

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL -
HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAÉN”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:

AUTOR:

BACH. MORE CARRANZA WILMER JESUS

ASESOR:

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO MIGUEL

**CAJAMARCA - JAÉN - PERÚ
2023**

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** WILMER JESÚS MORE CARRANZA
DNI: 70775304
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

2. **Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA

3. **Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor

4. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:** DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL -
HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN

6. **Fecha de evaluación:** 26/11/2023

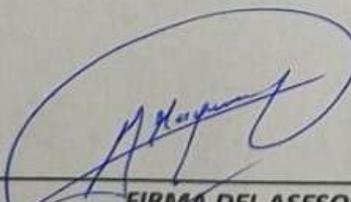
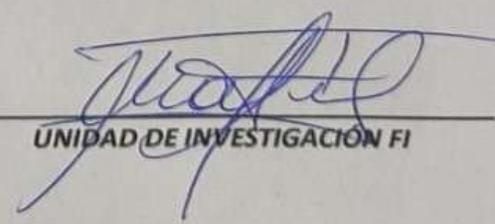
7. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 20%

9. **Código Documento: Oid:** 3117:289532735

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/11/2023

 _____ FIRMA DEL ASESOR Dr. Ing. MIGUEL MOSQUEIRA MORENO DNI: 26733060	 _____ UNIDAD DE INVESTIGACION FI
--	--



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Wilmer Jesús More Carranza** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno** con el software antiplagio Turnitin que identifica **20% (veinte por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:289532735**

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 27 de noviembre del 2023

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258801 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 26/11/2023 19:49:04-0500

Cc.
Archivo
c12523wm.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por darme, vida, salud, sabiduría, y mucha fortaleza para llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A MI ASESOR

Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno, por brindarme sus conocimientos, experiencia profesional, esfuerzo y dedicación durante el desarrollo de la presente tesis

A MIS PADRES, HERMANOS, ABUELOS Y TIOS

A mis padres Digna y José, Por ser mi mayor motivación de cada día, con su amor consejos, esfuerzo y perseverancia me han permitido, llegar a cumplir este gran objetivo

A mis hermanos, Yomar, Rosa, kiomy, Terecita, por su cariño, comprensión y apoyo en todo momento de mi vida

A mis Abuelos y Tíos por ser parte muy importante de mi formación profesional, sus consejos y motivación en cada momento de mi vida.

DEDICATORIA

A dios por darme salud y vida, para seguir adelante con mis objetivos

A mis padres por ser el motor y motivo de mi formación académica y profesional.

A mi asesor por brindarme sus conocimientos, para cumplir con mis objetivos propuestos

A mis abuelitos, hermanos y tíos por ser mi inspiración con su apoyo y amor incondicional.

A todos mis amigos por brindarme su apoyo en este proceso de formación académica y profesional

WILMER JESUS MORE CARRANZA

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1.CAPITULO I: INTRODUCCION	11
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	12
1.1.1.SELECCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.1.2.FORMULACIÓN INTERROGANTE DEL PROBLEMA:.....	13
1.1.3.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	13
1.1.4.LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DE LA INVESTIGACION:.....	13
1.2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:	14
1.2.1.Objetivo General:	14
1.2.2.Objetivos Específicos:.....	14
2.CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	14
2.1.ANTECEDENTES TEORICOS	14
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	14
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES	15
2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES.....	16
2.2.BASES TEÓRICAS:	17
2.2.1.DESEMPEÑO SISMICO.....	17
2.2.2.OBJETIVO DE DESEMPEÑO	17
2.2.3.NIVELES DE DESEMPEÑO OBJETIVO DEL EDIFICIO.....	18
2.2.4.PELIGRO SÍSMICO.....	22
2.2.5.COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LOS MATERIALES.....	26
2.2.6.ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.	33
3.CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS.....	42
3.1.HIPOTESIS	42
3.2.VARIABLES	42

3.2.1.Variable Independiente (V.I).....	42
3.2.2.Variable Dependiente (V.D)	42
3.3.UBICACIÓN GEOGRAFICA	42
3.4.METODOLOGIA.....	44
3.4.1.TIPO DE ESTUDIO.....	44
3.4.2.DISEÑO	44
3.5.POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS	45
3.5.1.POBLACION	45
3.5.2.MUESTRA.....	45
3.5.3.UNIDAD DE ANALISIS.....	45
3.6.TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	46
3.7.TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION	46
3.7.1.DESCRIPCION DE LA EDIFICIO	47
3.7.2.CARACTERISTICA DE LOS MATERIALES	47
3.7.3.METRADO DE CARGAS	50
3.7.4.SECCIONES Y ELEMENTOS	53
4.CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCISION DE RESULTADOS	62
4.1.PRESENTACION DE RESULTADOS.....	62
4.2.ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
4.3.CONTRASTACION DE HIPOTESIS	82
5.CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1.CONCLUSIONES.....	84
5.2.RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	87

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1 Niveles de desempeño estructural.....	21
FIGURA N° 2 Objetivos de desempeño básico para estructuras existentes	24
FIGURA N° 3 Comparación de los modelos tensión - deformación para un concreto simple y uno confinado	28
FIGURA N°4 Núcleo efectivo de concreto con confinamiento para una selección de geometría rectangular.....	29
FIGURA N° 5 Factores de confinamiento para elementos cuadrados y rectangulares..	29
FIGURA N° 6 Curva completa del modelo tensión - deformación del acero sometido a tracción.....	31
FIGURA N° 7 Modelos no lineales elementos estructurales	31
FIGURA N° 8 Diagrama carga vs deformación para rotulas plásticas	32
FIGURA N° 9 Curva idealizada fuerza - desplazamiento.....	35
FIGURA N° 10 Sectorización de los niveles de desempeño sobre la base de desplazamiento inelástico obtenido de la estructura	42
FIGURA N° 11 Ubicación geográfica del edificio	43
FIGURA N° 12 Ubicación geográfica a nivel local	44
FIGURA N° 13 Acero de refuerzo modelo de Parker.....	48
FIGURA N° 14 Curva del acero de refuerzo modelo de Parker	48
FIGURA N° 15 Curva de concreto modelo de mander et al.....	49
FIGURA N° 16 Aligerado h=20cm.....	50
FIGURA N° 17 Cuadro de columnas	53
FIGURA N° 18 Columna C1=30cmx30cm	53
FIGURA N° 19 Columna C2=30cmx60cm	54
FIGURA N° 20 Columna C3=25cmx25cm	54
FIGURA N° 21 Columna PI-1 40cmx15cm.....	55
FIGURA N° 22 Columna PI-2 40cmx15cm.....	55
FIGURA N° 23 Cuadro de vigas de aligerado	56
FIGURA N° 24 Viga principal VP-100 30cmx50cm.....	56
FIGURA N° 25 Viga principal VP-101-30cmx60cm	57
FIGURA N° 26 Viga chata VCH-101 30cmx20cm	57
FIGURA N° 27 Viga secundaria VS-15cmx20cm.....	58
FIGURA N° 28 Losa aligerada de 20cm.....	58
FIGURA N°29 Modelo del edificio en planta.....	59
FIGURA N° 30 Modelo del edificio en 3D.....	59

