</p> <p>(Tawfiq, 2019) en su artículo titulado: "P-Delta Effects on Tall Concrete Buildings".</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Efecto P-Delta:</p> <p>Según (Lin, y otros, 2006) el efecto P-Delta es un fenómeno estructural que tiene en cuenta la deformación axial producida por la carga aplicada y su influencia en la redistribución de las fuerzas internas y en la respuesta global de una estructura.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Propósito: Aplicada</p> <p>Por el diseño: No experimental</p> <p>Diseño de experimentación: No experimental transversal descriptivo</p> <p>Población: Edificaciones de 8 niveles o más ubicadas en el sector III, Huamachuco, departamento de La Libertad, que</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto al periodo fundamental de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto al periodo fundamental de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>(Sai, y otros, 2018) en su artículo titulado: "A novel approach for seismic analysis of residential reinforced cement concrete structure and to show it's p- delta effect".</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>El efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico, con respecto al periodo fundamental de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>		

<p>¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto a la cortante basal de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles?</p>	<p>Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, con respecto a la cortante basal de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>(Rodríguez, 2019) en su tesis titulada "Influencia del efecto P-Delta en Edificios de Concreto Armado con y sin Muros de corte, Lima 2019".</p>	<p>El efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico, con respecto a la cortante basal de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>Variable Dependiente Edificio de sistema dual:</p>	<p>cuenten con sistema dual.</p>
<p>¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a los momentos máximos en la base de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles?</p>	<p>Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a los momentos máximos en la base de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>(Torres, y otros, 2022) en su tesis titulada " Análisis del efecto P-Delta con Push Over en estructuras de mediana altura de concreto armado con presencia de irregularidades en altura en la Costa del Perú"</p>	<p>El efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico, respecto a los momentos máximos en la base de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), es un tipo de sistema estructural formado por columnas y vigas, en el que las columnas de los pórticos deben resistir al menos el 80% del cortante total en la base de la estructura.</p>	<p>Muestra: Edificación multifamiliar de 8 niveles con sistema dual, ubicada en esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.</p>
<p>¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a las distorsiones de entrepiso de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles?</p>	<p>Determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico, respecto a las distorsiones de entrepiso de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>(Murga, y otros, 2021) en su tesis titulada "Relación del efecto p-delta en el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado, Cajamarca 2021".</p>	<p>El efecto P-Delta influye en el comportamiento sísmico, respecto a las distorsiones de entrepiso de un edificio multifamiliar de sistema dual de 8 niveles.</p>	<p>Muestreo: No probabilístico</p> <p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos: Guías de observación y fichas de recolección de datos.</p> <p>Análisis de datos: Descriptiva</p>	

Anexo 3: Estudio de suelos

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA "VIVIENDA MULTIFAMILIAR" ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA	Fecha: 05/09/2022 Página 26 de 39	
--	--	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							MTC E 107, E 204 - ASTM D 422	
SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA								
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR								
MUESTRA : M-1								
CANTERA : ----								
CALICATA : C-1								
PROF. (m) : 0.20 - 0.80							MUESTREADO POR : Geocons.srl	
UBICACIÓN : Esquina Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16							ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.	
COORD. UTM : ESTE: _____ NORTE: _____							REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza	
							HECHO POR : Geocons.srl	
							FECHA : 03/09/2022	
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL =	2.500,0 gr
4"	101.600						PESO GRAVA =	804,8 gr
3 1/2"	88.900				100,0		PESO ARENA =	864,8 gr
3"	76.200				100,0		PESO FINO =	830,4 gr
2 1/2"	63.500				100,0		LÍMITE LÍQUIDO =	25,7 %
2"	50.800				100,0		LÍMITE PLÁSTICO =	19,2 %
1 1/2"	38.100	150,6	6,0	6,0	94,0		ÍNDICE PLÁSTICO =	6,4 %
1"	25.400	466,6	18,7	24,7	75,3		CLASF. AASHTO =	A-2-4 (0)
3/4"	19.050	69,3	2,8	27,5	72,6		CLASF. SUCCS =	SC-SM
1/2"	12.700	0,0	0,0	27,5	72,6		MAX. DENS. SECA =	(gr/cm3)
3/8"	9.525	64,5	2,6	30,0	70,0		OPT. CONT. HUM. =	%
1/4"	6.350	0,0	0,0	30,0	70,0		CBR 0.1" (100%) =	%
# 4	4.760	53,9	2,2	32,2	67,8		CBR 0.2" (100%) =	%
# 8	2.360	0,0	0,0	32,2	67,8		% Grava =	32,2 %
# 10	2.000	65,0	2,6	34,8	65,2		% Arena =	34,6 %
# 20	0.850	66,9	2,7	37,5	62,5		% Fino =	33,2 %
# 40	0.420	108,7	4,4	41,8	58,2		HUMEDAD NATURAL =	15,7 %
# 50	0.300	0,0	0,0	41,8	58,2		Observaciones :	
# 60	0.250	215,4	8,6	50,4	49,6			
# 100	0.150	210,8	8,4	58,9	41,1			
# 200	0.075	198,0	7,9	66,8	33,2			
< # 200	FONDO	830,4	33,2	100,0	0,0			
FRACCIÓN		1.695,2					Coef. Uniformidad =	-
TOTAL		2.500,0					Coef. Curvatura =	1,5
Descripción suelo: Arena arcilloso-limosa con grava con bloques SC-SM							Pot. de Expansión =	Bajo
								Estable
CURVA GRANULOMÉTRICA								
								
Tec. Responsable CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL			Ing. Responsable DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia			Supervisión		

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
 "VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
 ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
 05/09/2022
 Página 27
 de 39



LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-1

CANTERA : -----

CALICATA : C-1

PROF. (m) : 0.20 - 0.80

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ 95, Lt. 16

COORD. UTM : ESTE: NORTE:



MUESTREADO POR : Geocons.srl
 ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.
 REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza
 HECHO POR : Geocons.srl
 FECHA : 03/09/2022

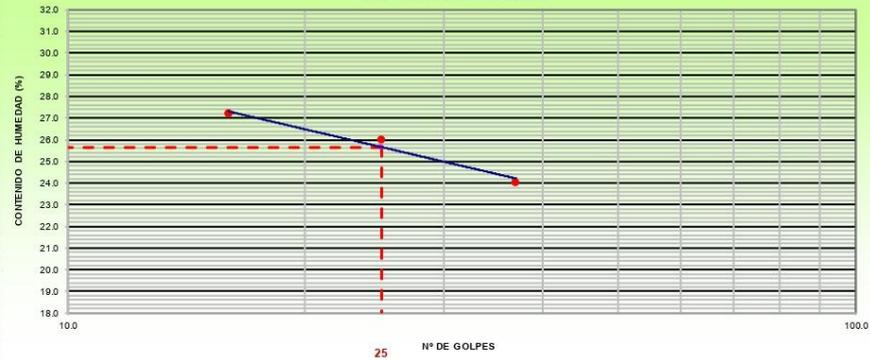
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	50.77	50.85	45.58
TARRO + SUELO SECO	44.78	44.56	40.12
AGUA	5.99	6.29	5.46
PESO DEL TARRO	19.87	20.35	20.07
PESO DEL SUELO SECO	24.91	24.21	20.05
% DE HUMEDAD	24.05	25.98	27.23
Nº DE GOLPES	37	25	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.23	26.71
TARRO + SUELO SECO	23.70	25.65
AGUA	0.53	1.06
PESO DEL TARRO	20.96	20.10
PESO DEL SUELO SECO	2.74	5.55
% DE HUMEDAD	19.34	19.10

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	25.66
LÍMITE PLÁSTICO	19.22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.44

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable: *[Signature]*
 CARLOS E. AGREDA MUGUERZA
 Técnico de Laboratorio
 GEOCONS.SRL

Ing. Responsable: *[Signature]*
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP Nº 191809
 Especialista en Geotecnia

Supervisión:



HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, ASTM D2216-19

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA	 MUESTREADO POR : Geocons.srl ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza HECHO POR : Geocons.srl FECHA : 03/09/2022
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
MUESTRA : M-1	
CANTERA : -----	
CALICATA : C-1	
PROF. (m) : 0.20 - 0.80	
UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16	
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	157.25	161.29	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	137.80	141.01	
Peso de Tara (gr.)	12.93	12.89	
Peso de Agua (gr.)	19.45	20.28	
Peso Mat. Seco (gr.)	124.87	128.12	
Humedad Natural (%)	15.58	15.83	
Promedio de Humedad (%)	15.7		

OBSERVACIONES:

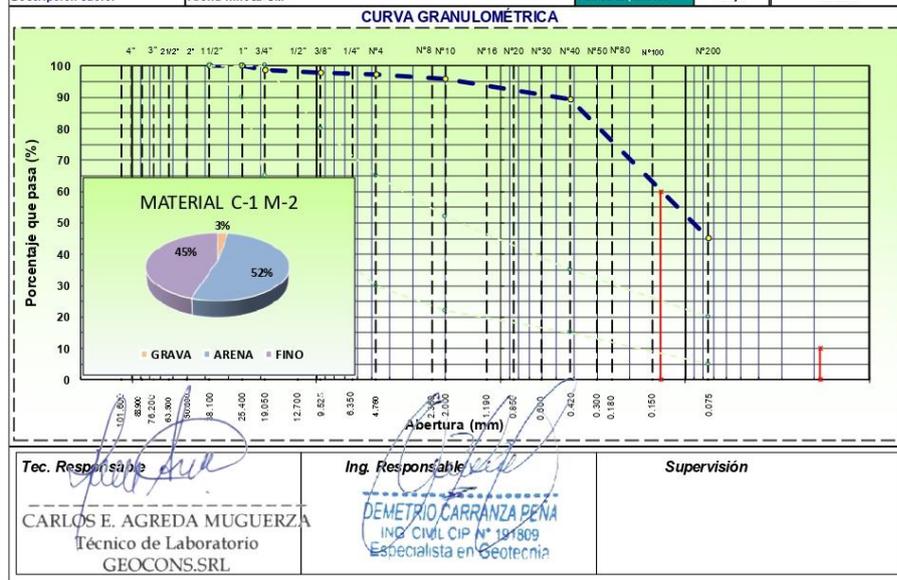
 Tec. Responsable CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL	 Ing. Responsable DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	Supervisor
---	--	------------

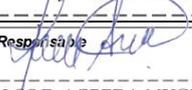
CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
"VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
05/09/2022
Página 29
de 39



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422											
SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA							 MUESTREADO POR : Geocons.srl ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza HECHO POR : Geocons.srl FECHA : 03/09/2022				
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR											
MUESTRA : M-2											
CANTERA : ---											
CALICATA : C-1											
PROF. (m) : 0.80 - 2.10											
UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ 95, Lt. 16											
COORD. UTM : ESTE: NORTE:											
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A					
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL	=	1,000.0	gr	
4"	101.600						PESO GRAVA	=	27.2	gr	
3 1/2"	88.900				100.0		PESO ARENA	=	522.2	gr	
3"	76.200				100.0		PESO FINO	=	450.7	gr	
2 1/2"	63.500				100.0		LÍMITE LÍQUIDO	=	20.6	%	
2"	50.800				100.0		LÍMITE PLÁSTICO	=	16.7	%	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO	=	4.0	%	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO	=	A-4	(2)	
3/4"	19.050	11.7	1.2	1.2	98.8		CLASF. SUCCS	=	SM		
1/2"	12.700		0.0	1.2	98.8		MAX DENS. SECA	=		(gr/cm3)	
3/8"	9.525	8.6	0.9	2.0	98.0		OPT. CONT. HUM.	=		%	
1/4"	6.350		0.0	2.0	98.0		CBR 0.1" (100%)	=		%	
# 4	4.760	6.9	0.7	2.7	97.3		CBR 0.2" (100%)	=		%	
# 8	2.360		0.0	2.7	97.3		% Grava	=	2.7	%	
# 10	2.000	13.5	1.4	4.1	95.9		% Arena	=	52.2	%	
# 20	0.850	21.7	2.2	6.2	93.8		% Fino	=	45.1	%	
# 40	0.420	45.6	4.6	10.8	89.2		HUMEDAD NATURAL	=	15.2	%	
# 50	0.300		0.0	10.8	89.2		Observaciones	Pobre a malo como subrasante			
# 60	0.250	111.4	11.1	21.9	78.1		Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia	
# 100	0.150	156.3	15.6	37.6	62.4		Coef. Curvatura	=	-	1.4	
# 200	0.075	173.7	17.4	54.9	45.1		Pot. de Expansión	=	Bajo	Estable	
< # 200	FONDO	450.7	45.1	100.0	0.0						
FRACCIÓN		972.9									
TOTAL		1,000.0									
Descripción suelo:		Arena limosa SM									



Tec. Responsable  CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	Supervisión _____ _____
---	--	-------------------------------



LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110 YE 111 - ASTM D 4318 17e1

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-2

CANTERA : ----

CALICATA : C-1

PROF. (m) : 0.80 - 2.10

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16

COORD. UTM : ESTE: NORTE:



MUESTREADO POR : Geocons.srl

ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.

REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza

HECHO POR : Geocons.srl

FECHA : 03/09/2022

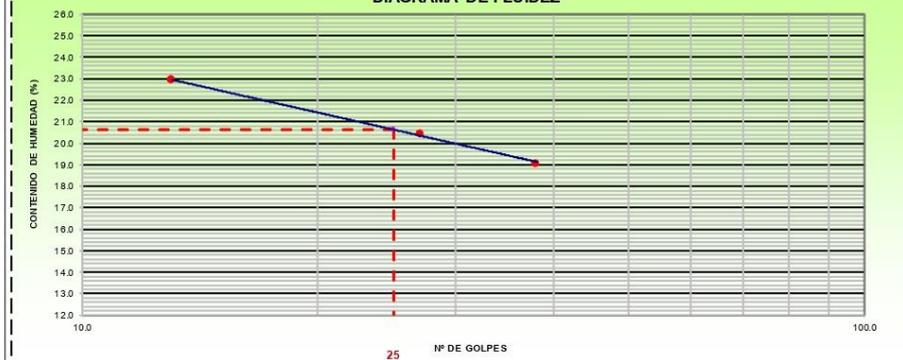
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.23	46.88	47.21
TARRO + SUELO SECO	43.82	42.39	42.16
AGUA	4.41	4.49	5.05
PESO DEL TARRO	20.70	20.44	20.15
PESO DEL SUELO SECO	23.12	21.95	22.01
% DE HUMEDAD	19.07	20.46	22.94
Nº DE GOLPES	38	27	13

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.47	28.11
TARRO + SUELO SECO	25.56	27.00
AGUA	0.91	1.11
PESO DEL TARRO	20.15	20.28
PESO DEL SUELO SECO	5.41	6.72
% DE HUMEDAD	16.82	16.52

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	20.63
LÍMITE PLÁSTICO	16.67
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	3.96

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable

CARLOS E. AGREDA MUGUERZA
Técnico de Laboratorio
GEOCONS.SRL

Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
 "VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
 ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
 05/09/2022
 Página 31
 de 39



HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, ASTM D2216-19

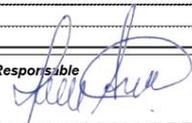
SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
 PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR
 MUESTRA : M-2
 CANTERA : ---
 CALICATA : C-1
 PROF. (m) : 0.80 - 2.10
 UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16
 COORD. UTM : ESTE: NORTE:

MUESTREO POR : Geocons.srl
 ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
 REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza
 HECHO POR : Geocons.srl
 FECHA : 03/09/2022

DATOS

Nº de Ensayo	1	2	
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	179.59	185.31	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	157.91	162.28	
Peso de Tara (gr.)	13.15	12.74	
Peso de Agua (gr.)	21.68	23.03	
Peso Mat. Seco (gr.)	144.76	149.54	
Humedad Natural (%)	14.98	15.40	
Promedio de Humedad (%)	15.2		

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Responsable</p>  <p>CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL</p>	<p>Ing. Responsable</p>  <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisor</p>
---	--	-------------------

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
"VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
05/09/2022
Página 32
de 39



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422						
SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA						
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR						
MUESTRA : M-3						
CANTERA : ----						
CALICATA : C-1						
PROF. (m) : 2.10 - 2.50						
UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16						
COORD. UTM : ESTE: NORTE:						
MUESTREO POR : Geocons srl						
ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.						
REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza						
HECHO POR : Geocons srl						
FECHA : 03/09/2022						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A
4 1/2"	114.300					
4"	101.600					
3 1/2"	88.900				100.0	
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500				100.0	
2"	50.800				100.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.525	3.5	0.4	0.4	99.7	
1/4"	6.350	6.7	0.7	1.0	99.0	
# 4	4.760	29.0	2.9	5.7	94.3	
# 8	2.360	88.6	8.9	27.1	72.9	
# 10	2.000	729.4	72.9	100.0	0.0	
# 20	0.850					
# 40	0.420					
# 50	0.300					
# 60	0.250					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
< # 200	FONDO					
FRACCIÓN		989.8				
TOTAL		1,000.0				
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
PESO TOTAL = 1,000.0 gr						
PESO GRAVA = 10.2 gr						
PESO ARENA = 260.4 gr						
PESO FINO = 729.4 gr						
LÍMITE LÍQUIDO = 42.5 %						
LÍMITE PLÁSTICO = 25.1 %						
ÍNDICE PLÁSTICO = 17.4 %						
CLASF. AASHTO = A-7-6 [1]						
CLASF. SUCCS = CL						
MAX. DENS. SECA = (gr/cm3)						
OPT. CONT. HUM. = %						
CBR 0.1" (100%) = %						
CBR 0.2" (100%) = %						
% Grava = 1.0 %						
% Arena = 26.0 %						
% Fino = 72.9 %						
HUMEDAD NATURAL = 42.2 %						
Observaciones : Pobre a malo como subrasante						
Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia						
Coef. Curvatura = - 0.0						
Pot. de Expansión = Muy Blando						
Descripción suelo: Arcilla media plasticidad con arena CL						
CURVA GRANULOMÉTRICA						
Tec. Responsable CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL		Ing. Responsable DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia		Supervisión		

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
 "VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
 ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
 05/09/2022
 Página 33
 de 39



LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-3

CANTERA : -----

CALICATA : C-1

PROF. (m) : 2.10 - 2.50

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ 95, Lt. 16

COORD. UTM : ESTE: NORTE:



MUESTREADO POR : Geocons.srl
 ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.
 REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza
 HECHO POR : Geocons.srl
 FECHA : 03/09/2022

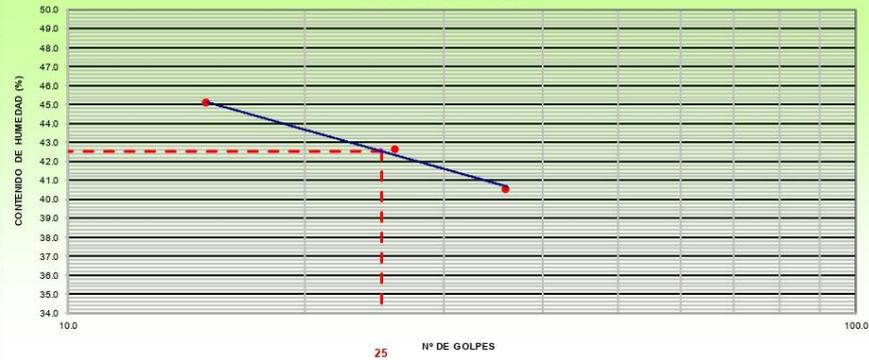
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.12	38.52	40.07
TARRO + SUELO SECO	32.87	33.15	33.93
AGUA	5.25	5.37	6.14
PESO DEL TARRO	19.91	20.55	20.31
PESO DEL SUELO SECO	12.96	12.60	13.62
% DE HUMEDAD	40.51	42.62	45.08
Nº DE GOLPES	36	26	15