FIGURA N° 31 Portal web para determinar el peligro sísmico de acuerdo a la ubicación geográfica latitud -5.703716 ; longitud -78.811334	60
FIGURA N° 32 Espectro de peligro uniforme	62
FIGURA N° 33 Espectro elástico.....	64
FIGURA N° 34 Formación de rotulas dirección xx.....	66
FIGURA N° 35 Representación bilineal de la curva de capacidad dirección x tomando de Etabs 2020 – adaptación propia	66
FIGURA N° 36 Formación de rotulas dirección yy	68
FIGURA N° 37 Representación bilineal de la curva de capacidad dirección Y tomada de Etabs 2020.....	68
FIGURA N° 38 Sectorización de Curva de capacidad dirección X.....	70
FIGURA N° 39 Sectorización de la curva de capacidad dirección Y	71
FIGURA N° 40 Representación bilineal de sismo moderado dirección X calculado de Etabs 2020.....	72
FIGURA N° 41 Representación bilineal de sismo raro dirección X calculado de etabs 2020.....	73
FIGURA N° 42 Representación bilineal de sismo muy raro dirección x calculado de etabs 2020	74
FIGURA N° 43 Representación bilineal máximo sismo dirección x calculado de etabs 2020.....	75
FIGURA N° 44 Representación bilineal de sismo moderado dirección Y calculado de etabs 2020	76
FIGURA N° 45 Representación bilineal de sismo raro dirección Y calculado de etabs 2020.....	77
FIGURA N° 46 Representación bilineal de sismo muy raro dirección Y calculado de Etabs 2020.....	78
FIGURA N° 47 Representación bilineal de sismo muy raro dirección Y calculado de etabs 2020	79
FIGURA N° 48 Evaluación de puntos de desempeño en dirección X	80
FIGURA N° 49 Puntos de desempeño dirección Y	81

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1 Objetivos de desempeño	18
TABLA N°2 Niveles de sismo	23
TABLA N° 3 Factor de zona "Z" en el territorio nacional	25
TABLAN°4 Valores del factor de suelo según la zona sísmica y el tipo de suelo	25
TABLA N° 5 Valores de periodos T_p y T_I para los cuatro tipos de suelo	25
TABLA N° 6 Valores para el factor de modificación C_0	38
TABLA N° 7 Valores para el factor de modificación C_0	40
TABLA N° 8 Niveles de desempeño y rangos de desplazamiento para la sectorización de la curva de capacidad	41
TABLA N° 9 Técnicas e instrumentos.....	46
TABLA N° 10 Resistencia del concreto	49
TABLA N° 11 Metrado de tabiquería	51
TABLA N° 12 Metrado en voladizo	51
TABLA N° 13 Cargas vivas para diferentes usos RNE E.020.....	52
TABLA N° 14 Espectro de peligro uniforme.....	61
TABLA N° 15 Factores de amplificación	63
TABLA N° 16 Espectros elásticos	63
TABLA N° 18 Resumen de la curva de capacidad dirección x	67
TABLA N° 19 Curva de capacidad.....	67
TABLA N° 20 Resumen de la Curva de capacidad	69
TABLA N° 21 Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva en dirección X	69
TABLA N° 22 Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección y.....	70
TABLA N° 23 Resumen curva de capacidad para un sismo moderado dirección x.....	72
TABLA N° 24 Resumen curva de capacidad sismo raro dirección x	73
TABLA N° 25 Resumen curva de capacidad sismo muy raro dirección x	74
TABLA N° 26 Resumen curva de capacidad máximo sismo dirección x	75
TABLA N° 27 Curva de capacidad sismo moderado dirección y.....	76
TABLA N° 28 Curva de capacidad sismo raro dirección y	77
TABLA N° 29 Curva de capacidad sismo muy raro dirección y	78
TABLA N° 30 Curva de capacidad máximo sismo dirección y	79
TABLA N° 31 Punto de desempeño dirección X	80
TABLA N° 32 Punto de desempeño dirección Y	80

TABLA N° 33 Se analiza la evaluación del desempeño de la estructura para los distintos grados de peligro sísmico en dirección x	81
TABLA N° 34 Se analiza si la edificación cumple con el objetivo planteado por ser una edificación de categoría B importante. debe encontrarse en un grado de ocupación inmediato	81
TABLA N° 35 Se analiza la evaluación del desempeño de la estructura para distintos grados de peligro sísmico en dirección Y	82
TABLA N° 36 Se analiza si la edificación cumple con el objetivo planteado por ser una edificación de categoría B debe encontrarse en un grado de ocupación inmediata.....	82

RESUMEN

En la ciudad de Jaén sus edificios no cuentan con adecuados controles de calidad en el proceso constructivo y diseño estructural, siendo propensos ante amenazas sísmicas. Además la ciudad de Jaén comparte dos zonas sísmicas Z2, Z3, limitando con la zona 4 de mayor peligro sísmico. Siendo vulnerable a sus edificios ante cualquier amenaza sísmica. En la presente investigación trata del análisis del diseño basado en el desempeño sísmico de un edificio comercial hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén, el edificio está ubicada en una zona de mediana peligrosidad sísmica, de factor $Z2=0.25$ según (NTP E.030 – 2018), categoría B importante y factor de uso 1.3. A pesar de encontrarse en una zona sísmica Z2. Lo hace vulnerable ante cualquier evento sísmico. Por tal motivo en esta tesis se plantea Cuál es el nivel de desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén, con el objetivo de determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio comercial – hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén. Para diferentes peligrosidades sísmicas. Moderado, raro, muy raro, y máximo sismo. El modelo estructural del edificio se obtuvo de los documentos brindados (características geométricas, armaduras) y la característica del concreto con ayuda del esclerómetro. (Resistencia del concreto). Para evaluar el punto de desempeño del edificio se empleó normativas nacionales, e internacionales, utilizando la metodología de los coeficientes propuesto y evaluados por (ASCE 41 – 17). El modelo matemático se desarrolló en el software computacional ETABS V.20. Obteniendo las curvas de capacidad en ambas direcciones para cada peligro sísmico. Finalmente se concluyó. Que el grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio, para un sismo moderado es de control de daños S2, para un sismo raro, es de seguridad de vida S3, para sismo muy raro, es de seguridad reducida S4 y para un máximo sismo es de prevención del colapso S5

Palabras Clave: Niveles de peligrosidad sísmica, Análisis estático no lineal, curva de capacidad, Nivel de desempeño sísmico, Método de coeficientes

Abstract

In the city of Jaén, its buildings do not have adequate quality controls in the construction process and structural design, being prone to seismic threats. In addition, the city of Jaén shares two seismic zones Z2, Z3, bordering zone 4 of greatest seismic danger. making its buildings vulnerable to any seismic threat. The present research deals with the analysis of the design based on the seismic performance of a 5-story commercial lodging building in the city of Jaén, the building is located in an area of medium seismic danger, with a factor $Z2=0.25$ according to (NTP E. 030 – 2018), important category B and use factor 1.3. despite being in a Z2 seismic zone. It makes it vulnerable to any seismic event. For this reason, this thesis proposes: What is the level of seismic performance of a commercial building - 5-level accommodation in the city of Jaén, with the objective of determining the level of seismic performance of the commercial building - 5-level accommodation in the city of Jaén? city of Jaén. For different seismic hazards. Moderate, rare, very rare, and maximum earthquake. The structural model of the building was obtained from the documents provided (geometric characteristics, reinforcement) and the characteristics of the concrete with the help of the sclerometer. (Concrete strength). To evaluate the performance point of the building, national and international regulations were used, using the coefficient methodology proposed and evaluated by (ASCE 41 – 17). The mathematical model was developed in the ETABS V.20 computer software, obtaining the capacity curves in both directions for each seismic hazard. It was finally concluded. That the degree of seismic performance that the building achieves, for a moderate earthquake it is damage control S2, for a rare earthquake, it is life safety S3, for a very rare earthquake, it is reduced safety S4 and for a maximum earthquake it is collapse prevention S5

Keywords: Seismic hazard levels, Nonlinear static analysis, capacity curve, Seismic performance level, Coefficient method

1. CAPITULO I: INTRODUCCION

La mayoría de los terremotos son ocasionados en la costa occidental de América del sur. Debido que nuestro país, forma parte del llamado "Anillo de Fuego del Pacífico", donde la Tierra libera más del 85% de su energía almacenada. Ocasionalmente a causa del choque de dos placas tectónicas: la primera placa sudamericana choca y se eleva por encima de la segunda placa de Nazca. (INDECI, 2020).

De acuerdo al IGP (Instituto geofísico del Perú), a lo largo de los últimos diez años se han producido diferentes sismos ocasionando pérdidas materiales y vidas humanas, Loreto 26 de mayo de 2019 magnitud 8.0 Ms (Ritcher), Arequipa 14 de enero de 2018 magnitud 7.1 Ms (Ritcher), Ayacucho 24 de agosto de 2016 magnitud 6.8 Ms (Ritcher), Ayacucho 4 de marzo de 2014 magnitud 6.3 Ms (Ritcher), Arequipa 25 de septiembre de 2013 magnitud 7.0 Ms (Ritcher), Pisco 15 de agosto de 2007 magnitud 8.0 Ms (Ritcher).

El objetivo de esta investigación es Determinar el nivel de desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén. Siguiendo los lineamientos de nuestra normativa vigente, y aplicando la metodología de los coeficientes, y realizando una evaluación por desempeño sísmico del edificio frente a diferentes peligrosidades sísmicas en función de los objetivos de desempeño

Para el análisis empleamos normas nacionales (NTP.E-0.30-2018), e internacionales (FEMA 440, ASCE/SEI 41-17). Que nos permita obtener el desempeño sísmico del edificio tipo comercial-hospedaje para diferentes peligros sísmicos: moderado, raro, muy raro y máximo sismo. que satisfaga la necesidad de la estructura, de ocupación inmediata S1, control de daños S2, seguridad de vida S3, seguridad reducida S4 y prevención del colapso S5, el modelo matemático se desarrolla en el programa ETABS v20.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1.1. SELECCIÓN DEL PROBLEMA

Los edificios en la ciudad de Jaén no cuentan con adecuados controles de calidad, en el proceso constructivo y diseño estructural, siendo propensos ante cualquier amenaza sísmica. la ciudad de Jaén comparte dos zonas sísmicas Z2, Z3, limitando con la zona 4 de mayor peligro sísmico, el edificio está ubicada en una zona de mediana peligrosidad sísmica, de factor $Z2=0.25$ según (NTP E.030 – 2018), categoría B importante y factor de uso 1.3. lo hace vulnerable ante cualquier evento sísmico a pesar de ubicarse dicha zona sísmica.

en los últimos 140 años no hemos tenido sismos de gran magnitud, los edificios no han sido probados para sismos de gran magnitud los recientes sismos. De acuerdo al registro de (aceleración de la Universidad Nacional de Jaén) el 26 de mayo del 2019 se registró aceleraciones pico menores al 5% de la aceleración de la gravedad. En la cual edificio. presentó fisuras en lo elementos estructurales y elementos no estructurales. Debido a eso determinamos lo vulnerables que son los edificios. Ante diferentes eventos sísmicos

El edificio comercial – hospedaje de 5 niveles, es una estructura porticada, que fue construida y diseñada en el año 2016, presenta algunas fallas técnicas y limita con la zona 4 lo hace vulnerable frente a diferentes peligros sísmicos y por tratarse de un edificio de categoría B importante, que alberga gran cantidad de personas, es primordial analizar el edificio en el rango no lineal, y obtener resultados más confiables

Presentado el problema se tiene la necesidad de conocer el comportamiento sísmico en el rango no lineal del edificio comercial – hospedaje de 5 niveles calificada como importante.

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGANTE DEL PROBLEMA:

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén?

1.1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La realización de esta investigación del edificio comercial hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén, se clasifica como importante, de acuerdo con la NTP (E.030 -2018). Que alberga gran número de personas de manera permanente. Por Ende, se justifica el comportamiento del edificio a nivel estructural, debe prevalecer antes, durante y después de un evento sísmico.

Por ello la realización de esta investigación se justifica en la necesidad de conocer el comportamiento de desempeño sísmico del edificio frente a diferentes peligros sísmicos. Por tratarse de una edificación importante que alberga gran número de personas de manera permanente.

Los hallazgos se utilizarán para proponer recomendaciones y posibles soluciones, y proporcionarán una base para futuras investigaciones.

1.1.4. LIMITACIONES Y RESTRICCIONES DE LA INVESTIGACION:

Para las condiciones geotécnicas de la estructura, No se consideró la interacción suelo – estructura se modelará con empotramiento en la base.

No se consideró el confinamiento en los modelos constitutivos (empleados para la realización de los diagramas de momento curvatura).

Las características y consideraciones del suelo fueron tomados de acuerdo los documentos brindados (estudio de suelos)

Las características y consideraciones del acero fueron tomados de acuerdo a los documentos brindados (planos estructurales)

la resistencia a compresión del concreto se determinó del análisis de uno de los pórticos, haciendo uso del esclerómetro. Debido a las restricciones impuestas por el propietario no se pudo realizar ensayos para todo el edificio

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

1.2.1. Objetivo General:

- Determinar el nivel de desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el nivel de daño estructural al aplicar un sismo moderado.
- Determinar el nivel de daño estructural al aplicar un sismo raro.
- Determinar el nivel de daño estructural al aplicar un sismo muy raro.
- Determinar el nivel de daño estructural al aplicar un máximo sismo

2. CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES TEORICOS

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

Bedecarratz (2018), en su investigación, Modelación no lineal de un edificio de hormigón armado y aplicación de metodología de diseño por desempeño. El modelo de edificación fue sometido a análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal utilizando diferentes registros de (Santiago de Chile 27F). Los resultados muestran que para desplazamientos del techo relativamente pequeños (deslizamiento del techo ~0.003), la pared dañada en realidad alcanza un nivel de deformación en el modelo que representaría daño por flexión y compresión, porque la pared es parte de un sistema cooperativo. También se realizaron modelos no lineales con diferentes criterios de modelado para comparar el impacto del proyecto desempeño global del edificio.

Salcedo (2017), con su investigación de rendimiento sísmico utilizando la metodología push-over, anunció que el edificio construido en la (ciudad de Barranquilla) bajo NSR-10 resistirá un sismo de magnitud 7.0 que daña sus componentes estructurales y está listo para su ocupación inmediata. Después de un terremoto, es probable que algunos de sus sistemas necesiten limpieza y reparación.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Cumpa y Quispe (2019) con su investigación “evaluación del desempeño sismo resistente de la institución educativa. n°50217 de la comunidad umachurco-san salvador Perú, aplicando el método de análisis estático no lineal de cedencia sucesiva (pushover)” tuvo como objetivo principal la determinación del nivel de desempeño de la Institución Educativa N° 50217 de la comunidad campesina de Umachurco, de dos niveles, con un sistema porticado según la norma E.030 (2018). Este estudio permitió definir el comportamiento a un nivel estructural ante diferentes demandas sísmicas, así como el nivel de desempeño de esta. El modelado de la edificación se realizó con el software SAP 2000. Para empezar, se hizo un análisis estático lineal (Norma E030, 2018) y se verificó su cumplimiento. Seguidamente, se realizó el análisis estático no lineal según el ATC-40 y la FEMA 440, considerando la reducción de rigidez de las columnas y vigas.