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.10	28.01
TARRO + SUELO SECO	23.36	26.52
AGUA	0.74	1.49
PESO DEL TARRO	20.42	20.58
PESO DEL SUELO SECO	2.94	5.94
% DE HUMEDAD	25.17	25.08

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	42.54
LÍMITE PLÁSTICO	25.13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.41

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Responsable</p> <p>CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL</p>	<p>Ing. Responsable</p> <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP Nº 191809 Especialista en Geotecnia</p>	<p>Supervisión</p>
---	--	--------------------

CRUZADO PAREDES, ANA MARIA
 "VIVIENDA MULTIFAMILIAR"
 ESTUDIO DE SUELOS – VIVIENDA

Fecha:
 05/09/2022
 Página 34
 de 39



HUMEDAD NATURAL

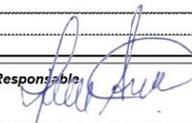
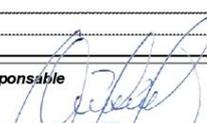
MTS E 108, ASTM D2216-19

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA	 GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS MUESTREADO POR : Geocons.srl ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza HECHO POR : Geocons.srl FECHA : 03/09/2022
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
MUESTRA : M-3	
CANTERA : -----	
CALICATA : C-1	
PROF. (m) : 2.10 - 2.50	
UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ 95, Lt. 16	
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	186.76	191.36	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	135.27	138.37	
Peso de Tara (gr.)	12.58	13.52	
Peso de Agua (gr.)	51.49	52.99	
Peso Mat. Seco (gr.)	122.69	124.85	
Humedad Natural (%)	41.97	42.44	
Promedio de Humedad (%)	42.2		

OBSERVACIONES:

 Tec. Responsable CARLOS E. AGREDA MUGUERZA Técnico de Laboratorio GEOCONS.SRL	 Ing. Responsable DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	Supervisor
--	---	-------------------

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

No Consolidado - Drenado // ASTM - D3080

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-1
INFORME N° : 32
CANTERA : ---
CALICATA : C-1
PROF. : 1.8

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16
 ESTE: NORTE:



ENSAYADO POR : Tec: Carlos Agreda M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza
Fecha : 03/09/2022

DATOS DE LOS ESPÉCIMENES

Tamaño máximo:	No. 4	Límites de Atterberg:	Referencia	20.6	16.7
		Gravedad Específica:	Referencia	Gs: 2.657	
Tipo:	Remoldeado	Densidad seca definida (g/cm ³):	1.438	Humedad (%):	15.2

DATOS DEL EQUIPAMIENTO

Tipo de Caja de Corte:	Circular	Diámetro (mm):	61.00	Altura (mm):	23.72
Equipo:	PT-CD Descripción: Sistema mecánico con desplazamiento lateral controlado electrónicamente				

DATOS DE LOS ESPÉCIMENES

	Espécimen 1	Espécimen 2	Espécimen 3
Masa inicial húmeda de espécimen + anillo (g)	215.25	215.11	212.87
Masa de anillo (g)	83.93	83.93	83.93
Desidad húmeda inicial (g/cm ³):	1.894	1.892	1.860
Masa húmeda final de espécimen + tara (g)	220.11	224.71	225.65
Masa de tara (g)	89.71	92.33	98.02
Volumen final de especimenes (cm ³):	68.30	68.18	66.95
Desidad húmeda final (g/cm ³):	1.909	1.942	1.906
Masa seca + tara (g)	193.24	197.10	198.94
Masa de tara (g)	89.71	92.33	98.02
Masa de tara + espécimen + placas (g)	---	---	---
masa de agua en contenedor al final (g)	---	---	---
Humedad inicial (%):	26.84	25.21	27.76
Humedad final (%):	25.95	26.35	26.47
Desidad seca inicial (g/cm ³):	1.493	1.511	1.456
Desidad seca final (g/cm ³):	1.516	1.537	1.507



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 181809
 Especialista en Geotecnia

Espécimen No. 1			Espécimen No. 2			Espécimen No. 3		
Tiempo	T (min)	Dial (mm)	Tiempo	T (min)	Dial (mm)	Tiempo	T (min)	Dial (mm)
SATURACIÓN								
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
2 h	120	0.350	2 h	120	0.390	2 h	52	0.910
CONSOLIDACIÓN								
0 s	0.00	0.000	0 s	0.00	0.000	0 s	0.00	0.000
5 s	0.08	-0.280	5 s	0.08	-0.300	5 s	0.08	-0.800
10 s	0.17	-0.280	10 s	0.17	-0.300	10 s	0.17	-0.800
15 s	0.25	-0.280	15 s	0.25	-0.300	15 s	0.25	-0.800
20 s	0.33	-0.280	20 s	0.33	-0.300	20 s	0.33	-0.800
30 s	0.50	-0.280	30 s	0.50	-0.300	30 s	0.50	-0.800
45 s	0.75	-0.280	45 s	0.75	-0.310	45 s	0.75	-0.810
1 min	1.00	-0.290	1 min	1.00	-0.310	1 min	1.00	-0.810
2 min	2.00	-0.300	2 min	2.00	-0.320	2 min	2.00	-0.820
4 min	4.00	-0.300	4 min	4.00	-0.330	4 min	4.00	-0.830
15 min	15.00	-0.310	8 min	8.00	-0.340	8 min	8.00	-0.850
30 min	30.00	-0.320	15 min	15.00	-0.380	15 min	15.00	-0.860
79 min	79.00	-0.350	30 min	30.00	-0.380	30 min	30.00	-0.910
			86 min	86.00	-0.390	79 min	79.00	-0.910

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

No Consolidado - Drenado // ASTM - D3080

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-1

INFORME N° : 32

CANTERA : ---

CALICATA : C-1

PROF. : 1.8

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16

ESTE: 0 NORTE: 0



ENSAYADO POR : Tec. Carlos Agreda M.

REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza

Fecha : 03/09/2022

Datos de especímenes

Tamaño máximo:	No. 4	Tipo:	Remoldeado	Gs:	2.657
----------------	-------	-------	------------	-----	-------

Datos del equipo de corte

Código: PT-CD Tipo: Sistema mecánico con desplazamiento lateral controlado electrónicamente

Tipo de caja: Circular

Datos del ensayo

	1	2	3
Espécimen No.:			
Diámetro (mm):	61.00	61.00	61.00
Altura (mm):	23.72	23.72	23.72
Fase inicial			
Humedad, w (%):	26.84	25.21	27.76
Densidad húmeda, r_d (g/cm ³):	1.89	1.89	1.86
Densidad seca, r_d (g/cm ³):	1.49	1.51	1.46
Relación de vacíos, e:	0.78	0.76	0.83
Grado de saturación, S (%):	91.55	88.36	89.41
Fase final			
Humedad, w (%):	25.95	26.35	26.47
Densidad húmeda, r_d (g/cm ³):	1.91	1.94	1.91
Densidad seca, r_d (g/cm ³):	1.52	1.54	1.51
Relación de vacíos, e:	0.75	0.73	0.76
Grado de saturación, S (%):	91.60	96.04	92.20
Velocidad de corte (mm/min):	0.50	0.50	0.50

Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

Registros del ensayo

Especimen No. 1			Especimen No. 2			Especimen No. 3		
Esfuerzo normal (kg/cm ²): 0.51			Esfuerzo normal (kg/cm ²): 1.03			Esfuerzo normal (kg/cm ²): 2.05		
Desplazamiento			Desplazamiento			Desplazamiento		
Horizontal (mm)	Carga (kgf)	Esfuerzo al corte (kg/cm ²)	Horizontal (mm)	Carga (kgf)	Esfuerzo al corte (kg/cm ²)	Horizontal (mm)	Carga (kgf)	Esfuerzo al corte (kg/cm ²)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.100	1.860	0.064	0.100	2.250	0.077	0.100	2.980	0.102
0.200	2.880	0.099	0.200	3.040	0.104	0.200	4.260	0.146
0.300	3.870	0.132	0.300	4.780	0.164	0.300	6.160	0.211
0.400	4.340	0.149	0.400	5.440	0.186	0.400	6.720	0.230
0.500	4.940	0.169	0.500	6.120	0.209	0.500	7.390	0.253
1.000	6.890	0.236	1.000	9.770	0.334	1.000	9.750	0.334
1.500	8.000	0.274	1.500	11.720	0.401	1.500	12.770	0.437
2.000	8.640	0.296	2.000	13.190	0.451	2.000	14.600	0.500
2.500	8.510	0.291	2.500	14.020	0.480	2.500	16.800	0.575
3.000	8.270	0.283	3.000	14.420	0.493	3.000	18.400	0.630
3.500	8.150	0.279	3.500	14.580	0.499	3.500	19.130	0.655
4.000	8.370	0.286	4.000	14.660	0.502	4.000	20.240	0.693
4.500	8.630	0.295	4.500	14.680	0.502	4.500	21.110	0.722
5.000	8.890	0.304	5.000	14.670	0.502	5.000	21.720	0.743
6.000	9.140	0.313	6.000	15.040	0.515	6.000	22.710	0.777
7.000	9.100	0.311	7.000	15.150	0.518	7.000	23.230	0.795
8.000	9.120	0.312	8.000	15.200	0.520	8.000	23.740	0.812
9.000	9.080	0.311	9.000	15.120	0.517	9.000	24.100	0.825
10.000	9.090	0.311	10.000	15.010	0.514	10.000	24.140	0.826
11.000	9.140	0.313	11.000	14.980	0.513	11.000	24.290	0.831
12.000	9.110	0.312	12.000	14.820	0.507	12.000	24.250	0.830
13.000	9.070	0.310	13.000	14.700	0.503	13.000	24.210	0.828

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

No Consolidado - Drenado // ASTM - D3080

SOLICITANTE : CRUZADO PAREDES, ANA MARIA

PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR

MUESTRA : M-1

INFORME N° : 32

CANTERA : ---

CALICATA : C-1

PROF. : 1.8

UBICACIÓN : Esquina: Jr. Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión MZ. 95, Lt. 16



ENSAYADO POR : Tec: Carlos Agreda M.

REVISADO POR : Ing. Demetrio Carranza

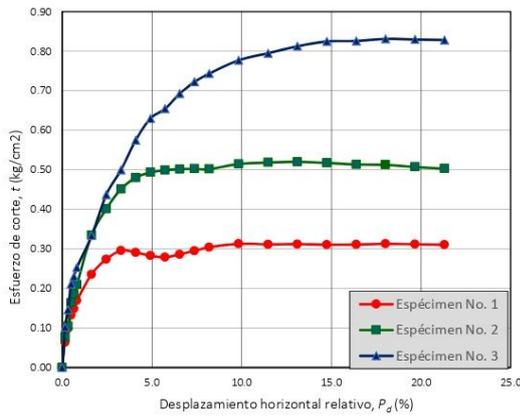
Fecha : 03/09/2022

Clasificación SUCS: Arena limosa IP NP

Datos de especímenes

Tamaño máximo: No. 4 G_s: 2.657 Remoldeado r_d (g/cm³): 1.438 % w: 15.2

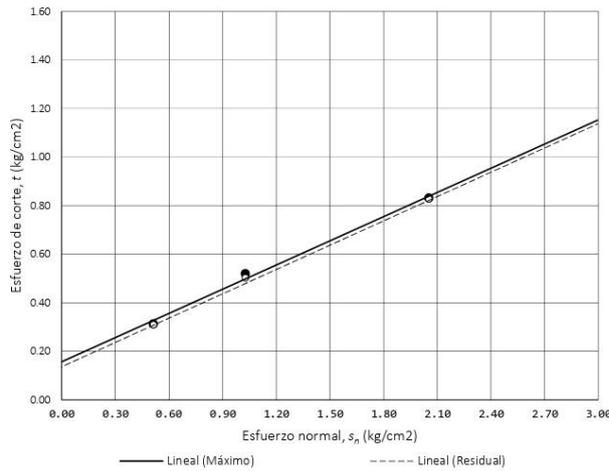
Datos de ensayo y curvas desplazamiento - esfuerzo al corte



Esfuerzos en los especímenes

Especímen	No. 1	No. 2	No. 3
Esfuerzo normal, s _n (kg/cm ²)	0.51	1.03	2.05
Esfuerzo de corte, t (kg/cm ²)	0.31	0.52	0.83
Esfuerzo residual, t _r (kg/cm ²)	0.31	0.50	0.83

Gráfico de esfuerzos y resultados



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

Parámetros de esfuerzo cortante

Esfuerzo	Esfuerzo máximo ●	Esfuerzo residual ○
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	18	18
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.16	0.15

Observaciones

La muestra ha sido identificada y entregada por Geocons. Material menor al tamiz N° 4, remoldeada a la humedad natural, densidad seca obtenida del ensayo de peso volumétrico y/o al 90% de la MDS obtenida del ensayo proctor modificado.

Anexo 4: Guías de observación

Datos generales del edificio

Título de proyecto:	Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad		
Responsables de estudio:	Gervacio Perez, Denys Raúl Villegas Arteaga, Ruben Alejandro		
Propietario:	Cruzado Paredes, Ana María		
Dirección:	Esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16		
Distrito:	Huamachuco	Provincia:	Sánchez Carrión
Departamento:	La Libertad	Año del proyecto:	2022
Número de pisos:	8	Uso:	Vivienda
Área del proyecto:	128.21 m ²	Altura de edificio:	26 m
Área libre:	4.23 m ²	Área techada:	
Fecha de estudio:	Agosto del 2023	Retiro Municipal:	

Parámetros sísmicos (NTP E.030)

	Descripción	Valor
Factor de zona	Z3	0.35
Factor de suelo	S2	1.15
Periodo	Periodo Fundamental(T)	0.789
	Periodo que define plataforma de factor (TP)	0.6
	Periodo que define el inicio de la zona del factor (TL)	2
Factor de amplificación sísmica	Factor de ampliación sísmica (C)	2.5
Categoría de edificación	Uso(U)	1
Sistema estructural	Reducción Sísmica (R)	7
Distorsión de entre piso	Concreto armado	0.007
Separación entre edificios	Separación Sísmica(S)	5 cm

Cargas (NTP E.020)

Cargas Muertas

Descripción:	Valor	Unidades
Peso específico del concreto armado:	2400	kg/m ³
Peso de tabiquería:	100	kg/m ²
Peso de acabados	100	kg/m ²
Losa aligerada:	300	kg/m ²
Losa maciza:	360	kg/m ²

Cargas Vivas

Ocupación o Uso:	Valor	Unidades
Vivienda:	200	kg/m ²
Corredores y Escaleras:	200	kg/m ²
Azotea:	150	kg/m ²

Parámetros estructurales

Descripción	Valor	Unidades
Concreto		
Resistencia a la compresión:	210	kg/m ²
Peso unitario del concreto:	2400	kg/m ³
Módulo de elasticidad del concreto:	218819.79	kg/m ²
Coeficiente de Poisson:	0.2	
Acero de refuerzo		
Peso unitario del acero:	7850	kg/m ³
Módulo de fluencia:	4200	kg/m ²
Módulo de elasticidad del acero:	2000000	kg/m ²

Anexo 5: *Fichas de recolección de datos*

Periodo fundamental							
Sin P-Δ			Con P-Δ				
Caso	Modo	Periodo fundamental	Caso	Modo	Periodo fundamental		
Cortante basal							
Piso	Caso	Sin P-Δ	Con P-Δ				
Momentos máximos en la base							
Piso	Caso	Sin P-Δ			Con P-Δ		
		MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
Distorsiones de entrepiso							
Pisos	Altura (m)	Eje X		Eje Y			
		Sin P-Δ	Con P-Δ	Sin P-Δ	Con P-Δ		

Anexo 6: Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de investigación: Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad

Línea de investigación: Diseño sísmico y estructural

Nombres y apellidos del experto: Juan Paul Edward Henríquez Ulloa

Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



Juan Paul Edward Henríquez Ulloa

CIP: 118101

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de investigación: Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad

Línea de investigación: Diseño sísmico y estructural

Nombres y apellidos del experto: Juan Carlos Martell Ortiz

Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



Juan C. Martell Ortiz
MSc. ING. CIVIL
R. CIP 153009

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de investigación: Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad

Línea de investigación: Diseño sísmico y estructural

Nombres y apellidos del experto: Luis Alberto Chávez Roncal

Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



Luis Alberto Chávez Roncal

CIP: 74108

Anexo 7: *Consentimiento informado*

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación:

“Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad”

Investigadores:

- Gervacio Pérez, Denys Raul (<https://orcid.org/0000-0002-8357-8371>)

- Villegas Arteaga, Ruben Alejandro (<https://orcid.org/0000-0002-2437-8804>)

Propósito del estudio:

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad”, cuyo objetivo es determinar la influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

El impacto del problema de la investigación se centra en comprender cómo el efecto P-Delta afecta el comportamiento sísmico de edificios de 8 niveles con sistema dual. Este estudio responde a la necesidad urgente de evaluar la respuesta sísmica de las estructuras, considerando el efecto P-Delta durante eventos sísmicos, mediante comparaciones detalladas y una evaluación exhaustiva conforme a las normativas vigentes.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: " Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad ".
2. Esta entrevista tendrá un tiempo aproximado de 30 minutos y se realizará en el ambiente de su agrado y posibilidad, de la institución: Universidad Cesar Vallejo, lugar donde labora o en el estudio de trabajo transitorio.

Participación voluntaria (principio de autonomía): Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia): Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia): Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia): Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con los Investigadores Gervacio Pérez, Denys Raul o Villegas Arteaga, Ruben Alejandro, con email: drgevaciop@ucvvirtual.edu.pe, rvillegasar@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Mg. Noriega Vidal, Eduardo Manuel, email: enoriegavid@ucvvirtual.edu.pe.

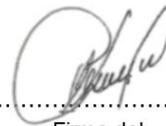
Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos: Ana María Cruzado Paredes

Dirección: Esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16, sector III

Fecha y hora: 15.06.2023/ 03:10pm.



.....
Firma del
entrevistado

Anexo 9: Memoria de cálculo

Descripción de la edificación

La edificación tiene una ubicación en esquina: Jr Julio Basurto y Jr. Sánchez Carrión Mz. 95, Lt 16, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. La figura 6 ilustra claramente su ubicación en el mapa.

Figura 5. Ubicación de la edificación de estudio



El edificio consta de un total de 8 pisos, y azotea. Su uso principal es para vivienda multifamiliar. La estructura del edificio es de tipo dual. La altura de entrepisos, que es un aspecto relevante en su diseño, se presenta en detalle en la Tabla 5. El área total del proyecto es de 128.21 m², y la altura del edificio es de 26 metros.