Los resultados de esta investigación mostraron que, bajo las solicitaciones de las diferentes demandas sísmicas, la estructura analizada logra un desempeño de Ocupación Inmediata para sismo de servicio, Seguridad de vida para sismo de diseño y Colapso para el sismo máximo.

Por otra parte, Juan y Luis (2023) con su investigación. Evaluación del desempeño sísmico de un edificio a porticado de seis niveles usando la norma ASCE-41-17, Miraflores - 2023 los autores concluyen, que El comportamiento sísmico de un edificio porticado de seis niveles destinado a vivienda en la zona de Miraflores del departamento de Lima Perú, provocada por un sismo de diseño, cumple con los requisitos de las normas

ASCE 41-17 y E.030 con el propósito de no colapsar y proteger a las personas porque el nivel de rendimiento logra RV, lo que demuestra que cada persona se encontrará segura y protegida dentro de la edificación. Sin embargo, habrá grandes pérdidas económicas debido a los daños estructurales.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Pérez (2022), con su investigación “Evaluación del desempeño sísmico de una edificación de 05 niveles mediante un análisis no lineal en la ciudad de Jaén,2022.”

tiene como objetivo evaluar el desempeño sísmico del edificio de 05 niveles mediante un análisis no lineal en la ciudad de Jaén Perú. En la cual se observó , que la cortante ultima del desplazamiento es 584.677Tn, con un desplazamiento de 0.268m en la dirección (X) y para la dirección (Y) la cortante última fue de 1003.989Tn, con un desplazamiento de 0.30m para un sismo frecuente, el nivel de desempeño fue operacional para ambas direcciones, para un sismo ocasional, el nivel de desempeño fue operacional para ambas direcciones, asimismo para un sismo raro, el nivel de desempeño fue funcional para ambas direcciones y para un sismo muy raro, el nivel de desempeño sísmico fue de seguridad de vida para ambas direcciones.

Julca (2022), con su investigación, nivel de desempeño sísmico del bloque “b1” de la I.E. fe y alegría n°22 san Luis Gonzaga de la ciudad de Jaén Perú, 2022, concluyo que el grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio al aplicar un nivel de sismo moderado es de ocupación inmediata (S1) para ambas direcciones. El grado de desempeño Para un nivel de sismo raro es de control de daños (S2) en ambas direcciones, el grado de desempeño sísmico, para un nivel de sismo muy raro es de control de daños (S2), y el grado de desempeño sísmico para un nivel de sismo máximo es de seguridad de vida (S3) en ambas direcciones.

2.2.BASES TEÓRICAS:

2.2.1. DESEMPEÑO SISMICO

El PBSD (Performance Based Seismic design) es una metodología que proporciona la capacidad de diseñar edificios que se comporten de manera predecible y confiable bajo la influencia de un terremoto. Permite un uso más eficiente del presupuesto de diseño, construcción y considera costos adicionales para lograr un desempeño superior a los estándares de diseño con el objetivo de mantener un nivel básico de seguridad y así reducir el riesgo de posibles daños. (ASCE 41-17). Además, nos permite evaluar si las hipótesis presentadas en el diseño son consistentes.

El diseño basado en el desempeño sísmico aporta más confianza en el diseño de estructuras, ya que la mayoría de los códigos, solo incursionan en el rango lineal, y no mantienen la claridad necesaria para incursionar en el rango no lineal de una estructura. (ASCE 41-17).

2.2.2. OBJETIVO DE DESEMPEÑO

Un objetivo de desempeño es un par formado por un nivel de peligro sísmico seleccionado y un nivel de desempeño estructural y no estructural. (ASCE 41-17)

2.2.2.1.OBJETIVO DE DESEMPEÑO BASICO PARA EDIFICIOS

EXISTENTES

La Tabla 1 debe utilizarse como guía al elegir un propósito de desempeño básico para edificios que existan (OBDE), que es un propósito de desempeño definido que cambia de acuerdo la cantidad de peligro. Los procesos de Nivel 1, 2 y 3 se pueden emplear para la demostración del cumplimiento del OBDE de acuerdo con los requisitos y restricciones que se explican a continuación (ASCE 41 – 17).

TABLA N°1 Objetivos de desempeño

Niveles de desempeño del edificio objetivo				
Niveles de amenaza sistemática	Operación al (1-A)	Operacional Inmediata (1-B)	Seguridad de Vida (3-C)	Prevención de Colapso (5-D)
50%/50 años BSE-1E	a	b	c	d
(20%/50 años) BSE-2E	e	f	g	h
(5%/50 años) BSE-2N	i	j	k	l
(ASCE 7 MCE_R)	m	n	o	p
Notas: Cada celda en la matriz representa un Objetivo de Desempeño discreto Los Objetivos de Desempeño en la matriz pueden ser usados para 3 tipos de objetivos de desempeño, que pueden ser seleccionados para un edificio que es asignado a la Categoría de Riesgo I O II, de la siguiente forma:				
Objetivos de Desempeño Básico para edificios existentes (BPOE)			g & l	
Objetivos Mejorados			g & i, j, m, n, o, <u>ó</u> p l & e <u>ó</u> f g & l & a, <u>ó</u> b k, m, n, <u>ó</u> solamente o	
Objetivos Limitados			solamente g solamente l <u>e, d, e, s</u> <u>ó</u> f	

Fuente: (ASCE/SEI 41-17, 2017).

2.2.2.2. OBJETIVO DE DESEMPEÑO EQUIVALENTE A LOS ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN NUEVA

Cuando se selecciona, el propósito básico de desempeño igual a los nuevos patrones de construcción, que es un propósito de comportamiento característico para usarse solo con la evaluación metódica de nivel 3 o la modernización que cambia de acuerdo con la categoría de peligro (ASCE 41 – 17).

2.2.3. NIVELES DE DESEMPEÑO OBJETIVO DEL EDIFICIO.

Un nivel de comportamiento objetivo se basará en una agrupación de un grado de desempeño estructural y no estructural previsto (ASCE 41 – 17).

2.2.3.1.RANGOS Y NIVELES DE DESEMPEÑOS ESTRUCTURALES.

El grado de comportamiento estructural de una edificación se va a seleccionar entre 6 niveles de desempeño estructural discretos y dos intervalos de desempeño estructural intermedios que se definen en la siguiente sección.

Los grados discretos de comportamiento son los siguiente.

Ocupación Inmediata (S-1).

Control de Daños (S-2).

Seguridad de Vida (S-3).

Seguridad Limitada (S-4).

Prevención del Colapso (S-5).

No considerado (S-6).