Tabla 5. Altura del edificio

Piso	Altura entrepiso	Altura total
9	2.80	26.00
8	2.80	23.20
7	2.80	20.40
6	2.80	17.60
5	2.80	14.80
4	2.80	12.00

3	2.80	9.20
2	2.80	6.40
1	3.60	3.60

Características de los materiales

Para el análisis de la edificación, se tuvo en cuenta las siguientes especificaciones.

Tabla 6. *Características de los materiales*

Descripción	Símbolo	Valor
Resistencia a la compresión del concreto	F'_c	210 kgf/cm ²
Módulo de elasticidad Ca	E_{c-210}	218819.79 kgf/cm ²
Peso específico Ca	γ	2400 kgf/m ³
Relación de Poisson	μ	0.20
Esfuerzo a la fluencia As	F'_y	4200 kgf/cm ²
Peso unitario As	γ_a	7850 kgf/m ³
Módulo de elasticidad As	E_c	2000000 kgf/cm ²

Cargas de la edificación

A continuación, se detalla las cargas para la edificación.

Tabla 7. *Cargas para losas*

Descripción	Valor carga muerta (CM)	Valor carga viva (CV)
Piso terminado	100 kgf/cm ²	-
Tabiquería	100 kgf/cm ²	-
Vivienda	-	200 kgf/cm ²
Azotea	-	150 kgf/cm ²

Sistema estructural

Se realizó el modelado de la estructura para verificar cuanto es el porcentaje de cortante que soportan las columnas y placas.

Sistema estructural					
Elementos	Dirección X		Dirección Y		Verificación (DX, DY)
	Vx (tonf)	Vx (%)	Vy (tonf)	Vy (%)	
Columnas	36.26	51.4%	23.47	30.8%	DX: DUAL
Placas	34.25	48.6%	52.65	69.2%	DY: DUAL

Nota: Se determinó que en las dos direcciones es dual, debido a que las placas resistentes entre el 20% al 70% la fuerza cortante.

Índice de estabilidad

Se llevó a cabo el cálculo del índice de estabilidad, y los resultados arrojados indican que no es necesario considerar el efecto P-Delta en este caso. Esto se debe a que el índice de estabilidad obtenido se sitúa por debajo de 0.1, tal como se establece en las normativas del ASCE 7-22. No obstante, por razones relacionadas con la investigación, se optará por considerar dicho efecto en el análisis.

Tabla 8. Índice de estabilidad en la dirección X

Pisos	hsx (m)	Px (tonf)	Vx/ Δx_e (tonf/m)	θ_x	Condición
9	2.8	39.03	6820.67	0.00204	No considerar efecto P-Delta
8	2.8	138.10	22691.58	0.00217	No considerar efecto P-Delta
7	2.8	241.87	27376.91	0.00316	No considerar efecto P-Delta
6	3.6	345.64	28423.17	0.00338	No considerar efecto P-Delta
5	2.8	449.42	28987.45	0.00554	No considerar efecto P-Delta
4	2.8	553.19	29468.27	0.00670	No considerar efecto P-Delta
3	2.8	656.96	30085.25	0.00780	No considerar efecto P-Delta
2	2.8	760.74	31170.44	0.00872	No considerar efecto P-Delta
1	3.6	864.51	27251.47	0.00881	No considerar efecto P-Delta

Tabla 9. Índice de estabilidad en la dirección Y

Pisos	hsx (m)	Px (tonf)	Vx/Δxe (tonf/m)	θx	Condición
9	2.8	39.03	6262.63	0.00223	No considerar efecto P-Delta
8	2.8	138.10	22239.78	0.00222	No considerar efecto P-Delta
7	2.8	241.87	29273.63	0.00295	No considerar efecto P-Delta
6	3.6	345.64	34148.57	0.00281	No considerar efecto P-Delta
5	2.8	449.42	38572.61	0.00416	No considerar efecto P-Delta
4	2.8	553.19	43582.26	0.00453	No considerar efecto P-Delta
3	2.8	656.96	48010.08	0.00489	No considerar efecto P-Delta
2	2.8	760.74	57656.05	0.00471	No considerar efecto P-Delta
1	3.6	864.51	43312.20	0.00554	No considerar efecto P-Delta

Factores de irregularidad

Irregularidad en planta

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Caso 1

$$K_n < 0.70 K_{n+1}$$

Caso 2

$$K_n < 0.80 \left(\frac{(K_{n+1}) + (K_{n+2}) + (K_{n+3})}{3} \right)$$

K_n = Rigidez lateral de un entrepiso

K_{n+1} = Rigidez lateral de un entrepiso superior

Tabla 10. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la dirección X

Pisos	K_n	Caso 1	Caso 2	Condición
9	6820.67			Regular
8	22691.58	4774.47		Regular
7	27376.91	15884.10		Regular
6	28423.17	19163.83	15170.44	Regular

5	28987.45	19896.22	20931.11	Regular
4	29468.27	20291.21	22610.01	Regular
3	30085.25	20627.79	23167.70	Regular
2	31170.44	21059.68	23610.93	Regular
1	27251.47	21819.31	24193.06	Regular

Tabla 11. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en la dirección Y

Pisos	Kn	Caso 1	Caso 2	Condición
9	6262.63			Regular
8	22239.78	4383.84		Regular
7	29273.63	15567.84		Regular
6	34148.57	20491.54	15406.94	Regular
5	38572.61	23904.00	22843.19	Regular
4	43582.26	27000.82	27198.62	Regular
3	48010.08	30507.58	31014.25	Regular
2	57656.05	33607.05	34710.65	Regular
1	43312.20	40359.23	39799.57	Regular

Nota: Después del análisis y evaluación de la estructura en ambas direcciones, hemos determinado que no presenta irregularidad de rigidez – piso blando.

Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Caso 1

$$V_n < 0.80 V_{n+1}$$

V_n = Resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes

V_{n+1} = Resistencia de un entrepiso superior frente a fuerzas cortantes

Tabla 12. Irregularidad de Resistencia – Piso Débil en la dirección X

Pisos	Vn (tonf)	Caso 1	Condición
9	7.996		
8	21.205	6.397	Regular

7	32.925	16.964	Regular
6	42.965	26.340	Regular
5	51.342	34.372	Regular
4	58.192	41.073	Regular
3	63.549	46.553	Regular
2	67.429	50.839	Regular
1	69.747	53.943	Regular

Tabla 13. *Irregularidad de Resistencia – Piso Débil en la dirección Y*

Pisos	Vn (tonf)	Caso 1	Condición
9	10.835		
8	27.836	8.668	Regular
7	42.433	22.269	Regular
6	54.766	33.946	Regular
5	65.112	43.813	Regular
4	73.566	52.089	Regular
3	80.068	58.853	Regular
2	84.443	64.054	Regular
1	86.670	67.555	Regular

Nota: Luego del análisis y evaluación de la estructura en ambas direcciones, hemos determinado que no presenta irregularidad de resistencia – piso débil.

Irregularidad de Masa o Peso

Caso 1

$$P_n > 1.5 P_{n+1}$$

Caso 2

$$P_n > 1.5 P_{n-1}$$

P_n = Peso de un piso

P_{n+1} = Peso del piso superior

P_{n-1} = Peso del piso inferior

Tabla 14. Irregularidad de Masa o Peso

Pisos	P (tonf)	Pn (tonf)	Caso 1	Caso 2	Condición
9	63.18	63.18		155.66	Regular
8	166.95	103.77	94.77	155.66	Regular
7	270.73	103.77	155.66	155.66	Regular
6	374.50	103.77	155.66	155.66	Regular
5	478.27	103.77	155.66	155.66	Regular
4	582.04	103.77	155.66	155.66	Regular
3	685.82	103.77	155.66	155.66	Regular
2	789.59	103.77	155.66	168.02	Regular
1	901.60	112.01	155.66		Regular

Nota: Después del análisis y evaluación de la estructura, hemos determinado que no presenta irregularidad en cuanto a la distribución de la masa o peso en los diferentes pisos de la edificación.

Irregularidad Geométrica Vertical

Esta estructura mantiene una uniformidad en sus dimensiones de planta a lo largo de todos los niveles, sin presentar cambios significativos que puedan considerarse una irregularidad.

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Esta estructura no presenta cambios significativos debido a desplazamiento del eje.

Irregularidad Torsional

Caso 1

$$\Delta_{\text{máx}} > 1.3 \Delta_{\text{prom}}$$

$\Delta_{\text{máx}}$ = Máximo desplazamiento relativo de entrepiso de un extremo del edificio

Δ_{prom} = Desplazamiento relativo promedio de los elementos del mismo entrepiso.

Tabla 15. Irregularidad Torsional en la dirección X

Pisos	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	Δ_{prom} (m)	Ratio = $\Delta_{\text{máx}}/\Delta_{\text{prom}}$	Condición
9	0.000468	0.000419	1.117	Regular
8	0.000602	0.000562	1.071	Regular
7	0.000829	0.000717	1.156	Regular
6	0.001036	0.00085	1.219	Regular
5	0.00121	0.000955	1.268	Regular
4	0.001345	0.001023	1.315	Irregular
3	0.001435	0.001045	1.373	Irregular
2	0.001464	0.001008	1.453	Irregular
1	0.001128	0.000712	1.585	Irregular

Tabla 16. *Irregularidad Torsional en la dirección Y*

Pisos	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	Δ_{prom} (m)	Ratio = $\Delta_{\text{máx}}/\Delta_{\text{prom}}$	Condición
9	0.000634	0.000618	1.026	Regular
8	0.000745	0.000726	1.027	Regular
7	0.000894	0.000872	1.025	Regular
6	0.001035	0.001011	1.024	Regular
5	0.001146	0.001119	1.024	Regular
4	0.001206	0.001176	1.025	Regular
3	0.001191	0.001159	1.027	Regular
2	0.001046	0.001011	1.034	Regular
1	0.000623	0.000562	1.108	Regular

Nota: Después del análisis y evaluación de la estructura en las dos direcciones, hemos concluido que presenta irregularidad torsional extrema en la dirección X. Por lo tanto, de aplicará un factor de modificación “Ia” de 0.60.

Esquinas Entrantes

Caso 1

$$L_e > 0.2 L_t$$

L_t = Longitud total

L_e = Longitud entrante

Tabla 17. *Esquinas Entrantes*

Dirección	L_t	L_e	$0.2 * L_t$	Condición
X	13.36	3.92	2.672	Irregular
Y	9.81	6.01	1.962	Irregular

Nota: Después de un análisis en ambas direcciones, hemos identificado que la estructura presenta irregularidad de esquinas entrantes. Por lo tanto, se aplicará un factor de modificación “la” de 0.90 para abordar esta condición.

Discontinuidad del Diafragma

Caso 1

$$A_{abertura} > 0.5 A_{total}$$

$A_{abertura}$ = Área de abertura

A_{total} = Área total

Caso 2

$$L_{resis} < 0.25 L_{bruta}$$

L_{resis} = Longitud resistente

L_{total} = Longitud total

Tabla 18. *Discontinuidad del Diafragma*

Caso 1				
A (Total)	A' (Aberturas)	0.5*A'	Condición	
128.21	49.65	62.975	Regular	
Caso 2				
Dirección	Lresistente	Ltotal	0.25*L2	Condición
X	6.08	14.48	3.62	Regular
Y	3.8	9.81	2.4525	Regular

Nota: Luego de una evaluación en las dos direcciones, hemos concluido que la estructura no presenta discontinuidad en el diafragma, ya que, en ambos casos, tanto la relación entre el área de las aberturas y el área total, como la longitud resistente en comparación con la longitud total cumplen con las condiciones regulares establecidas por las normativas.

Sistemas no Paralelos

En la estructura se ha identificado que existe un eje no paralelo en la estructura, pero es crucial destacar que el ángulo que forma este eje con respecto a otros es menor a 30 grados.

Parámetros sísmicos

Se define los parámetros sísmicos según a Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 19. *Parámetros sísmicos*

Datos	Descripción	Notación	Valor
Factor de zona	Ubicación en Huamachuco Z3	Z	0.35
Factor de uso	Categoría "C", vivienda	U	1.00
Factor de amplificación sísmica	Valor en función de T, TL y TP	C	1.901
Factor de suelo	Z3/S2 (Zona sísmica 3/Suelo 2)	S	1.15

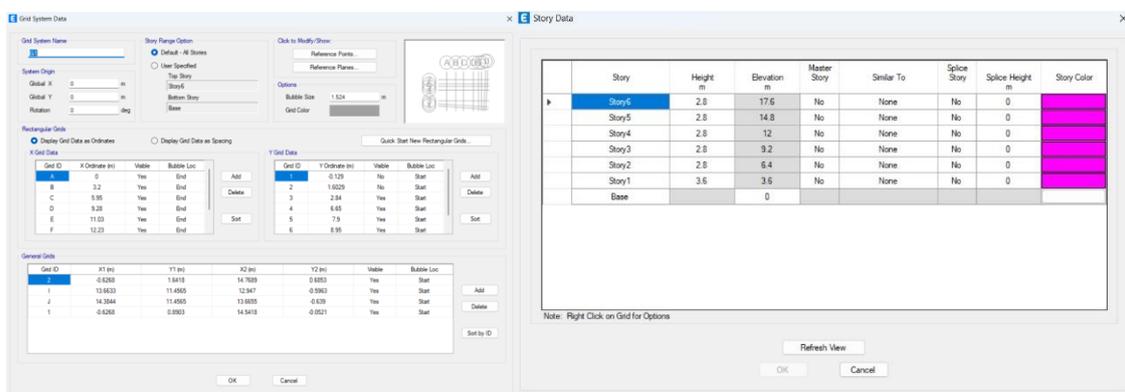
Coeficiente básico de reducción	Sistema Dual	Ro	7
Factor de irregularidad en altura	Regular	la	1
Factor de irregularidad en planta	Irregularidad en esquinas entrantes y torsión extrema	lp	0.9 – 0.6
Coeficiente de reducción final	$R = Ro \cdot la \cdot lp$	Rx, Ry	6.3 – 4.2
Periodo (TL)	Unidad (seg)	TL	2.0
Periodo (TP)	Unidad (seg)	TP	0.6
Coeficiente para estimar el periodo fundamental	Sistema Dual	CT	60
Altura total de la edificación	Unidad (m)	Hm	26
Gravedad	Unidad m/s^2	g	9.81

Modelamiento en software ETABS

Para modelar esta estructura utilizaremos la norma ACI 318-14 ACI (American Concrete Instituto) para el concreto.

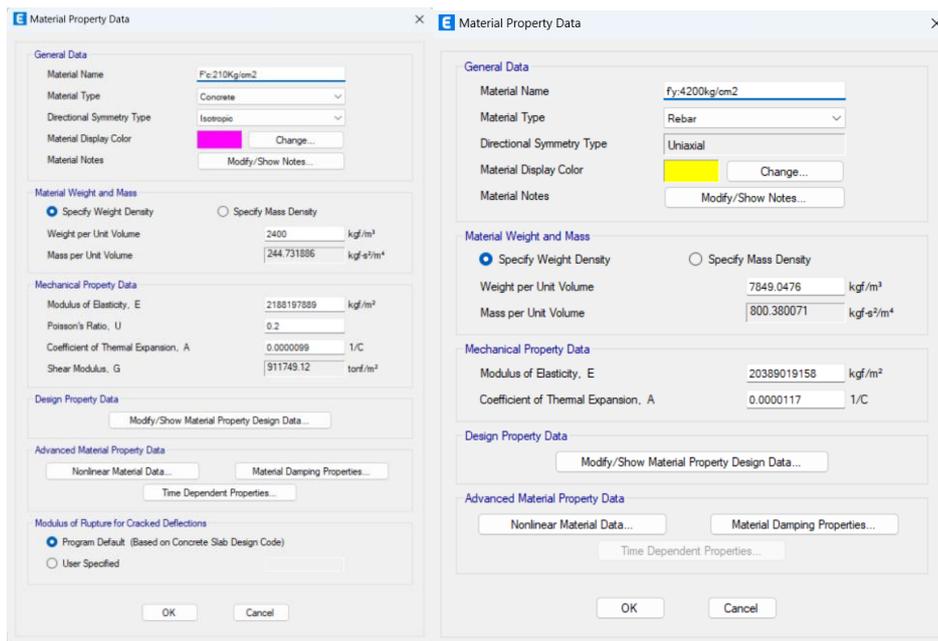
Ingresamos los ejes X y Y, así mismo el número de pisos con sus respectivas medidas

Figura 6. Asignación de ejes y número de pisos de la estructura



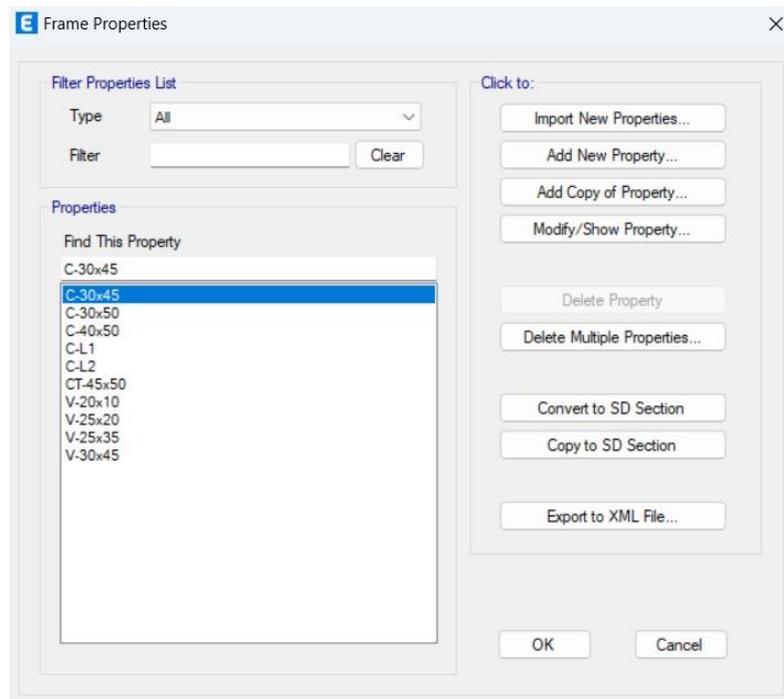
Continuamos poniendo las características de cada material que utilizaremos en la estructura, según la tabla 8.

Figura 7. Definición de los materiales



Continuamos definiendo las propiedades de los elementos estructurales (vigas, columnas, placas, losas, etc) guiándonos del plano de la estructura.

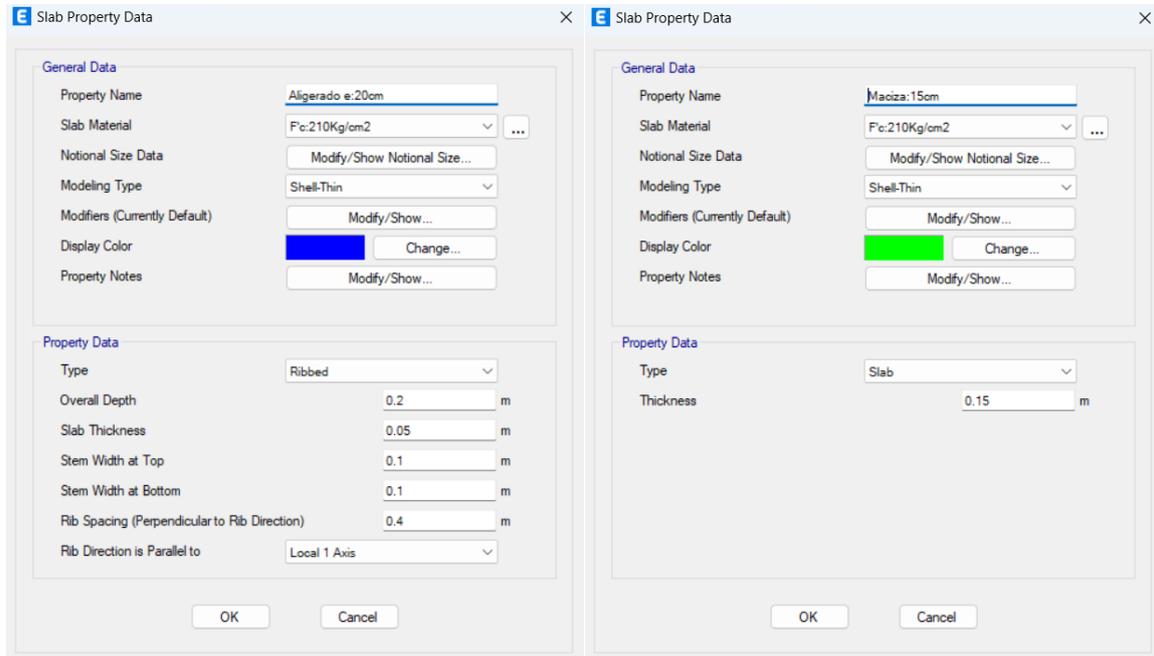
Figura 8. Secciones de columnas y vigas



Definimos las columnas y vigas con las secciones descritas en los planos, también definimos la losa aligerada en una dirección con un peralte de 20 cm y la losa

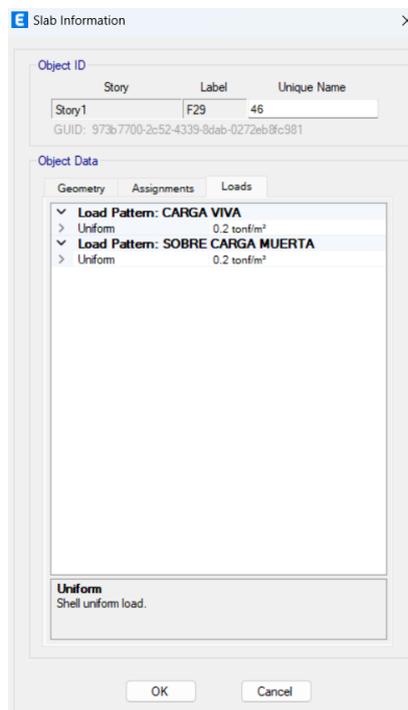
maciza para la escalera con un peralte de 15 cm; con las características para el edificio.

Figura 9. Características de las losas



Continuamos asignando las cargas en la losa según la tabla 9, en la sección “Asign”, luego en “ShellLoads”, seleccionando “Uniform”:

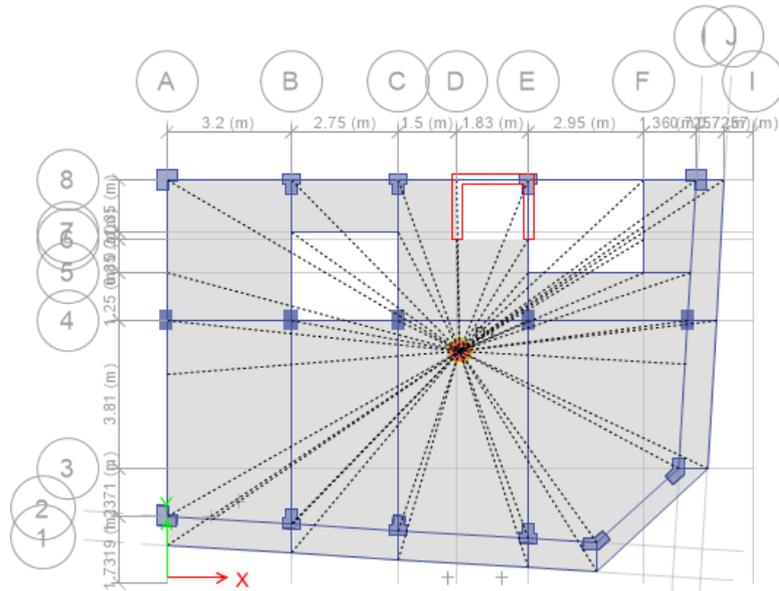
Figura 10. Asignación de cargas a las losas de la estructura



No es necesario tener en cuenta el peso propio, ya que el software realizará el cálculo correspondiente.

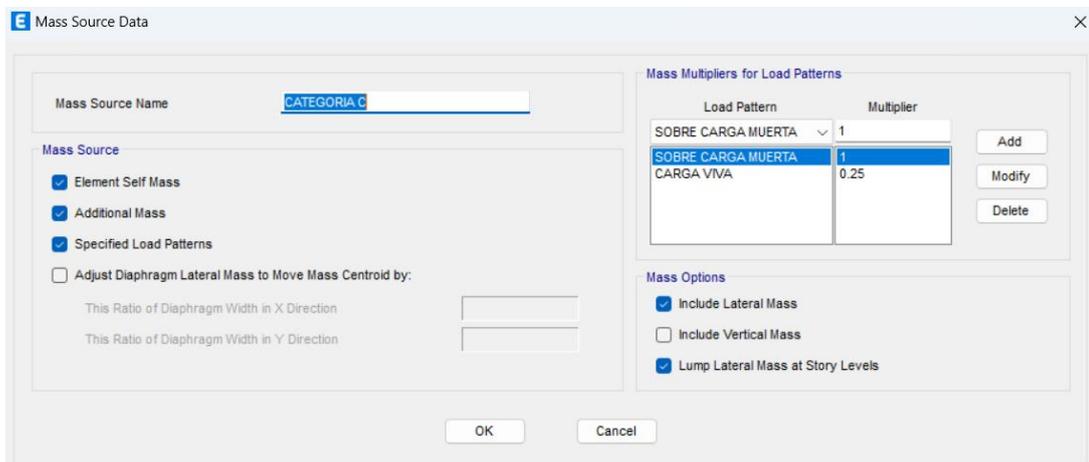
Continuamos con la asignación de diafragmas rígidos dentro del software siguiendo los pasos "Assign", "Join", "Diaphragms", donde asignamos a cada piso su respectivo diafragma:

Figura 11. Diafragma del primer nivel del edificio



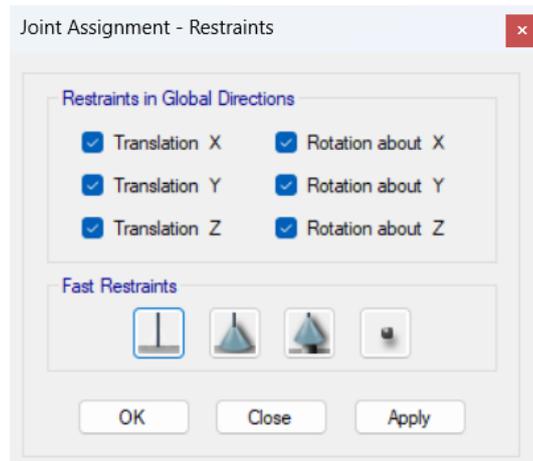
De acuerdo con la Norma Sismorresistente E.030, el peso sísmico (P) se calculará sumando a la carga muerta total de la estructura, un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. En edificaciones de categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.

Figura 12. Peso sísmico



El siguiente paso es definir las restricciones aplicadas a la edificación.

Figura 13. *Asignación de restricciones en la base*



El análisis dinámico modal espectral se fundamenta en los modos de vibración, lo que nos posibilita obtener datos acerca del período y la forma de cada uno de los modos de vibración. Podemos ver gráficamente la relación entre el período (T) y el espectro de pseudoaceleración (S_a/R) accediendo a las opciones "Define", "Functions" y "Response Spectrum" en el software.

Figura 14. *Definición espectro de pseudoaceleración en dirección X*

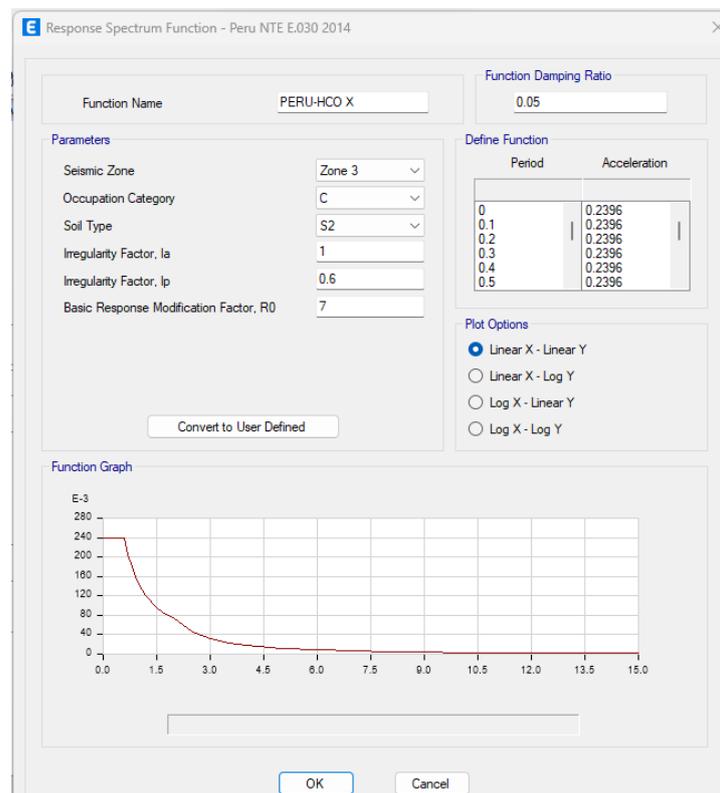
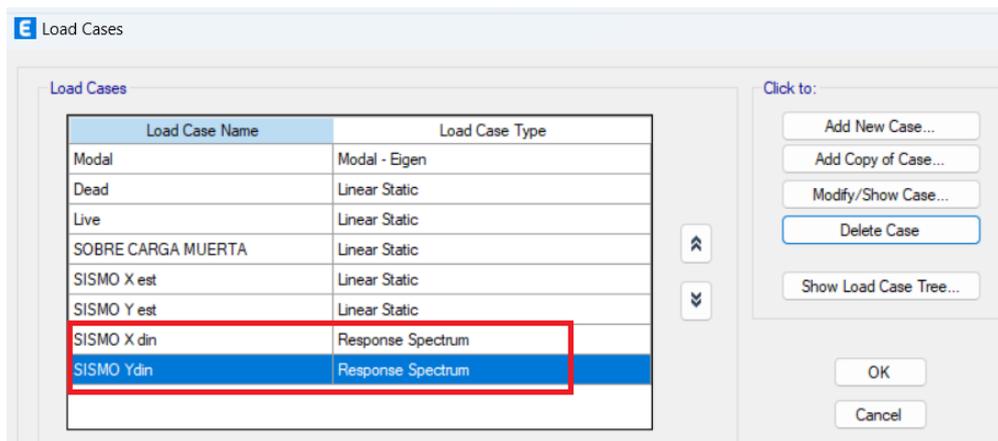


Figura 15. Definición espectro de pseudoaceleración en dirección Y



Figura 16. Definición del caso de carga en sismo X y Y



Una vez que hemos analizado el gráfico del período (T) frente a la pseudoaceleración (Pa), procedemos a definir los casos de carga en el software. Utilizamos las designaciones U1 para representar la dirección X y U2 para la dirección Y.

Figura 17. Casos de carga, sismo en X

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for a seismic load case named 'SISMO X din'. The 'General' section includes fields for 'Load Case Name', 'Load Case Type' (Response Spectrum), 'Mass Source' (Previous (CATEGORIA C)), and 'Analysis Model' (Default). The 'Loads Applied' section contains a table with one entry: 'Acceleration' (Load Type), 'U1' (Load Name), 'PERU-HCO X' (Function), and '9.8067' (Scale Factor). The 'Other Parameters' section includes 'Modal Load Case' (Modal), 'Modal Combination Method' (CQC), 'Include Rigid Response' (unchecked), '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), and 'Diaphragm Eccentricity' (0 for All Diaphragms). Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are also visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	PERU-HCO X	9.8067

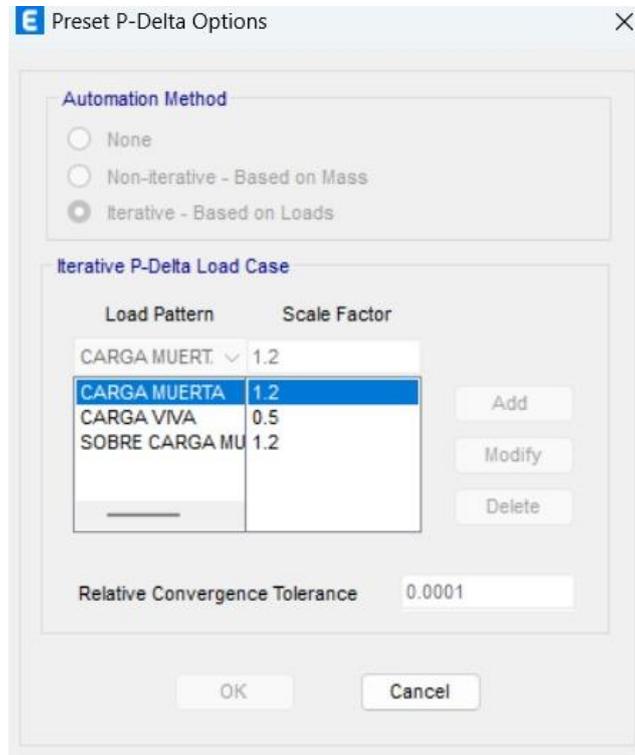
Figura 18. Casos de carga, sismo en Y

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for a seismic load case named 'SISMO Ydin'. The 'General' section includes fields for 'Load Case Name', 'Load Case Type' (Response Spectrum), 'Mass Source' (Previous (CATEGORIA C)), and 'Analysis Model' (Default). The 'Loads Applied' section contains a table with one entry: 'Acceleration' (Load Type), 'U2' (Load Name), 'PERU-HCO X' (Function), and '9.8067' (Scale Factor). The 'Other Parameters' section includes 'Modal Load Case' (Modal), 'Modal Combination Method' (CQC), 'Include Rigid Response' (unchecked), '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), and 'Diaphragm Eccentricity' (0 for All Diaphragms). Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are also visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	PERU-HCO X	9.8067

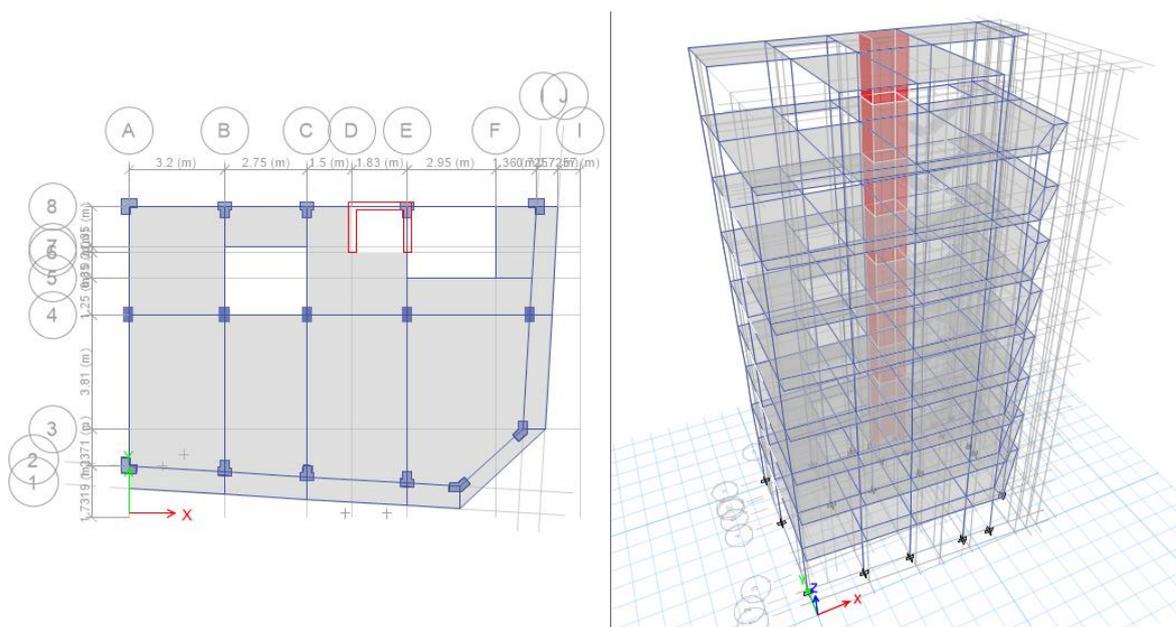
A continuación, procedemos a ingresar los comandos que permiten calcular los efectos de segundo orden, también conocidos como efecto P-Delta, en el software ETABS.

Figura 19. *Inclusión del efecto P-Delta*



En nuestro estudio, hemos incorporado el efecto P-Delta en todos los patrones de carga. Luego, utilizamos estos patrones de carga o combinaciones de carga según sea necesario para obtener los datos requeridos, como modos de vibración, distorsión, momentos y cortante basal. Nuestra investigación simplifica el proceso de cómo se integran los efectos P-Delta en la estructura antes de analizar cómo afectan el comportamiento sísmico en los edificios de concreto armado.

Figura 20. Modelación completa



Detalle de los cálculos

Evaluación del periodo fundamental

La tabla 20 proporciona información detallada sobre estos períodos, considerando dos escenarios: uno sin la influencia del efecto P-Delta y otro teniendo en cuenta este efecto.

Tabla 20. Periodo fundamental sin y con efecto P-Delta

Sin efecto P-Delta			Con efecto P-Delta		
Caso	Modo	Periodo fundamental	Caso	Modo	Periodo fundamental
Modal	1	0.789	Modal	1	0.794
Caso	Modo	Periodo	Caso	Modo	Periodo
Modal	2	0.720	Modal	2	0.723
Modal	3	0.555	Modal	3	0.556
Modal	4	0.249	Modal	4	0.25
Modal	5	0.209	Modal	5	0.209
Modal	6	0.155	Modal	6	0.155
Modal	7	0.138	Modal	7	0.138

Modal	8	0.103	Modal	8	0.103
Modal	9	0.094	Modal	9	0.094
Modal	10	0.073	Modal	10	0.073
Modal	11	0.07	Modal	11	0.07
Modal	12	0.062	Modal	12	0.062
Modal	13	0.056	Modal	13	0.056
Modal	14	0.046	Modal	14	0.046
Modal	15	0.045	Modal	15	0.045
Modal	16	0.042	Modal	16	0.041
Modal	17	0.038	Modal	17	0.038
Modal	18	0.033	Modal	18	0.033
Modal	19	0.033	Modal	19	0.033
Modal	20	0.031	Modal	20	0.03
Modal	21	0.026	Modal	21	0.026
Modal	22	0.025	Modal	22	0.024
Modal	23	0.022	Modal	23	0.022
Modal	24	0.021	Modal	24	0.021
Modal	25	0.019	Modal	25	0.019
Modal	26	0.019	Modal	26	0.019
Modal	27	0.017	Modal	27	0.017

Evaluación de la Cortante Basal

La tabla 21 y 22 proporciona información detallada sobre las cortantes en la dirección X y Y, considerando dos escenarios: uno sin la influencia del efecto P-Delta y otro teniendo en cuenta este efecto.