El rango de seguridad optimizado, así como el rango de seguridad disminuido son los rangos intermedios de desempeño estructural. Los juicios de aceptación para el desempeño dentro del intervalo de desempeño mejorado de la seguridad estructural se van a determinar por interpolación entre los juicios de aprobación especificados para los niveles de seguridad estructural de ocupación inmediata y la seguridad de vida. Interpolando entre los juicios de aprobación conocidos para los niveles de desempeño estructural para prevención de colapso y seguridad de vida, será posible obtener los juicios de aprobación para desempeño dentro del intervalo de desempeño de seguridad estructural (ASCE 41 – 17)

Nivel de desempeños estructurales de ocupación inmediata (S-1). Es definido como el daño ulterior a un terremoto mediante el cual una estructura puede conservar su rigidez y resistencia esenciales ante un caso de evento de sismo mientras permanece segura para ocupar.

Rango de desempeños estructurales de seguridad mejorada. Se define como el intervalo continuo de perjuicio entre el grado de desempeño estructura de Seguridad de Vida (S-3) y el nivel de desempeño estructural ocupación inmediata (S1).

Nivel de desempeños estructurales de control de daños (S-2). Se define como el daño después de la ocurrencia un terremoto entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el nivel de desempeño estructural de ocupación inmediata (S-1).

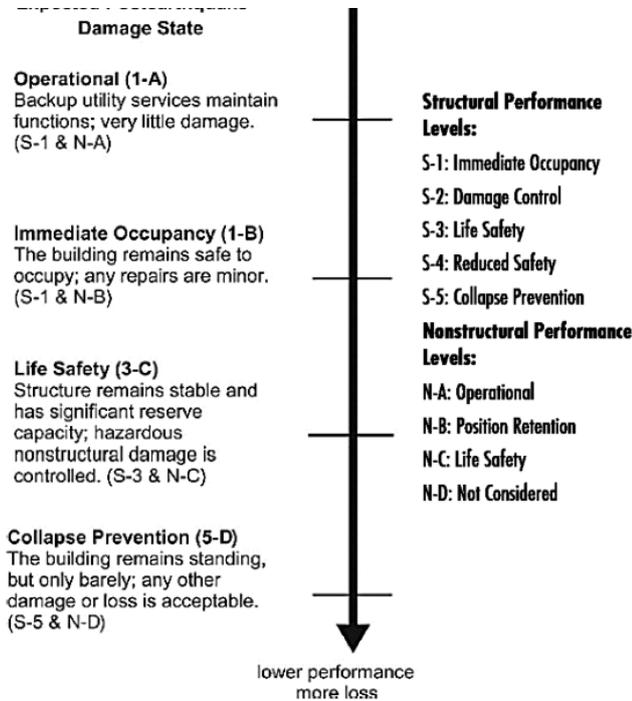
Nivel de desempeños estructurales de seguridad de vida (S-3). Es definido como el daño después de la ocurrencia de un terremoto, mediante el cual una estructura tiene elementos deteriorados, aunque mantiene un margen de seguridad ante el comienzo de una caída parcial o total. Para que este grado de desempeño estructural pueda alcanzar este estado se logra esperar que una estructura pueda cumplir los parámetros de aceptación establecidos

Rango de desempeños estructurales de seguridad reducida. Es definido como el intervalo continuo de deterioro posterior al terremoto entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el grado de desempeño estructural de prevención del colapso (S-5).

Nivel de desempeños estructurales de seguridad limitada (S-4). Se define como el deterioro posterior al movimiento sísmico entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el grado de desempeño estructural de prevención del colapso (S-5).

Nivel de desempeños estructurales de prevención del colapso (S-5). Se define como el deterioro posterior al sismo mediante el cual una estructura tiene elementos deteriorados y sigue resistiendo carga de gravedad, aunque no retiene margen contra el desplome de la estructura.

FIGURA N°1
Niveles de desempeño estructural



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017).

2.2.3.2. Designación de los Niveles de desempeño Objetivo del Edificio.

Un nivel de desempeño objetivo de un edificio se designa alfanuméricamente mediante un número es cual establece el grado de desempeño estructural y por medio de un carácter que establece el grado de comportamiento no estructural (ASCE 41 – 17).

Nivel de desempeño operacional del edificio (1-A).

Para que se pueda conseguir este grado de comportamiento se tiene que cumplir que el grado de comportamiento sea de ocupación inmediata (S-1) y el grado de comportamiento no estructural sea operacional (NA).

Nivel de desempeño del edificio de ocupación inmediata (1-B).

Los elementos estructurales deben satisfacer con el grado de comportamiento de

ocupación inmediata (S-1) y los no estructurales con el grado de retención de posición (NB).

Nivel de desempeño del edificio de seguridad de vida (3-C). Los estructurales del edificio deben satisfacer con el grado de seguridad de vida (S-3) y los elementos no estructurales deben cumplir con el grado de desempeño no estructural de seguridad de vida (NC).

Nivel de desempeño del edificio de prevención del colapso (5-D).

Los elementos estructurales del edificio deben satisfacer con el grado de comportamiento de prevención del colapso (S-5) y los no estructurales con el grado de comportamiento de riesgo reducido (ND).

2.2.4. PELIGRO SÍSMICO.

Se presenta como una medida de la probabilidad de la mayoría de los movimientos sísmicos. Más severos que puede ocurrir en una determinada zona, durante un determinado periodo de años, exceder (o no exceder) un cierto grado de intensidad del terremoto (aceleración o velocidad). (SENCICO – 2021).

De una manera más global, la ley de Poisson se denota mediante la siguiente formula.

$$P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t} * (\lambda t)^n}{n!} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$P_n(t)$: probabilidad de que haya eventos en un periodo t.

n : número de eventos.

λ : es la razón de ocurrencia por unidad de tiempo.

La ubicación en relación con las fallas, los rasgos geológicos y geotécnicos

regionales y características del lugar, y los grados de peligro sísmico establecidos determinarán la cantidad de amenaza que representa el movimiento del suelo para un edificio. La evaluación de los peligros de falla del sitio causados por condiciones geológicas y geotécnicas (ASCE 41 – 17).

El riesgo de sismo que es causado por los movimientos en el suelo se va a definir en términos de espectros de respuesta de aceleración o historial de aceleración. de los movimientos en el suelo, que se determinará basados en las probabilidades (ASCE 41 – 17).

2.2.4.1.NIVELES DE SISMO.

Según el ASCE 41 – 17, los niveles de sismicidad son definido por medio de la

TABLA N°2 Niveles de sismo

<i>NIVEL DE SISMICIDAD</i>	<i>S_{DS}</i>	<i>S_{D1}</i>
<i>Muy bajo</i>	<i>< 0.167g</i>	<i>< 0.67g</i>
<i>bajo</i>	<i>≥ 0.167g</i>	<i>≥ 0.67g</i>
	<i>< 0.33g</i>	<i>< 0.133g</i>
<i>moderado</i>	<i>≥ 0.33g</i>	<i>≥ 0.133g</i>
	<i>< 0.50g</i>	<i>< 0.20g</i>
<i>alto</i>	<i>≥ 0.50g</i>	<i>≥ 0.20g</i>

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017).

(SEGURIDAD BÁSICA ANTE SISMOS – 1E). Nivel de seguridad básica que puede ser usado con el propósito de comportamiento sísmico para los edificios construidas con anterioridad, se reconocen como un peligro de sismo con 20 % de

probabilidad de ser sobrepasada en 50 años, aunque no más grande que el nivel de sismo BSE – 1N de una zona específico. (ASCE 41 – 17)

(SEGURIDAD BÁSICA ANTE SISMOS – 2E). Nivel de seguridad básica que puede ser usado con el propósito de desempeño para edificios que ya existen, se reconocen como un peligro de sismo con 5% de probabilidad de ser sobrepasada en 50 años. (ASCE 41 – 17)

FIGURA N° 2
Objetivos de desempeño básico para estructuras existentes

		NIVELES DE DESEMPEÑO SISMICO				
		Ocupacion Inmediata (S-1)	Control de Daños (S-2)	Seguridad de Vida (S-3)	Seguridad Limitada (S-4)	Prevencion Al colapso (S-5)
NIVEL DE PELIGRO SISMICO	BSE-1E (20%/50años) Moderado T=225 años	●	●	●	○	○
	BSE-1N (10%/50años) Raro T=475 años	○	●	●	●	○
	BSE-2E (5%/50años) Muy raro T=975 años	○	○	●	●	●
	BSE-2N (2%/50años) Maximo sismo T=2475 años	○	○	○	○	○

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

Según la norma E.030 – 2018 la aceleración horizontal máxima sobre suelo rígido cuenta con un 10% de posibilidad de ser sobrepasada en 50 años, arrojando un período de retorno de 475 años, es la métrica con la que se expresa el riesgo sísmico en territorio nacional, según norma E.030 - 2018. Este factor se expresa en función de la aceleración de la gravedad.

TABLA N° 3
Factor de zona "Z" en el territorio nacional

FACTOR DE ZONA	
ZONA	Z
1	0.10
2	0.25
3	0.35
4	0.45

Fuente: (norma E.030, 2018).

Este factor es obtenido para el estrato rocoso por lo que se le afecta por el factor de suelo S para obtener la aceleración en la parte inferior de la estructura. Los tipos de suelo según la norma E.030. se definen como.

TABLAN°4
Valores del factor de suelo según la zona sísmica y el tipo de suelo

FACTOR DE SUELO (S)				
SUELO ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.8	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.8	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.8	1.00	1.2	1.40
Z_1	0.8	1.00	1.6	1.00

Fuente: (norma E.030, 2018).

TABLA N° 5
Valores de periodos T_p y T_l para los cuatro tipos de suelo

	PERFILES DE SUELO			
	S3	S2	S1	S0
$T_p(S)$	1.00	0.60	0.40	0.30
$T_l(S)$	1.60	2.00	2.50	2.00

Fuente: (norma E.030, 2018)

Para llevar a cabo la elaboración del espectro de respuesta, la norma E.030 – 2018

nos proporciona el multiplicador de ampliación sísmica “C” definido en tres tramos.

$$Si T < T_p, entonces C = 2.5 \dots\dots\dots(2)$$

$$Si T_p < T < T_l, entonces C = 2.5x(\frac{T_p}{T_l}) \dots\dots\dots(3)$$

$$Si T > T_l, entonces C = 2.5x(\frac{T_p \times T_l}{T^2}) \dots\dots\dots(4)$$

Para hallar el valor de la pseudoaceleración espectral “S_a” la norma brinda la siguiente fórmula.

$$S_a = ZxUxSxCxgSa \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

S_a: Aceleración espectral

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

C: Coeficiente de ampliación sísmica.

g: Aceleración de la gravedad.

2.2.5. COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LOS MATERIALES.

2.2.5.1. CONCRETO

Concreto no Confinado. El concreto no confinado tiene un buen desempeño en compresión, pero tiene poca resistencia a la tracción, lo que puede limitar su uso como material de construcción. El refuerzo de acero se utiliza para soportar tensiones y generalmente se instala como barras donde se esperan tensiones debido a trabajos de mantenimiento. La escasa resistencia a la tracción del hormigón provoca grietas, que luego son restringidas por el acero. (Rahu, 1992).

Concreto Confinado El concreto confinado se refiere a una técnica de diseño y construcción en la cual se coloca refuerzo adicional alrededor de elementos de concreto, como columnas, para mejorar su resistencia y comportamiento bajo cargas. El confinamiento se logra mediante el uso de barras de refuerzo (también llamadas estribos o espirales) que se colocan alrededor de la sección transversal del elemento de concreto. Las propiedades mecánicas de sus partes constituyentes se estudian de forma independiente. Estudios llevados a cabo por Chan Kent y Park (1971) y Mander et al. (1988), muestran que un adecuado confinamiento aumenta el desempeño de los elementos y aumenta las deformaciones, transformando el concreto en un material más dúctil.

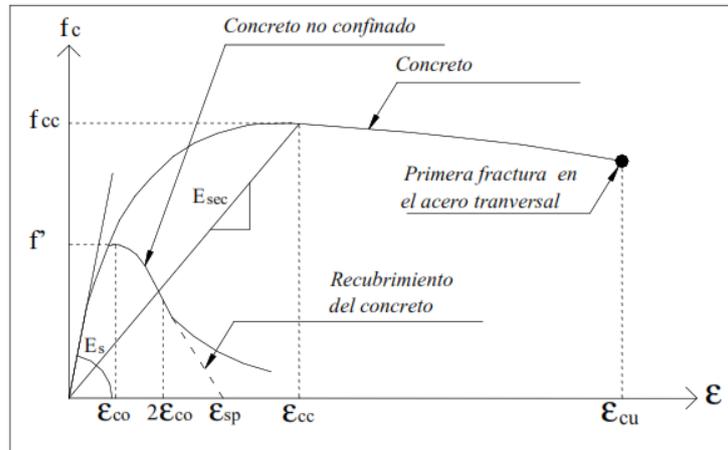
El acero transversal determina el grado de confinamiento porque aumenta gran medida el esfuerzo de compresión y la flexibilidad de deformación del concreto. Los factores que contribuyen a un sistema de confinamiento efectivo se discuten brevemente en las siguientes secciones.

Existen varios modelos que representan el comportamiento a compresión del concreto confinado, entre lo que destacan el siguiente.

Modelo de Mander et al. Fue propuesto por Mander et al. (1988), se define a través de una curva progresiva, y también se supone que el efecto del confinamiento aumenta no sólo el potencial de deformación del concreto sino también su esfuerzo de compresión máximo. Se utiliza para piezas circulares, rectangulares y/o cuadradas, Popovics (1973). Si el refuerzo de acero transversal se agrieta y no contiene un núcleo de concreto, las tensiones transversales en el núcleo pueden llegar a ser muy grandes, como lo predice la deformación unitaria última o de falla ϵ_{cu} del concreto de este modelo.

FIGURA N° 3

Comparación de los modelos tensión - deformación para un concreto simple y uno confinado



Fuente: Mander et al., 1988.

La gráfica es definida según las subsiguientes ecuaciones.

$$f_c = \frac{xr f_{cc}}{r-1+x^r} \dots \dots \dots (6)$$

$$x = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{cc}} \dots \dots \dots (7)$$

$$r = \frac{E_C}{E_C - E_{sec}} \dots \dots \dots (8)$$

$$\epsilon_{cc} = \epsilon_{co} \left[1 + 5 \left(\frac{f_{cc}}{f'c} - 1 \right) \right] \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

f_{cc} : máxima resistencia del concreto con confinamiento.

$f'c$: máxima resistencia del concreto no confinado.

ϵ_c : Deformación unitaria del concreto.

ϵ_{cu} : Deformación última unitaria del concreto.