Figura 21. Fuerza cortante por piso en la dirección X, sin efecto P-Delta

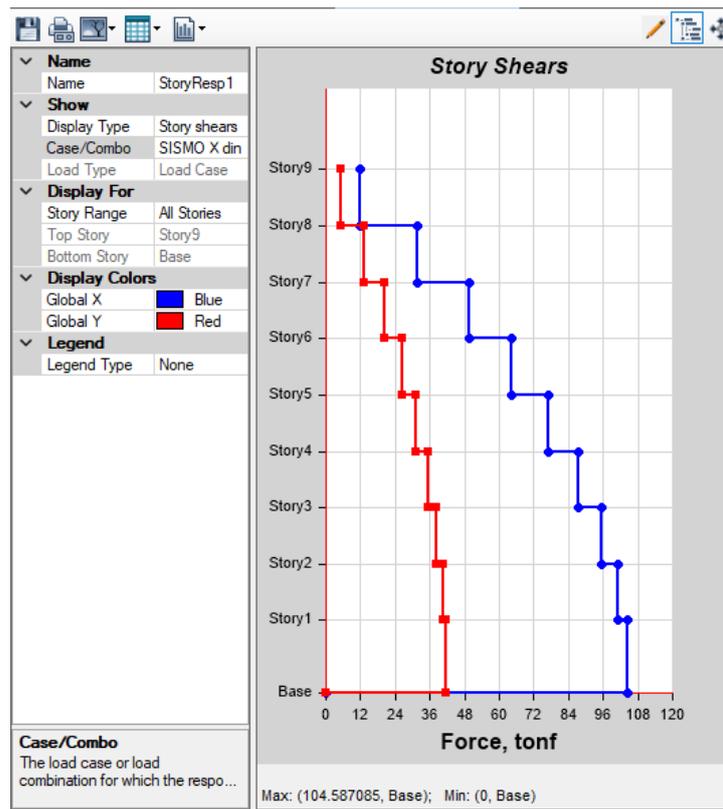


Figura 22. Fuerza cortante por piso en la dirección X, con efecto P-Delta

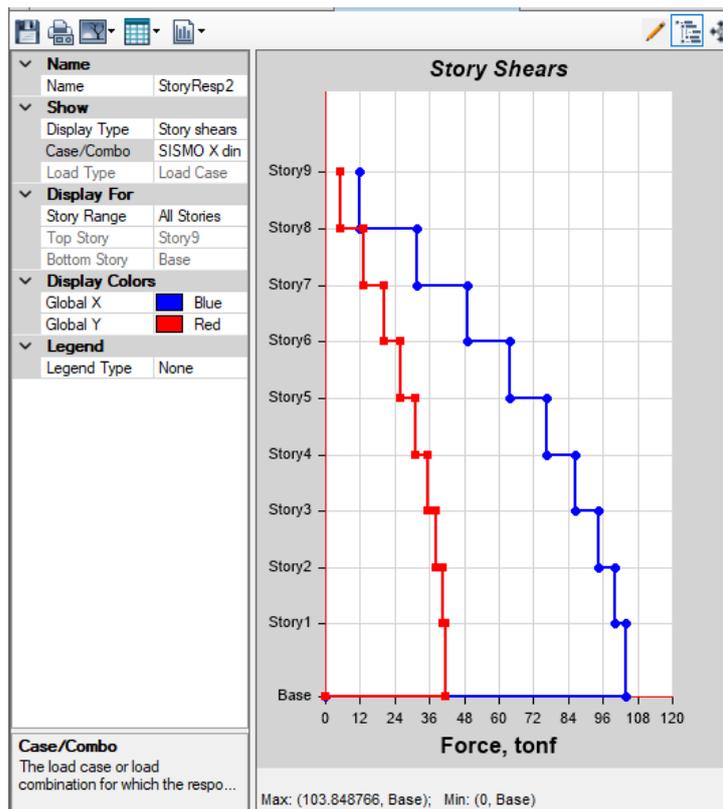


Tabla 21. Cortantes por piso en la dirección X

Piso	Caso	Sin P-Δ	Con P-Δ
Base	Sismo Dinámico X	104.587	103.849
Piso	Caso	Sin P-Δ	Con P-Δ
9	Sismo Dinámico X	12.004	11.944
8	Sismo Dinámico X	31.820	31.617
7	Sismo Dinámico X	49.400	49.062
6	Sismo Dinámico X	64.453	64.000
5	Sismo Dinámico X	77.009	76.453
4	Sismo Dinámico X	87.275	86.636
3	Sismo Dinámico X	95.302	94.604
2	Sismo Dinámico X	101.119	100.390
1	Sismo Dinámico X	104.587	103.849

Figura 23. Fuerza cortante por piso en la dirección Y, sin efecto P-Delta

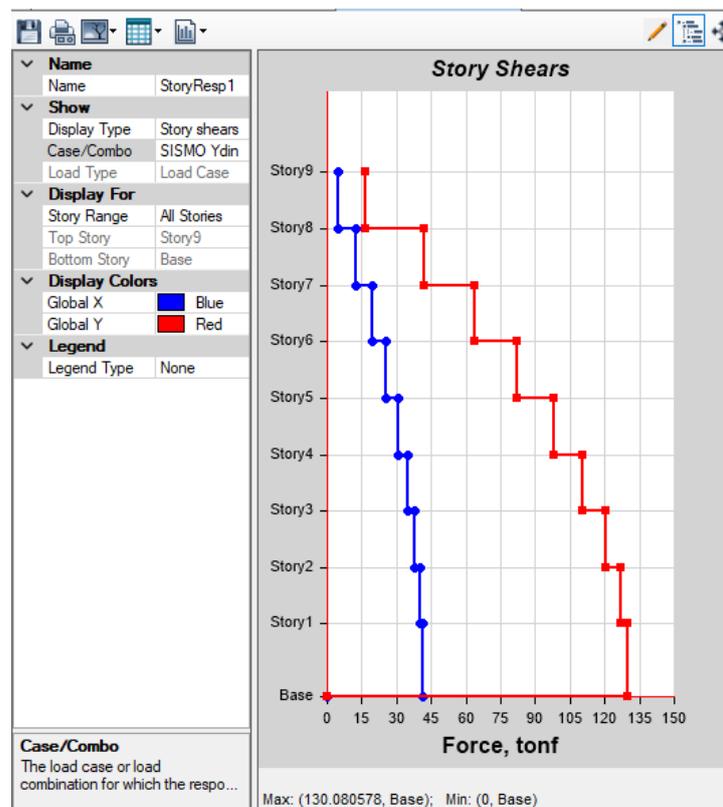


Figura 24. Fuerza cortante por piso en la dirección Y, con efecto P-Delta

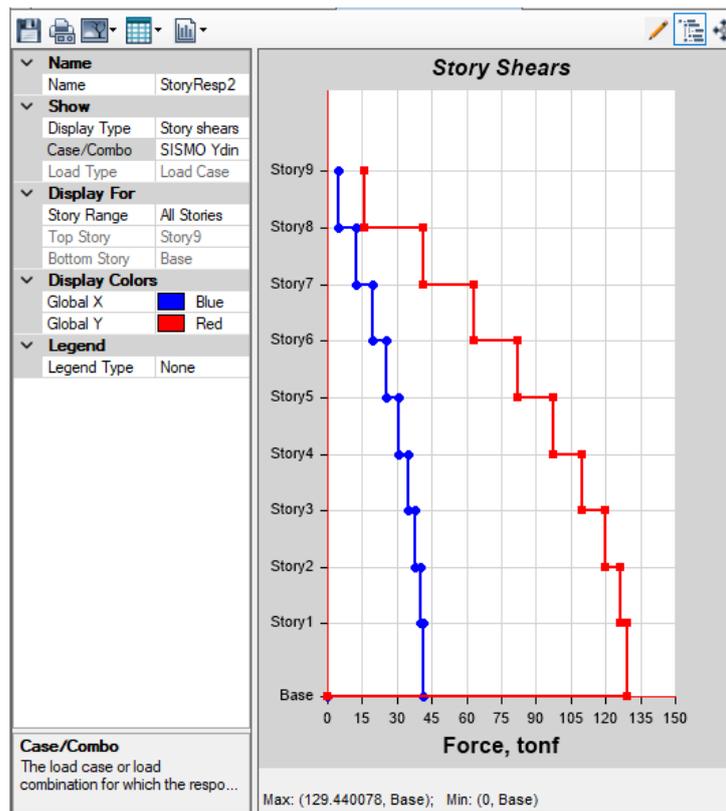


Tabla 22. Cortantes por piso en la dirección Y

Piso	Caso	Sin P-Δ	Con P-Δ
Base	Sismo Dinámico Y	130.081	129.440
Piso	Caso	Sin P-Δ	Con P-Δ
9	Sismo Dinámico Y	16.268	16.203
8	Sismo Dinámico Y	41.810	41.620
7	Sismo Dinámico Y	63.733	63.423
6	Sismo Dinámico Y	82.257	81.842
5	Sismo Dinámico Y	97.790	97.289
4	Sismo Dinámico Y	110.481	109.915
3	Sismo Dinámico Y	120.235	119.627
2	Sismo Dinámico Y	126.797	126.166
1	Sismo Dinámico Y	130.081	129.440

Evaluación de los momentos máximos

La tabla 23 y 24 proporciona información detallada sobre los momentos máximos, en las direcciones X y Y.

Tabla 23. *Momentos máximos en la dirección X, sin y con efecto P-Delta*

Piso	Caso	Sin P-Δ			Con P-Δ		
		MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
Base	Sis Din X	720.988	1,789.504	769.677	727.622	1793.960	769.929
Piso	Caso	MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
9	Sis Din X	14.378	33.611	106.326	14.415	33.548	106.276
8	Sis Din X	51.311	121.967	257.846	51.503	121.759	257.831
7	Sis Din X	107.453	258.739	385.721	107.982	258.452	385.791
6	Sis Din X	179.657	436.898	493.945	180.761	436.769	494.112
5	Sis Din X	265.158	649.104	583.162	267.098	649.463	583.390
4	Sis Din X	361.307	888.492	654.651	364.335	889.700	654.901
3	Sis Din X	465.563	1,148.692	709.474	469.866	1151.064	709.732
2	Sis Din X	575.440	1,423.681	748.094	581.055	1427.408	748.352
1	Sis Din X	720.988	1,789.504	769.677	727.622	1793.960	769.929

Tabla 24. *Momentos máximos en la dirección Y, sin y con efecto P-Delta*

Piso	Caso	Sin P-Δ			Con P-Δ		
		MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
Base	Sis Din Y	2,258.763	710.152	822.450	2,267.937	716.705	817.789
Piso	Caso	MX	MY	MZ	MX	MY	MZ
9	Sis Din Y	45.549	12.689	96.960	45.525	12.717	96.511
8	Sis Din Y	161.464	47.300	259.384	161.471	47.464	258.026
7	Sis Din Y	337.430	101.547	398.526	337.717	102.013	396.295
6	Sis Din Y	563.582	172.311	516.159	564.578	173.302	513.154
5	Sis Din Y	831.227	256.612	614.944	833.482	258.379	611.302
4	Sis Din Y	1,132.311	351.721	695.918	1,136.393	354.507	691.801

3	Sis Din Y	1,458.944	455.174	758.547	1,465.265	459.171	754.119
2	Sis Din Y	1,803.091	564.605	801.052	1,811.617	569.903	796.453
1	Sis Din Y	2,258.763	710.152	822.450	2,267.937	716.705	817.789

Evaluación de la distorsión

La tabla 25 y 26 proporciona información detallada sobre las distorsiones en las direcciones X y Y. Los valores presentados indican que la distorsión inelástica se produce como consecuencia de la distorsión elástica multiplicada por un coeficiente ($R \cdot 0.85$), para edificaciones irregulares, como es el caso de este edificio.

Figura 25. *Distorsión por piso en la dirección X, sin efecto P-Delta*

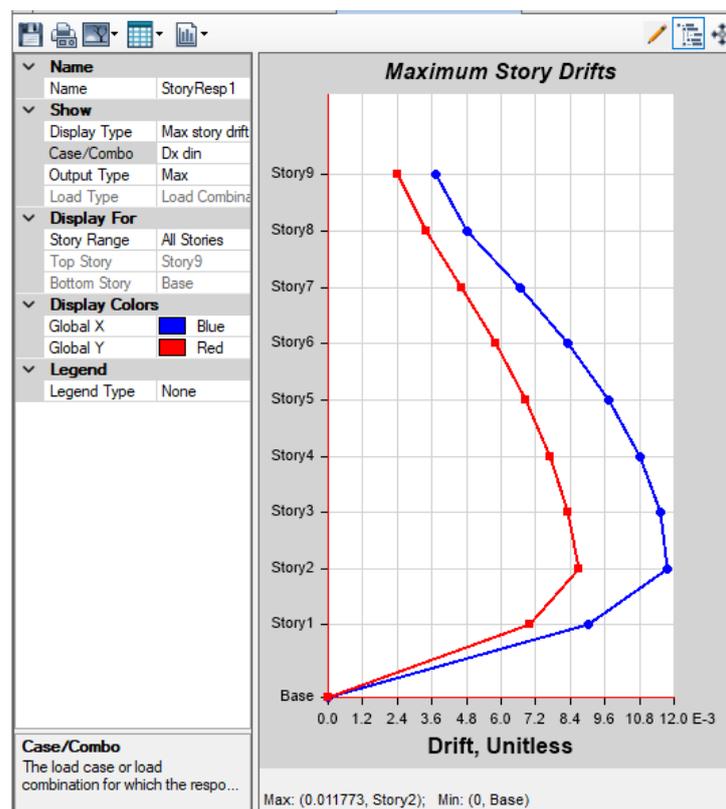


Figura 26. *Distorsión por piso en la dirección X, con efecto P-Delta*

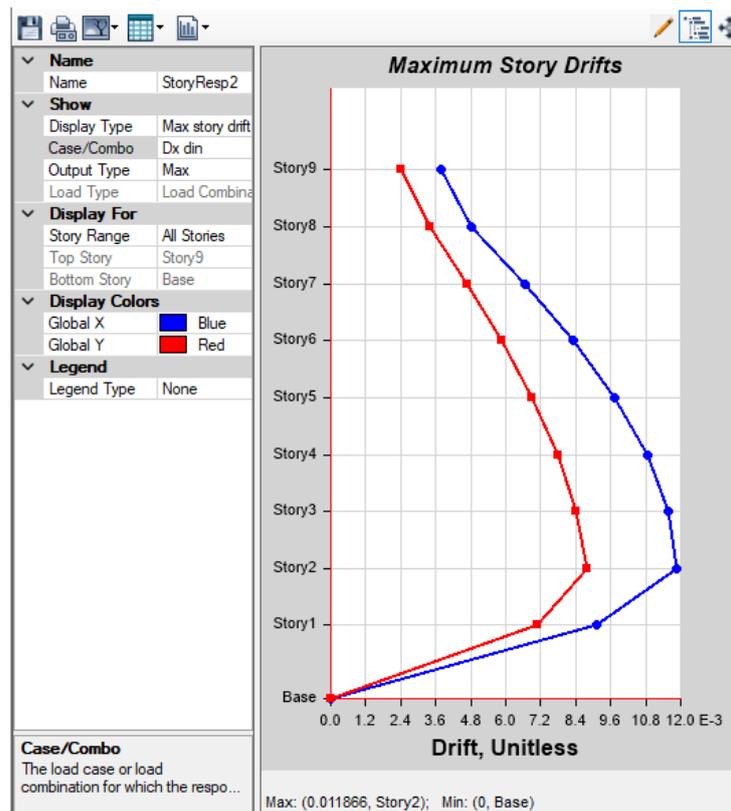


Tabla 25. *Distorsión en cada piso en la dirección X, sin y con efecto P-Delta*

Piso	Altura (m)	Sin P-Δ	Con P-Δ
9	26	0.00376	0.00377
8	23.2	0.00483	0.00482
7	20.4	0.00665	0.00665
6	17.6	0.00832	0.00833
5	14.8	0.00972	0.00975
4	12	0.01080	0.01085
3	9.2	0.01152	0.01159
2	6.4	0.01177	0.01187
1	3.6	0.00904	0.00911

Figura 27. Distorsión por piso en la dirección Y, sin efecto P-Delta

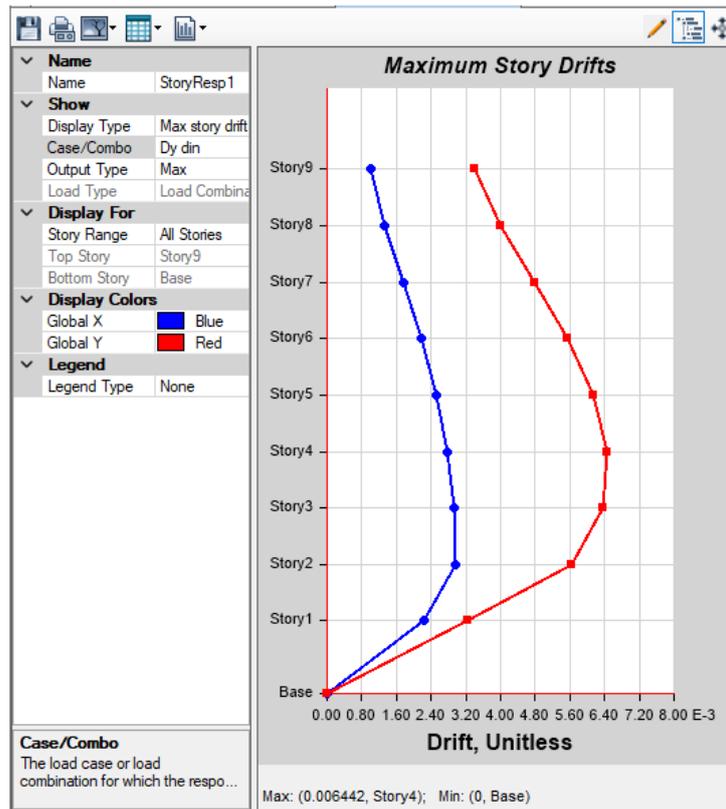


Figura 28. Distorsión por piso en la dirección Y, con efecto P-Delta

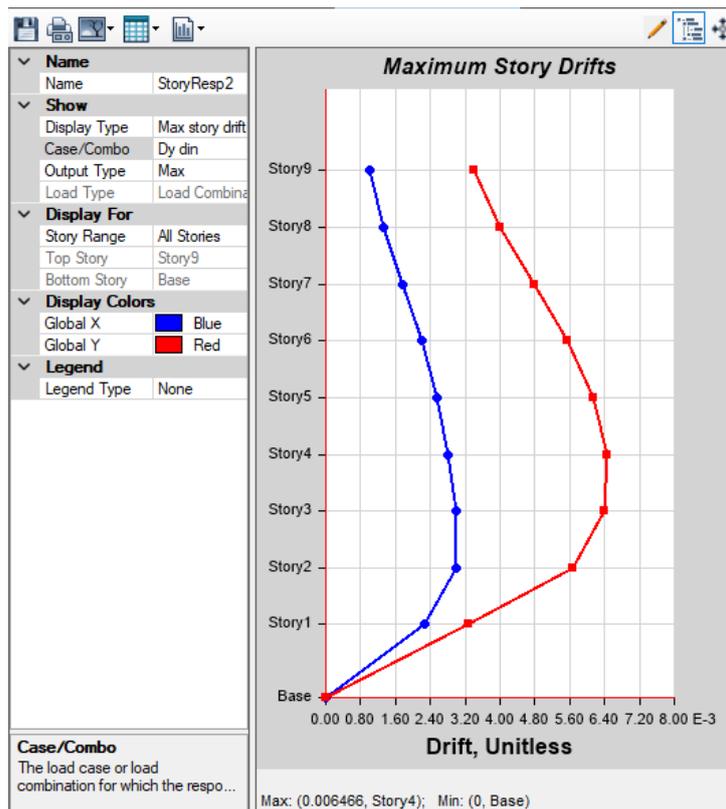
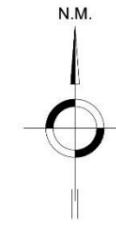