ϵ_{co} : Deformación para la resistencia máxima del concreto

ϵ_{sp} : Deformación última unitaria asociada al recubrimiento del concreto.

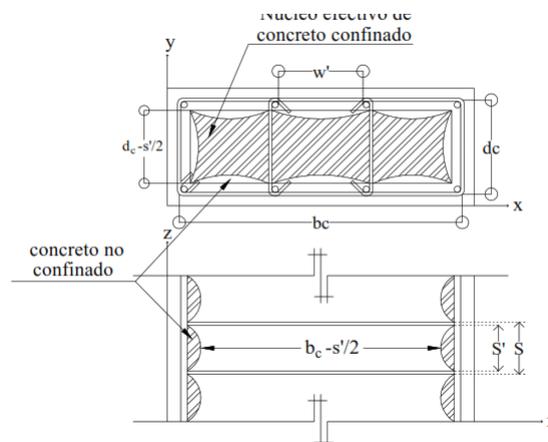
ϵ_{cc} : Deformación unitaria del concreto simple, asociada al esfuerzo máximo confinante.

E_C : Módulo de elasticidad del concreto sin confinar.

E_{sec} : Módulo secante del concreto sin confinar asociado al máximo esfuerzo confinante. La máxima resistencia a la compresión f_{cc} depende de la fuerza de confinamiento lateral efectiva (f_{le}), y de la clase de estribo utilizada para confinar el elemento.

FIGURA N°4

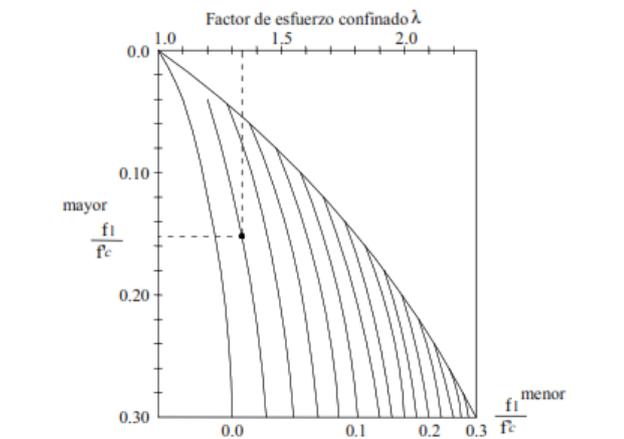
Núcleo efectivo de concreto con confinamiento para una selección de geometría rectangular



Fuente: Mander et al., 1988.

FIGURA N° 5

Factores de confinamiento para elementos cuadrados y rectangulares



Fuente: Mander et al., 1988.

2.2.5.2. ACERO DE REFUERZO.

Debido a su alta resistencia a la tensión, este material se utiliza principalmente durante el diseño para resistir las fuerzas de tensión provocadas por el refuerzo del concreto. Además, normalmente se utiliza refuerzo de compresión longitudinal para permitir que el hormigón resista altas fuerzas de compresión, aunque esto requiere que el acero sea mayoritariamente resistente a la flexión.

Modelo de Park y Paulay. Park y Paulay (1975) propusieron que si ϵ_{sh} es la deformación unitaria inicial en la que comienza el endurecimiento del material y ϵ_{su} se representa como la deformación unitaria final en la que cesa el endurecimiento, entonces el intervalo $\epsilon_{sh} \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{su}$, define la zona de transición deformación-endurecimiento.

La siguiente ecuación se puede utilizar para calcular el valor de los esfuerzos (f_s) realizados en el área de endurecimiento debido a la deformación.

$$f_s = \left[\frac{mu + 2}{60u + 2} + \frac{(60 - m)u}{2(30r + 1)^2} \right] f_y \dots \dots \dots (10)$$

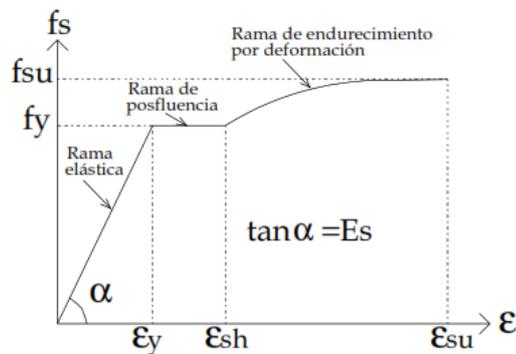
Las siguientes ecuaciones se pueden emplear para el cálculo de los parámetros m, r y directamente a partir de pruebas experimentales

$$m = \left[\frac{\frac{f_{su}}{f_y} (30r + 1)^2 - 60r - 1}{15r^2} \right] f_y \dots \dots \dots (11)$$

$$r = \epsilon_{su} - \epsilon_{sh} \dots \dots \dots (12)$$

$$u = \epsilon_{su} - \epsilon_{sh} \dots \dots \dots (13)$$

FIGURA N° 6
Curva completa del modelo tensión - deformación del acero sometido a tracción



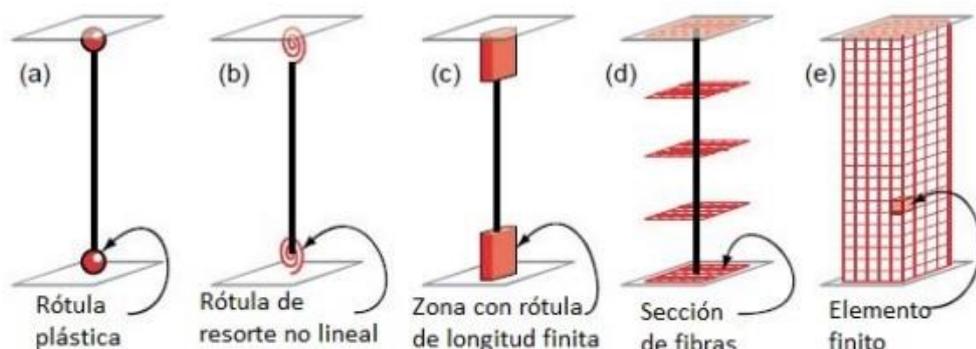
Fuente: Park et al., 1988.

Las características mecánicas de interés se pueden determinar midiendo su curva de tensión-deformación, debido a lo cual en la siguiente sección se explican los modelos analíticos más populares del momento.

MODELOS NO LINEALES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

EL desempeño no lineal de los elementos se modela con algo muy simple como una rótula plástica de un solo grado de libertad, hasta lo más avanzado y complejo como es el modelo tridimensional de elementos finitos mostrado en la figura siguiente. (American Society of Civil Engineers, 2017)

FIGURA N° 7
Modelos no lineales elementos estructurales



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

2.2.5.3. RÓTULAS PLÁSTICAS.

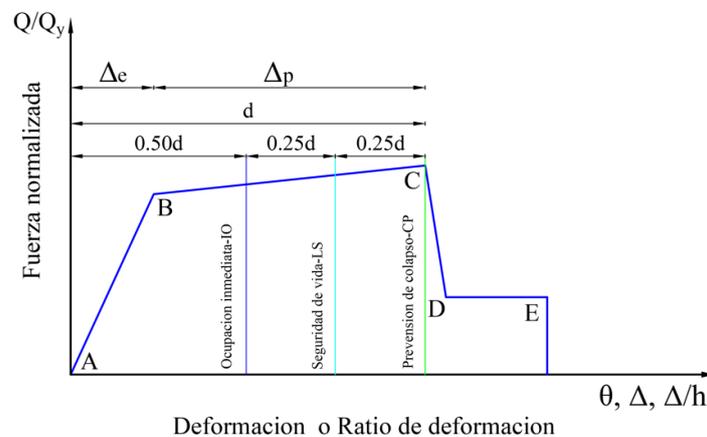
Conocidas también como puntos de plasticidad concentrada, son mecanismos que se ubican en puntos específicos de las unidades estructurales que debido a que en zona específica los materiales incursionan en el rango inelástico son capaces de disipar energía logrando así la redistribución de acciones en la estructura global (American Society of Civil Engineers, 2017).