Tabla 26. *Distorsión en cada piso en la dirección Y, sin y con efecto P-Delta*

Piso	Altura (m)	Sin P-Δ	Con P-Δ
9	26	0.00340	0.00341
8	23.2	0.00399	0.00400
7	20.4	0.00479	0.00479
6	17.6	0.00554	0.00555
5	14.8	0.00613	0.00614
4	12	0.00644	0.00647
3	9.2	0.00636	0.00639
2	6.4	0.00565	0.00567
1	3.6	0.00325	0.00326

Anexo 10: Planos de la edificación

DISTRITO DE HUAMACHUCO

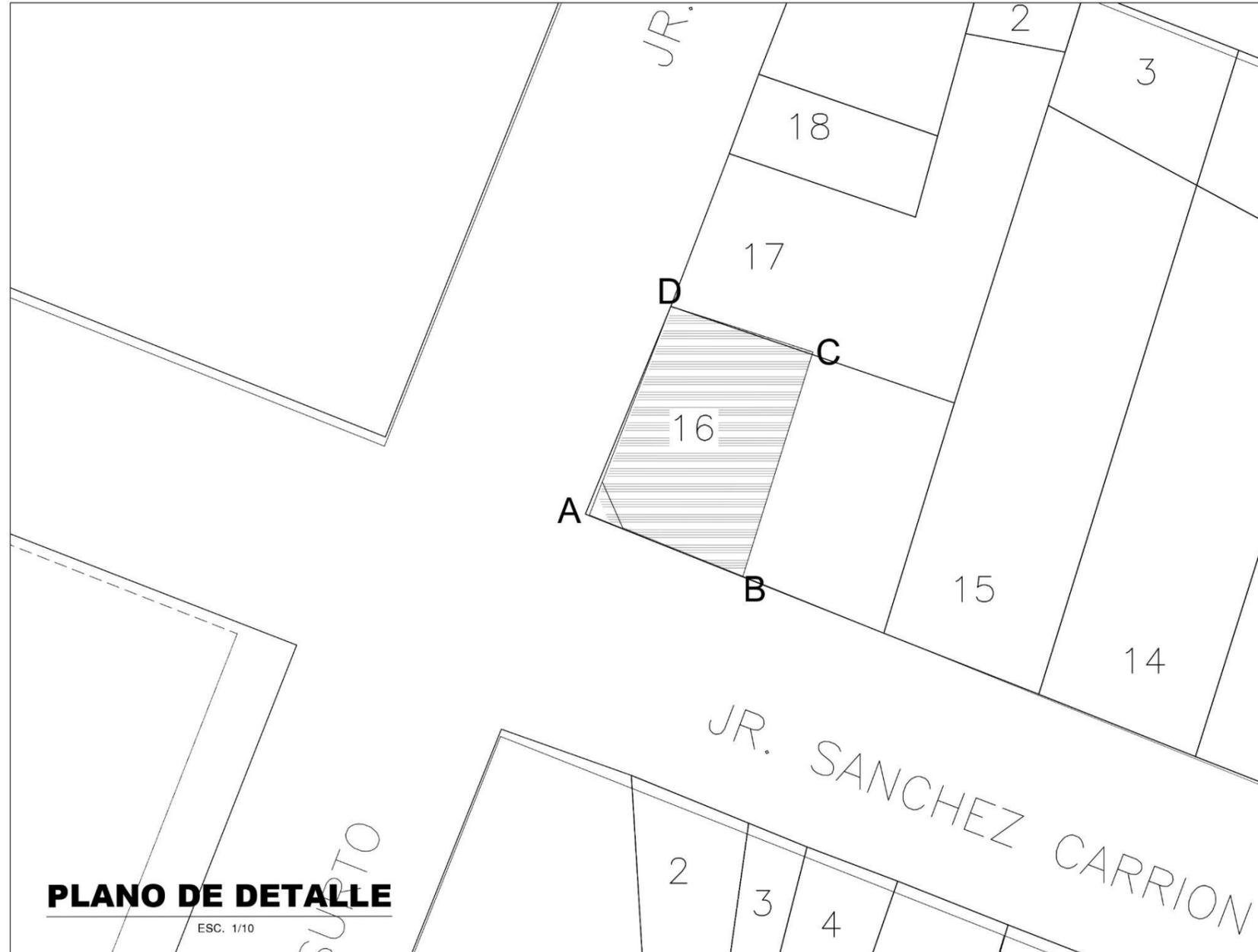


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAMACHUCO

PLANO:
PLANO GENERAL DEL
DISTRITO HUAMACHUCO

ALCALDE:
SANTOS MELQUIADES RUIZ
GUERRA

AÑO:
2023



PLANO DE DETALLE

ESC. 1/10



ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESC:1/1000

ZONIFICACIÓN : ZONA URBANA

SECTOR : III

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : SANCHEZ CARRION
 DISTRITO : HUAMACHUCO
 CC.HH. :
 SECTOR :
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE :
 PROPIETARIOS : -----

FIRMA PROP:

FIRMA Y SELLO PROJ:

PROYECTO:

PLANO:

TOPOGRAFIA

LAMINA :

U-02

ESCALA

INDICADA

FECHA

CUADRO DE CONSTRUCCION

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE	NORTE
A	A-B	9.83	826803.39	9135023.14
B	B-C	13.87	826812.64	9135019.63
C	C-D	8.99	826816.76	9135032.89
D	D-A	13.39	826808.26	9135035.61

CUADRO DE AREAS (m2)

PISOS	AREAS DECLARADAS					
	Existente	Demolición	Nueva	Amp./ Rem.	Parcial	Total

AREA TOTAL SEGUN LEVANTAMIENTO	128.21 m2
AREA CEDIDA A VIA	00.00 m2
AREA DE TERRENO UTIL ACTUAL	128.21 m2
PERIMETRO UTIL	46.09 m

VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PROYECTO:

UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: SANCHEZ CARBON
DISTRITO: HJAMACHUCO

PROPIETARIO:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

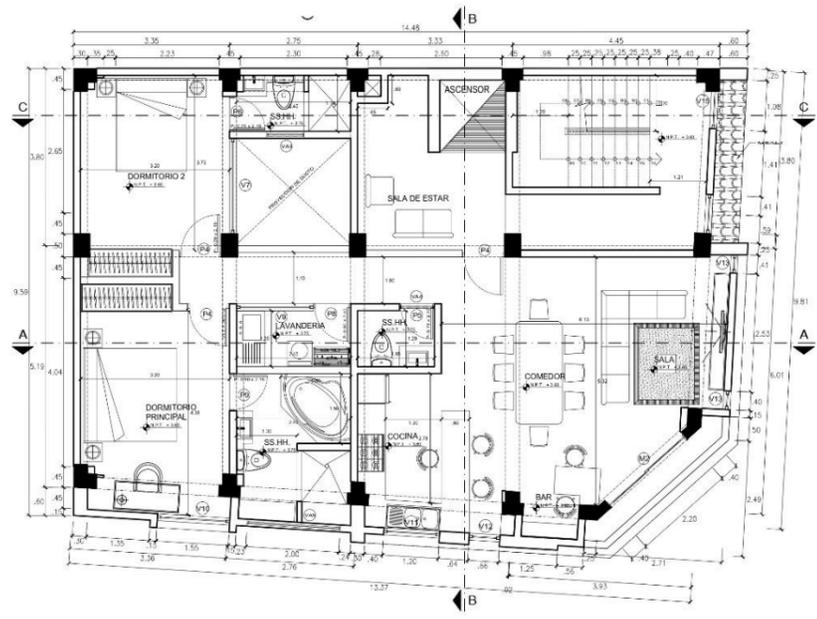
PLANO:
ARQUITECTURA (DISTRIBUCIÓN)

ESCALA:
Esc: 1/50

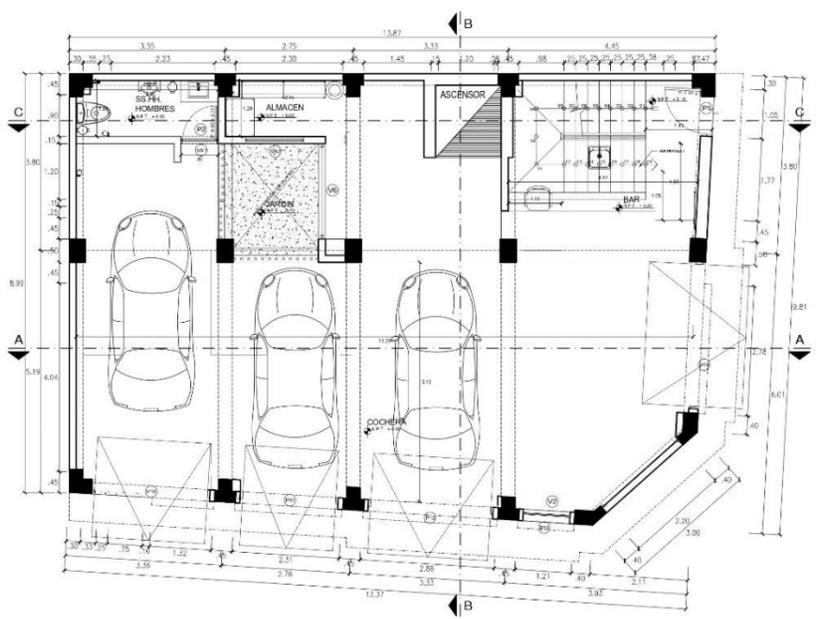
FECHA:
SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA:

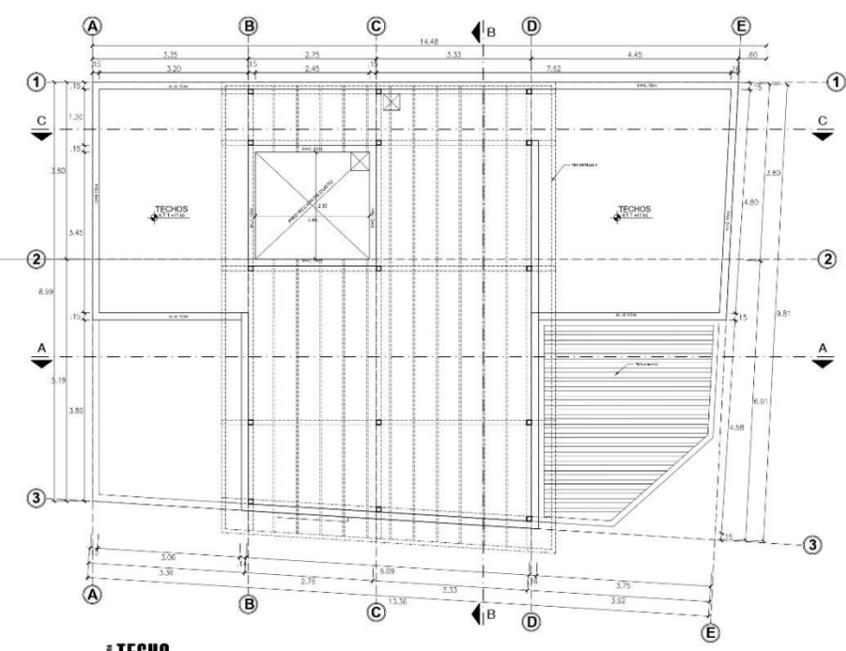
A-01



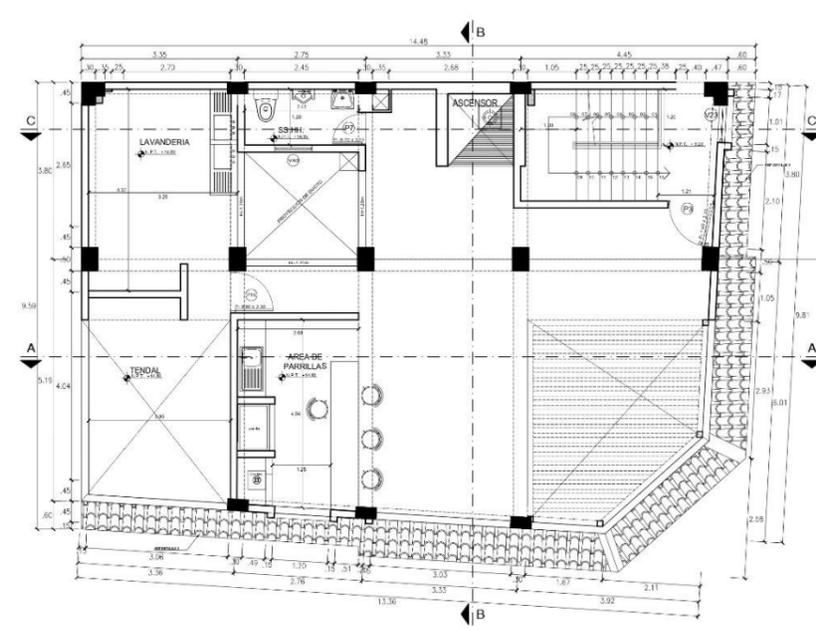
DISTRIBUCIÓN 2º NIVEL
Escala 1/50
00 m. 1m. 2m. 3m.



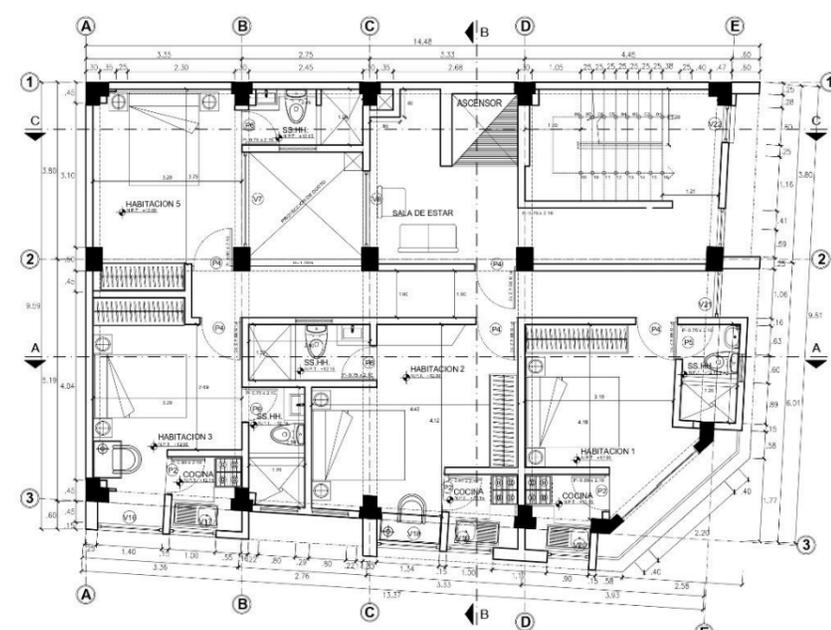
DISTRIBUCIÓN 1º NIVEL
Escala 1/50
00 m. 1m. 2m. 3m.



TECHOS
Escala 1/50
00 m. 1m. 2m. 3m.



AZOTEA
Escala 1/50
00 m. 1m. 2m. 3m.



DISTRIBUCIÓN DEL 3º AL 8º NIVEL
Escala 1/50
00 m. 1m. 2m. 3m.

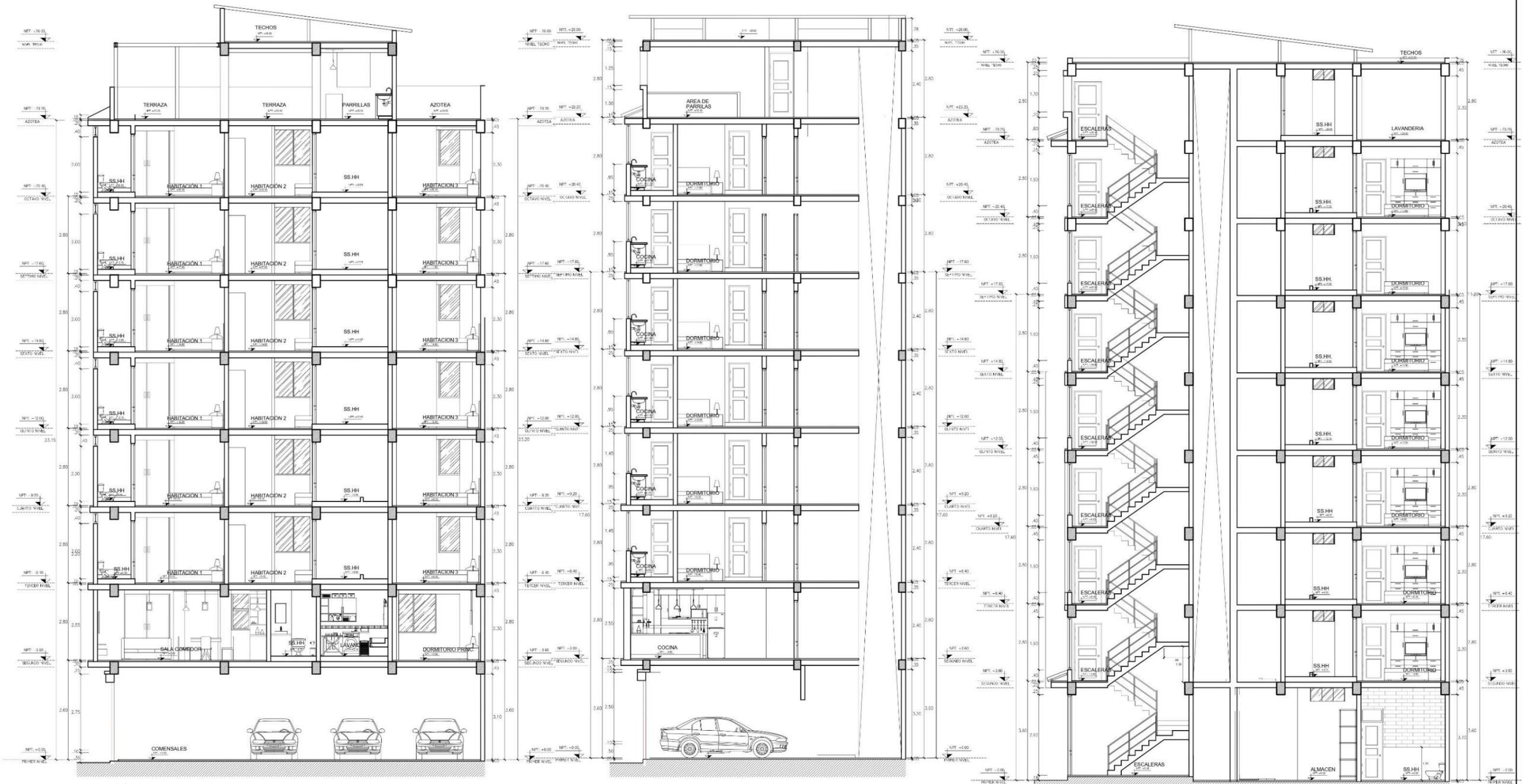
CUADRO DE VANOS-PUERTAS			
ANCHO	ALTO	TIPO	ACABADO
P1	1.05	2.92	BATIENTE MADERA MACIZA
P2	0.80	2.10	BATIENTE MADERA MACIZA
P3	1.00	2.10	BATIENTE MADERA MACIZA
P4	0.90	2.10	BATIENTE CONTRAPLACADA
P5	0.75	2.10	BATIENTE CONTRAPLACADA
P6	0.75	2.15	BATIENTE MAD. CONTRAPL.
P7	0.70	2.15	BATIENTE MADERA MACIZA
P8	0.80	2.40	BATIENTE CONTRAPLACADA
P9	0.80	2.15	BATIENTE CONTRAPLACADA
P10	2.43	3.25	SECCIONAL MADERA MACIZA
P11	2.00	3.25	SECCIONAL MADERA MACIZA
P12	2.58	3.25	SECCIONAL MADERA MACIZA
P13	1.00	2.75	BATIENTE ENROLLABLE
P14	3.05	3.25	SECCIONAL MADERA MACIZA
P15	2.20	3.10	BATIENTE ENROLLABLE

CUADRO DE VANOS- VENTANAS BAJAS				
ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO	ACABADO
V1	2.58	2.75	0.35	FIJA ALUMINIO
V2	1.00	2.75	0.35	FIJA ALUMINIO
V3	2.68	2.75	0.35	FIJA ALUMINIO
V4	2.10	2.75	0.35	FIJA ALUMINIO
V5	1.33	2.75	0.35	FIJA ALUMINIO
V6	2.05	2.25	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V7	2.05	1.40	0.90	CORREDIZA ALUMINIO
V8	1.65	1.40	0.90	CORREDIZA ALUMINIO
V9	0.65	1.45	0.95	CORREDIZA ALUMINIO
V10	1.55	1.55	1.00	CORREDIZA ALUMINIO
V11	1.20	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V12	0.66	1.45	1.10	LEVADIZA ALUMINIO
V13	0.40	1.45	1.10	LEVADIZA ALUMINIO

CUADRO DE VANOS- VENTANAS BAJAS				
ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO	ACABADO
V14	0.41	1.40	0.90	LEVADIZA ALUMINIO
V15	1.00	1.90	0.40	LEVADIZA ALUMINIO
V16	1.40	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V17	1.00	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V18	1.35	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V19	1.00	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V20	0.90	1.45	1.10	CORREDIZA ALUMINIO
V21	0.54	1.40	0.90	CORREDIZA ALUMINIO
V22	0.80	1.90	0.40	LEVADIZA ALUMINIO
V23	1.00	1.30	1.00	LEVADIZA ALUMINIO

CUADRO DE VANOS- VENTANAS ALTAS				
ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO	ACABADO
VA1	0.80	0.50	2.10	CORREDIZA ALUMINIO
VA2	1.25	0.50	2.85	CORREDIZA ALUMINIO
VA3	0.80	0.40	2.00	CORREDIZA ALUMINIO
VA4	0.75	0.30	2.25	CORREDIZA ALUMINIO
VA5	2.00	0.40	2.00	CORREDIZA ALUMINIO
VA6	1.05	0.40	2.15	CORREDIZA ALUMINIO
VA7	0.80	0.50	1.90	CORREDIZA ALUMINIO
VA8	0.60	0.40	2.00	CORREDIZA ALUMINIO

CUADRO DE VANOS-MAMPARAS			
ANCHO	ALTO	TIPO	ACABADO
M1	2.20	2.75	CORREDIZA VIDRIO TEMPLADO
M2	2.20	2.40	CORREDIZA VIDRIO TEMPLADO



CORTE A-A
 Escala 1:150
 00 m. 1m. 2m. 3m.

CORTE B-B
 Escala 1:150
 00 m. 1m. 2m. 3m.

CORTE C-C
 Escala 1:150
 00 m. 1m. 2m. 3m.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PROYECTO:	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: SANCHEZ CARBON DISTRITO: HUAMACHUCO
PROPIETARIO:	
PROFESIONAL RESPONSABLE:	
PLANO:	
ARQUITECTURA (CORTES)	
ESCALA:	Esc: 1/50
FECHA:	SEPTIEMBRE 2023
LAMINA:	A-02



PROYECTO:

VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN:
 DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
 PROVINCIA: SANCHEZ CARRIÓN
 DISTRITO: HUAMACHUCO

PROPIETARIO:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

PLANO:
 ARQUITECTURA (ELEVACIONES)

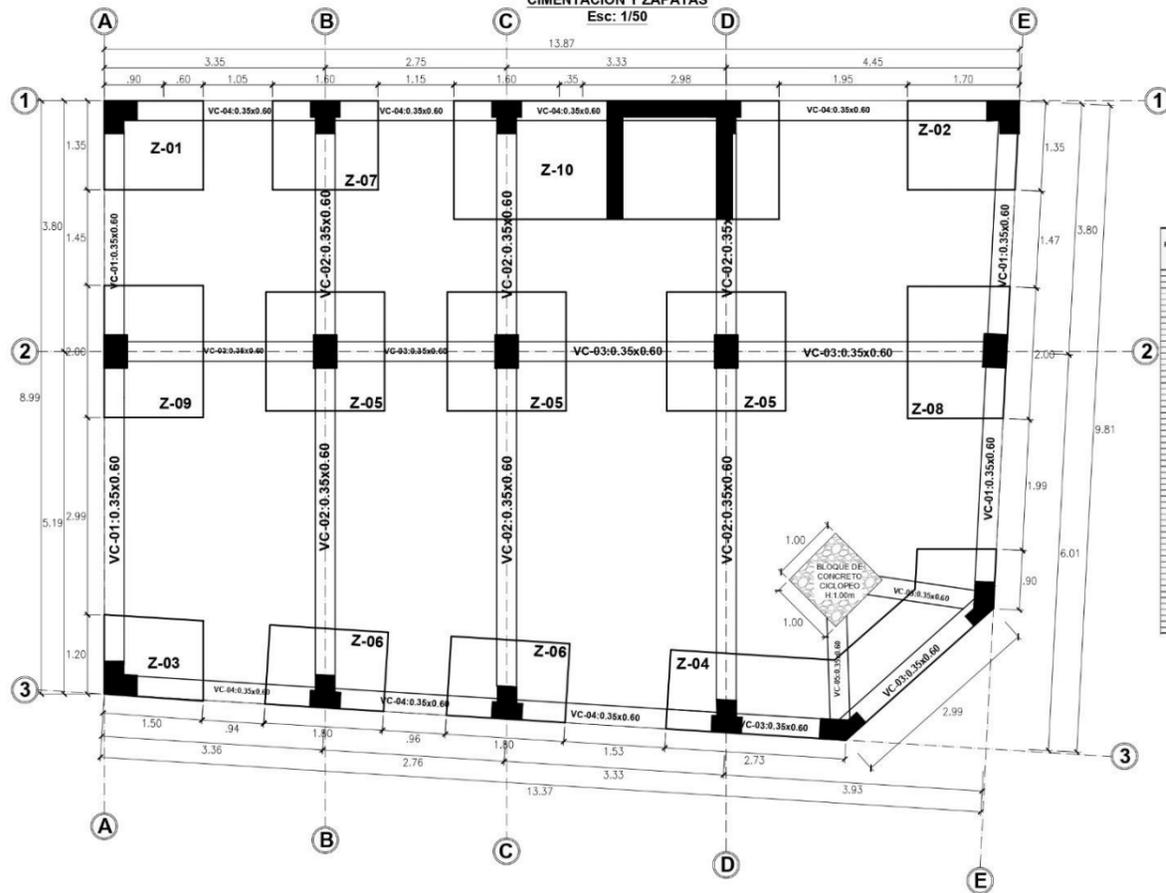
ESCALA:
 Esc: 1/75

FECHA:
 SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA:

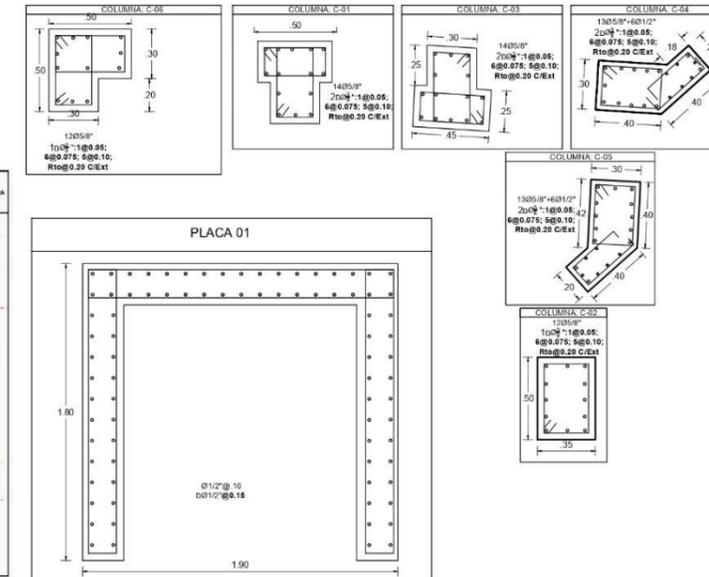
A-03

PLANO DE CIMENTACION: COLUMNAS, VIGAS DE CIMENTACION Y ZAPATAS
Esc: 1/50

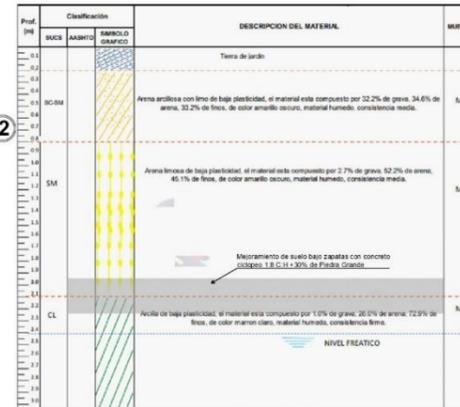


CUADRO DE DETALLE DE COLUMNAS Y PLACAS

Esc: 1/20

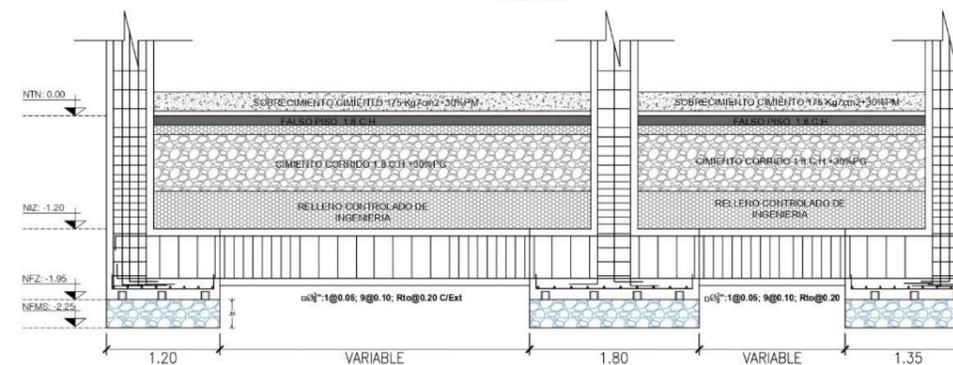


PERFIL ESTATIGRAFICO DEL SUELO



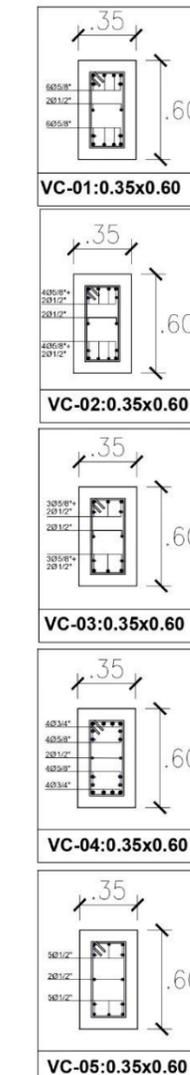
DETALLE DE VIGA DE CIMENTACION EJES: B-B; C-C; D-D

Esc: 1/50

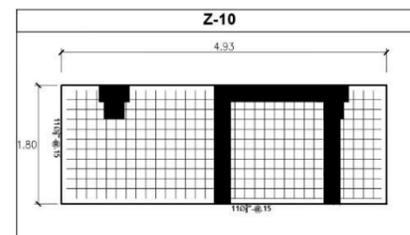
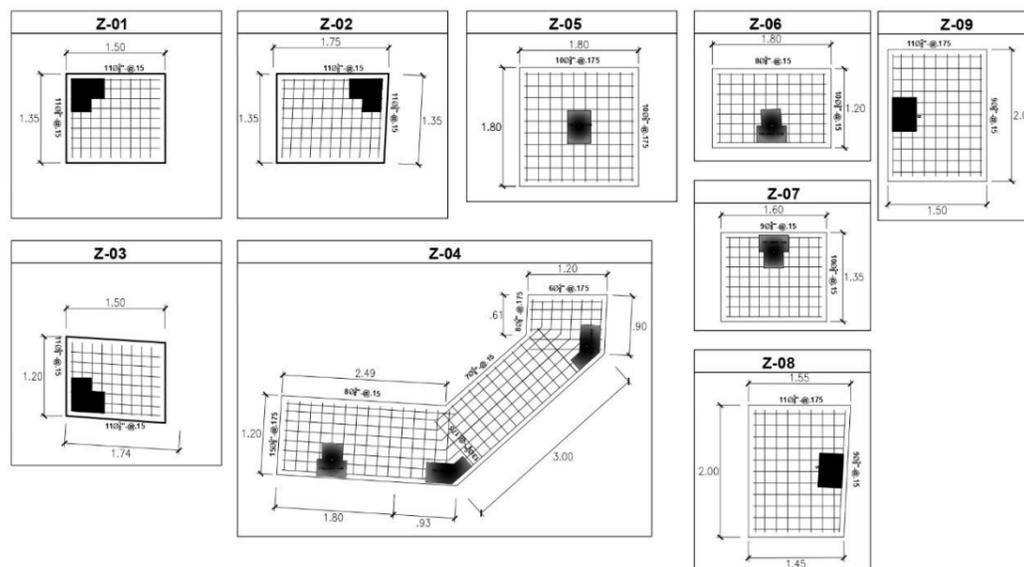


DETALLE DE VIGAS DE CIMENTACION

Esc: 1/20



CUADRO DE DETALLE DE ZAPATAS
Esc: 1/50



VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PROYECTO:

UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: SAN JUAN DE LOS RIOS
DISTRITO: HUAMACHUCO

PROPIETARIO:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

PLANO:
CIMENTACION, COLUMNAS Y PLACAS

ESCALA:

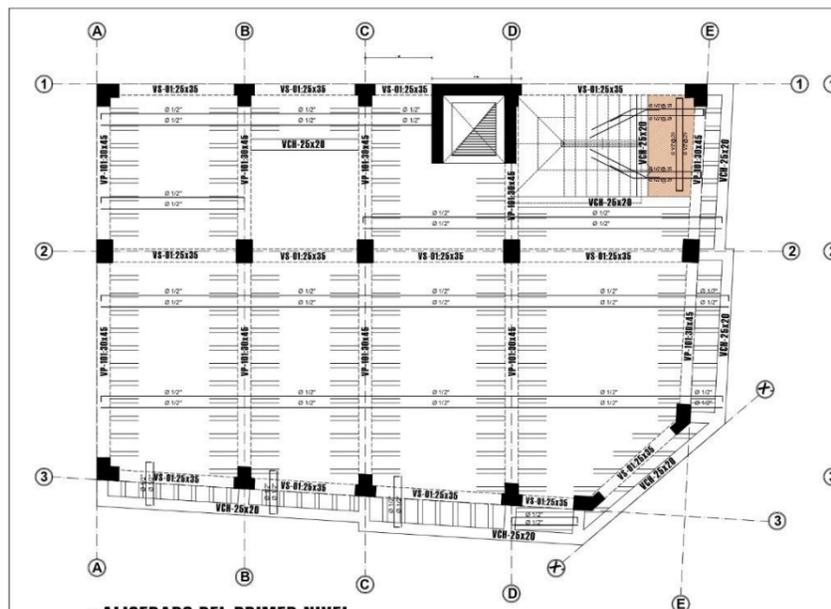
INDICADA

FECHA:

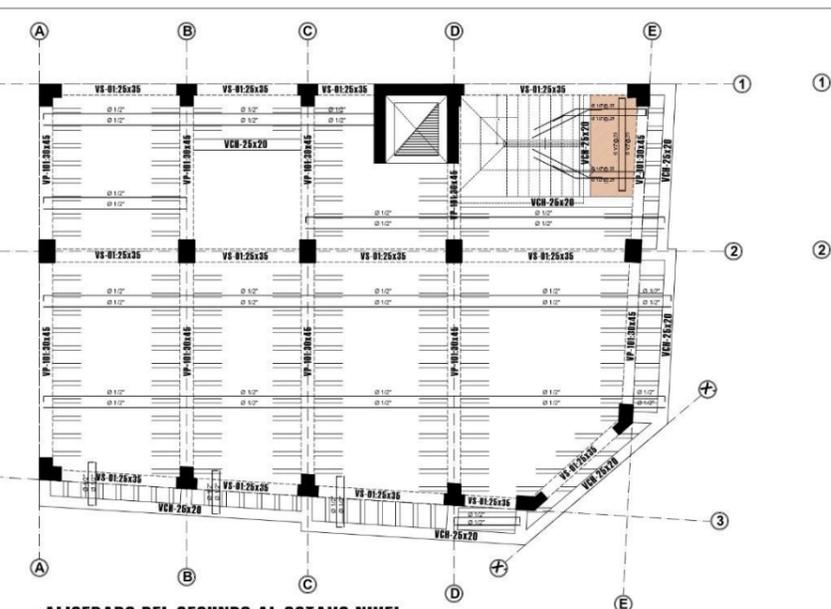
SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA:

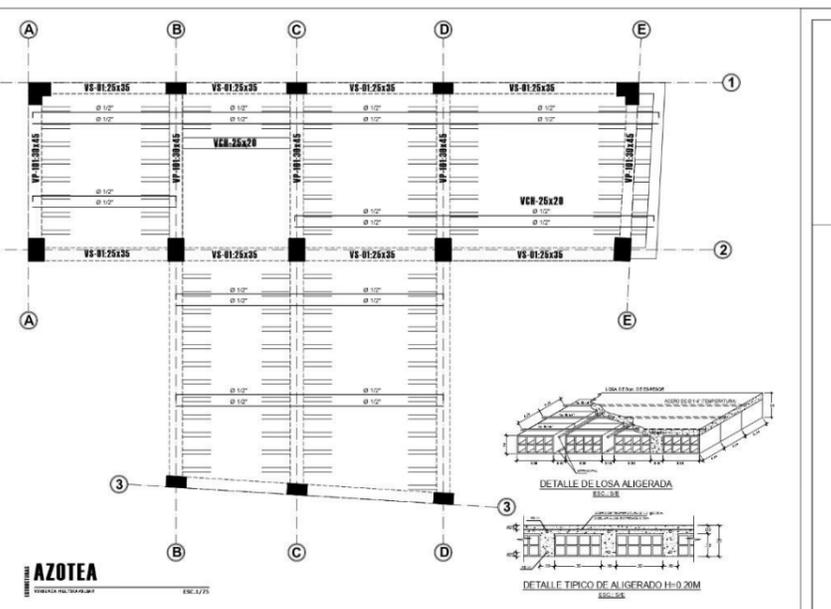
E-01



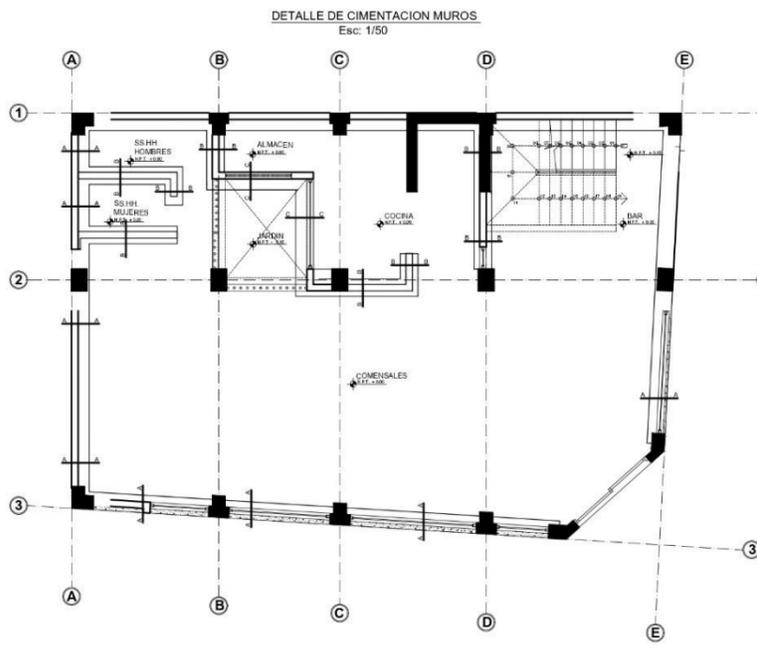
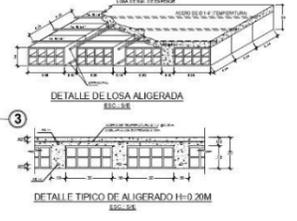
ALIGERADO DEL PRIMER NIVEL



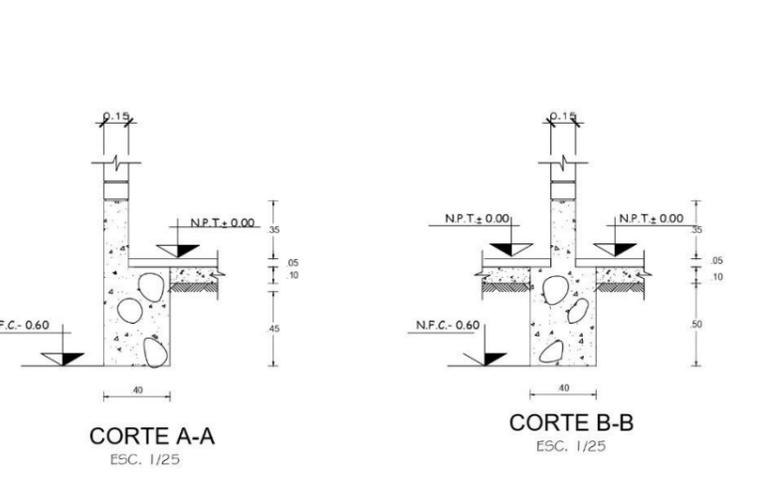
ALIGERADO DEL SEGUNDO AL OCTAVO NIVEL



AZOTEA



DETALLE DE CIMENTACION MUROS



CORTE A-A

CORTE B-B

CORTE C-C

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
(CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (Ømax))

SOBRICENTOS CONCRETO CICLOPEO 1:8
(CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (Ømax))

CONCRETO ARMADO
CONCRETO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
ZAPATAS : 7 Cm

SOBRECARGAS : SIC INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
AZOTEA : 150 Kg / m²
RESTO : 200 Kg / m²
ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

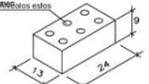
TERRENO
CAPACIDAD PORTANTE : 0.86 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-060

OBSERVACIONES :
LOS MUROS ACHURADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO TIPO IV, DE 18 HUECOS, CON PORCENTAJE DE VACIOS = 30%.
LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENFOFADO DEL TECHO, CON LADRILLO PANDERETA.

CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFIRMADA :
UNIDAD (LADRILLO TIPO IV) : 45 Kg / Cm²
ESPESOR MINIMO : e min = 0.13m, 0.24m
% MAXIMO DE VAGIOS : 30 %
MORTERO : 1:1.4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA)
ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min = 0.3 Cm
e max = 1.5 Cm

NOTA : CIMENTACION :
1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.70 ; CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA + 1.00, SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.
3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
4) - INCORPORAR A LA MEZCLA DE CONCRETO CICLOPEO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE (EN EL AGUA DE ARMADO), RECOMENDABLE USAR EN CIMENTACION CEMENTO TIPO V
5) - TODAS LAS ZONAS RIGIDAS DE ENCUENTRO VIGA-MURO DE CONCRETO SE DISTRIBUIRA ESTRIBOS DE 3Ø" CON UN ESPACIAMIENTO DE 0.15CM



DETALLE DE VIGAS

Esc: 1/20

NOTA : La separación libre de columnas longitudinales es de 0.20m.
La separación mínima adyacente en la dirección de refuerzo en viga es de 0.30m.

VALORES DE "Z" EN VIGAS (cm)

Refuerzo	R	RS
3Ø" y 3Ø"	40	55
1/2"	50	60
5/8"	60	70
3/4"	70	80
1"	120	170

VALORES DE "Z" EN LOSAS Y ESCALERAS (cm)

Refuerzo	R	RS
3Ø" y 3Ø"	40	55
1/2"	50	60
5/8"	60	70
3/4"	70	80

NOTA : REFERIR LOS EMPALMES EN DIFERENTES PISOS Y EMPALME COMO MANDO SIN DEL REFUERZO

DETALLE DE VIGAS

Esc: 1/20

NOTA : La separación libre de columnas longitudinales es de 0.20m.
La separación mínima adyacente en la dirección de refuerzo en viga es de 0.30m.

VALORES DE "Z" EN VIGAS (cm)

Refuerzo	R	RS
3Ø" y 3Ø"	40	55
1/2"	50	60
5/8"	60	70
3/4"	70	80
1"	120	170

VALORES DE "Z" EN LOSAS Y ESCALERAS (cm)

Refuerzo	R	RS
3Ø" y 3Ø"	40	55
1/2"	50	60
5/8"	60	70
3/4"	70	80

NOTA : REFERIR LOS EMPALMES EN DIFERENTES PISOS Y EMPALME COMO MANDO SIN DEL REFUERZO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
(CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (Ømax))

SOBRICENTOS CONCRETO CICLOPEO 1:8
(CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (Ømax))

CONCRETO ARMADO
CONCRETO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
ZAPATAS : 7 Cm

SOBRECARGAS : SIC INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
AZOTEA : 150 Kg / m²
RESTO : 200 Kg / m²
ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

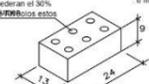
TERRENO
CAPACIDAD PORTANTE : 0.86 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-060

OBSERVACIONES :
LOS MUROS ACHURADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO TIPO IV, DE 18 HUECOS, CON PORCENTAJE DE VACIOS = 30%.
LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENFOFADO DEL TECHO, CON LADRILLO PANDERETA.

CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFIRMADA :
UNIDAD (LADRILLO TIPO IV) : 45 Kg / Cm²
ESPESOR MINIMO : e min = 0.13m, 0.24m
% MAXIMO DE VAGIOS : 30 %
MORTERO : 1:1.4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA)
ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min = 0.3 Cm
e max = 1.5 Cm

NOTA : CIMENTACION :
1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.70 ; CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA + 1.00, SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.
3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
4) - INCORPORAR A LA MEZCLA DE CONCRETO CICLOPEO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE (EN EL AGUA DE ARMADO), RECOMENDABLE USAR EN CIMENTACION CEMENTO TIPO V
5) - TODAS LAS ZONAS RIGIDAS DE ENCUENTRO VIGA-MURO DE CONCRETO SE DISTRIBUIRA ESTRIBOS DE 3Ø" CON UN ESPACIAMIENTO DE 0.15CM

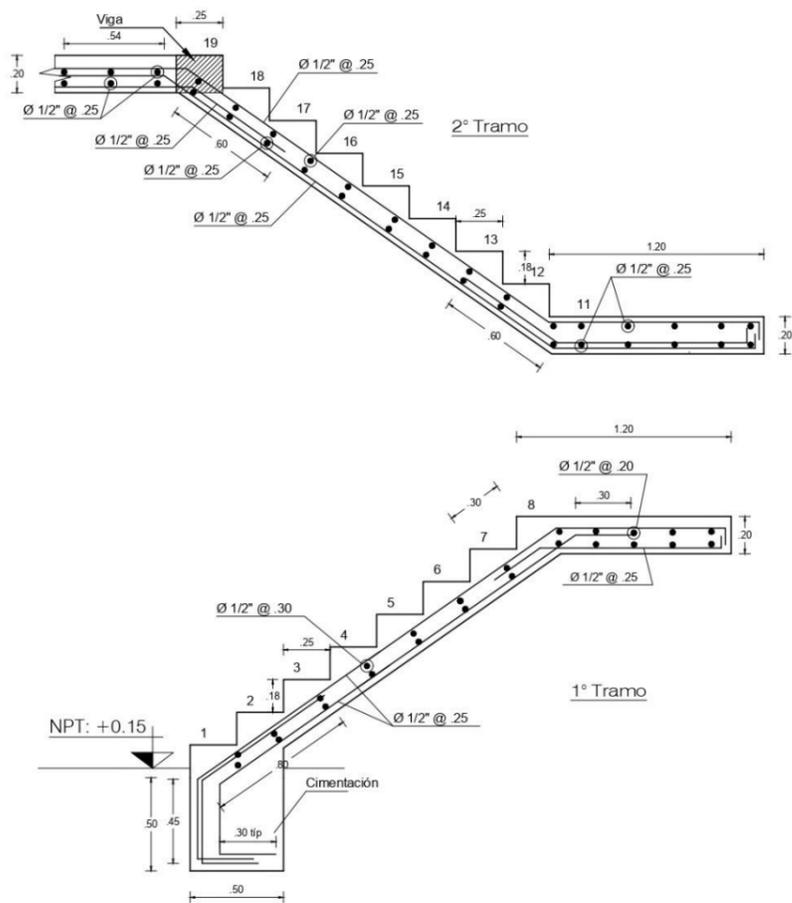


VIVIENDA MULTIFAMILIAR

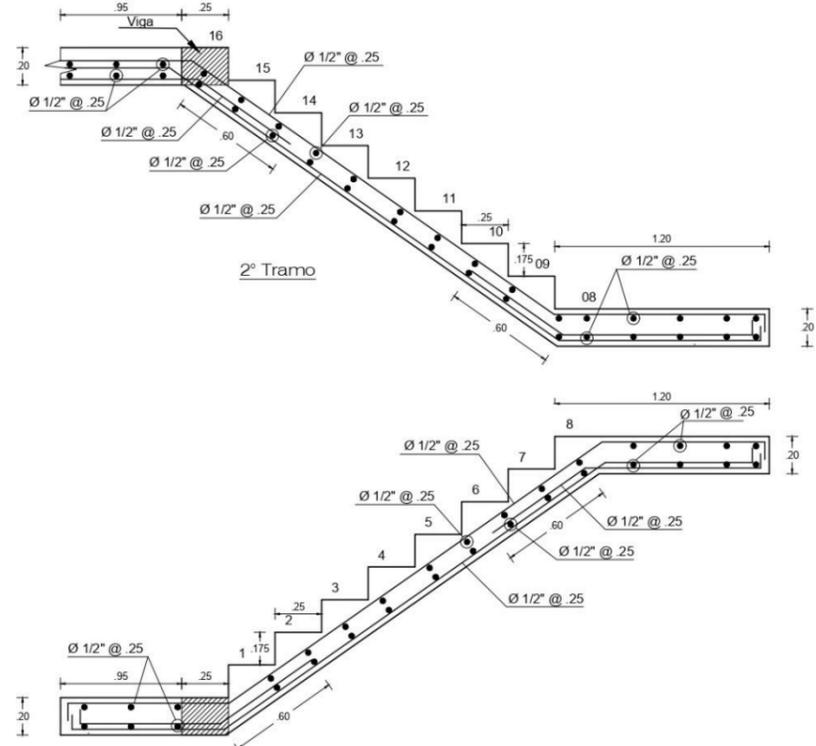
PROYECTO:
UBICACION:
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: SAN JUAN CARLOS
DISTRITO: HUAMACHICO
PROPIETARIO:
PROFESIONAL RESPONSABLE:
PLANO:
ALIGERADO Y VIGAS
ESCALA:
INDICADA
FECHA:
SEPTIEMBRE 2023
LÁMINA:

E-02

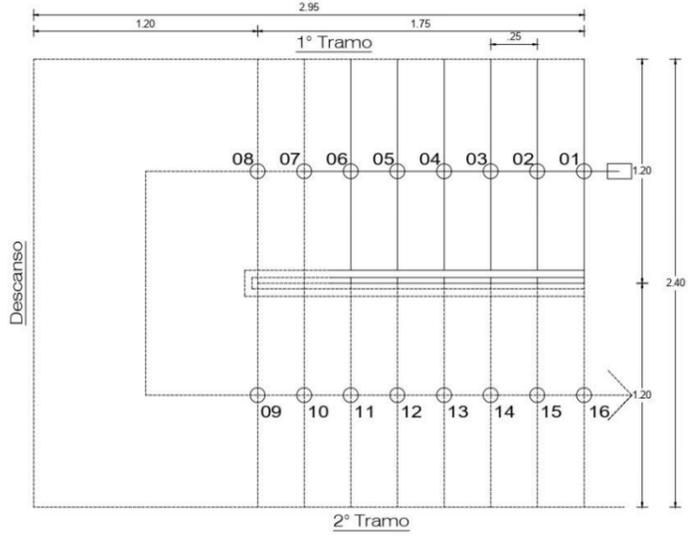
ESCALERA 01



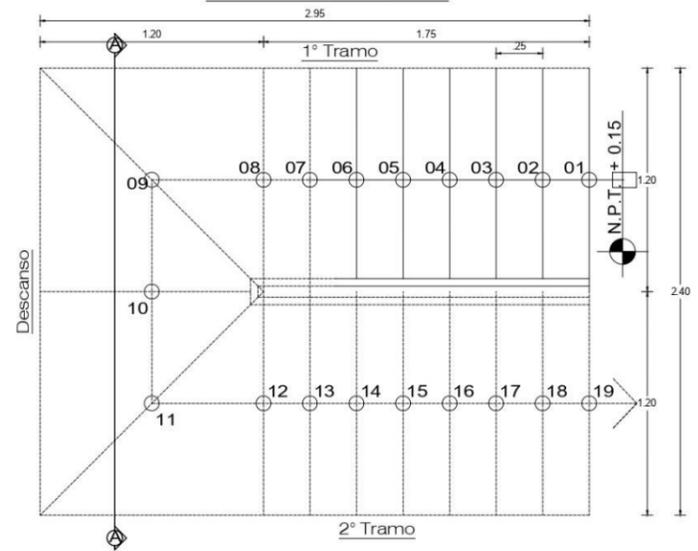
ESCALERA 02



ESCALERA 02



ESCALERA 01



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
(CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6^omax.)
SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8
(CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (3^omax.)

CONCRETO ARMADO
CONCRETO : f_c = 210 Kg/cm²
ACERO REFUERZO : f_y = 4200 Kg/cm²

RECURRIMIENTOS
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
ZAPATAS : 7 Cm

SOBRECARGAS : S.I.C. INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
AZOTEA : 150 Kg / m²
RESTO : 200 Kg / m²
ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

TERRENO
CAPACIDAD PORTANTE : 0.86 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-600

OBSERVACIONES :
LOS MUROS AGURADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO TIPO IV, DE 18 HUECOS, CON PORCENTAJE DE VACIOS < 30%.
LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENCOPADO DEL TECHO, CON LADRILLO PANDERETA.

CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :
UNIDAD (LADRILLO TIPO IV) : f_m 45 Kg / Cm²
ESPESOR MINIMO : e min. = 0.13m, 0.24m
% MAXIMO DE VACIOS : 30 %
MORTERO : 1:1.4 (CEMENTO - CAL NORMALIZADA - ARENA)
ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min. = 0.9 Cm
e max. = +1.5 Cm
no excederan el 30%

NOTA : CIMENTACION :
1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.70 ; CONCRETO f_c = 210 Kg/cm².
2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA = +1.00; SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.
3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
4) - INCORPORAR A LA MEZCLA DE CONCRETO CICLOPEO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE (EN EL AGUA DE AMASADO), RECOMENDABLE USAR EN CIMENTACION CEMENTO TIPO V
5) - TODAS LAS ZONAS RIGIDAS DE ENCUESTRO VIGA-MURO DE CONCRETO SE DISTRIBUIRA ESTRIBOS DE 3/8" CON UN ESPACIAMIENTO DE 0.15CM

VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PROYECTO:

UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: SANCHEZ CARRIÓN
DISTRITO: HUAMACHUCO

PROPIETARIO:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

PLANO:
ESCALERA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
SEPTIEMBRE 2023

LÁMINA:
E-04



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia del efecto P-Delta en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar con sistema dual de 8 niveles, Huamachuco, La Libertad", cuyos autores son VILLEGAS ARTEAGA RUBEN ALEJANDRO, GERVACIO PEREZ DENYS RAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 07 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL DNI: 43236142 ORCID: 0000-0001-7674-7125	Firmado electrónicamente por: ENORIEGAVI el 17- 11-2023 19:51:38

Código documento Trilce: TRI - 0653287