A la distancia entre el extremo de un elemento y el lugar donde se presenta la rótula plástica se le conoce como longitud plástica siendo esta aproximadamente dos veces el peralte del elemento estructural. (ASCE 41-17)

Para el análisis estático no lineal es menester precisar la forma y el comportamiento de los puntos de plasticidad concentrada, debido a que en relación a estas se va disminuyendo progresivamente la rigidez de las secciones y en general de la estructura permitiendo de esta manera conocer la curva de capacidad de la estructura. (ASCE 41-17)

Para la definición de estas rótulas plásticas el ASCE 41-17 establece las curvas de fuerza vs deformación o momento rotación que establece puntos de control necesarios para su construcción tal como se indica en la figura siguiente

FIGURA N° 8
Diagrama carga vs deformación para rotulas plásticas



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

2.2.6. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

El propósito del análisis estático de no linealidad, considera la deformación de los materiales en donde los edificios son sometidos a cargas laterales por sismos. el objetivo principal del análisis estático no lineal es verificar el comportamiento de la estructura en el rango no lineal para proporcionar una representación más precisa de la situación. (ASCE 41 – 17).

Existen varios procedimientos para realizar el análisis estático no lineal, como el método de desplazamiento de los coeficientes (ASCE 41-17) que el análisis estático que consta de dos pasos básicos el primer paso consiste en determinar un sistema equivalente de un grado de libertad por medio de la curva capacidad obtenida en el análisis estático no lineal Pushover (AENL) el segundo paso consiste en la representación de la demanda sísmica en términos de espectro de respuesta elástica sobre amortiguada (CSM) o en términos de espectro de diseño inelástico (DCM y N2). El desplazamiento máximo se determina a través del llamado. punto de desempeño. Como indicador del nivel de daño en la estructura. (ASCE 41-17)

Esta técnica utiliza una sucesión de análisis de series elásticas que se sobreponen para producir una representación gráfica de la curva de capacidad. Dicho de otra manera, esta curva relaciona los desplazamientos en los niveles de la parte superior de la estructura (d) con las fuerzas en los pisos de la parte inferior del edificio (V). (ASCE 41-17)

2.2.6.1.BASES DEL PROCEDIMIENTO.

Si se elige un enfoque estático no lineal para llevar a cabo el análisis sísmico de una edificación, será necesario crear un modelo matemático que pueda incorporar de forma directa las características no lineales de la carga: la deformación de los elementos individuales de la edificación cuando se someten a fuerzas laterales crecientes, que implica a las cargas de inercia durante un movimiento telúrico, más allá de un umbral

predeterminado. Los procesos de análisis y modelado matemática deben satisfacer con los estándares establecidos más adelante (American Society of Civil Engineers, 2017)

2.2.6.2. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y MODELADO.

Según (American Society of Civil Engineers, 2017) las consideraciones de análisis y modelado son las siguientes.

Requerimientos generales.

Selección del nodo de control, selección de los patrones de carga sísmica, cálculo del periodo efectivo. La razón entre la fuerza de corte en la base con traslación lateral del punto de control debe oscilar dentro del intervalo de 0% a 150% del desplazamiento previsto, δt . En el modelo matemático para combinaciones con cargas sísmicas, también se deben tener en cuenta las componentes de gravedad. En cada dirección de análisis, las fuerzas sísmicas deben aplicarse tanto positiva como negativamente, y el análisis debe utilizar el máximo efecto sísmica. (American Society of Civil Engineers, 2017)

Para tener en cuenta la fuerza de deformación en toda la longitud, el modelo de análisis debe sincretizarse. En el modelo serán incluidos los componentes primarios y secundarios.

Desplazamiento del nodo de control. El punto de control se debe colocar en el punto medio de la masa del entrepiso. Si el modelo matemático debe tener en cuenta fuerzas sísmicas específicas, se debe determinar la traslación del nodo de control. (American Society of Civil Engineers, 2017)

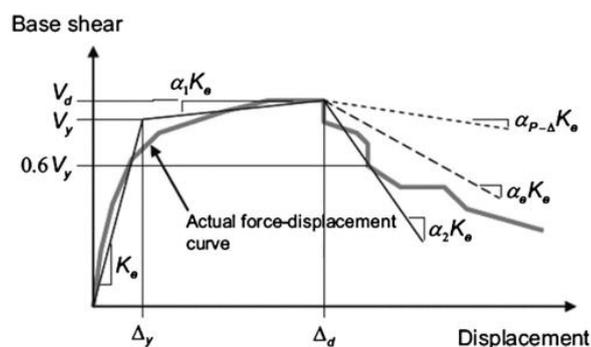
Distribución de carga lateral. Las cargas que se aplicaran lateralmente deben tenerse en cuenta en el modelo matemático para que el diafragma de cada piso tenga una carga proporcional a su masa. Para asegurar una estructura equilibrada, estas cargas deben distribuirse verticalmente de manera equivalente al primer modo fundamental de

vibración en cada una de las orientaciones de análisis. (American Society of Civil Engineers, 2017).

Idealización de la curva fuerza – desplazamiento. Se puede observar en la

FIGURA N°9, que se puede calcular una relación ideal utilizando la rigidez lateral efectiva del edificio, K_e , y el esfuerzo de fluencia lateral efectivo, V_y , para reemplazar la relación fuerza -desplazamiento no lineal entre la fuerza de corte en la base y la traslación del nodo de control.

FIGURA N° 9
Curva idealizada fuerza - desplazamiento



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

La primera sección recta de la gráfica trilineal empieza en el punto de origen y cuenta con una pendiente equivalente a la rigidez lateral efectiva, K_e . Esta se puede utilizar como la rigidez secante obtenida para una fuerza de corte en la base equivalente al 60% de la fluencia efectiva de la estructura V_y , pero esta fuerza debe ser menor que la cortante máxima basal. (American Society of Civil Engineers, 2017)

La pendiente post - fluencia positiva ($\alpha_1 K_e$), está representada por el segundo segmento de la línea, que se encuentra ubicando en la coordenada (V_d, Δ_d) y el punto en el cruce con el primer tramo de la línea de modo que las zonas por arriba y por la parte inferior de la curva son iguales de forma aproximada.

El último tramo de la línea representa la pendiente negativa detrás del límite

elástico ($\alpha 2Ke$), que se establece por el último punto de la pendiente positiva detrás del límite elástico ($Vd, \Delta d$) y la coordenada en el cual la fuerza de corte en la base se degrada al 60% de su valor efectivo.

Determinación del periodo. Usando la gráfica de fuerza-desplazamiento idealizada previamente definida, podemos determinar el período fundamental a lo largo de la dirección en consideración usando la ecuación correspondiente.

$$T_c = T_i \sqrt{\frac{K_i}{k_e}} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

T_i : Periodo elástico fundamental (en segundos) en la orientación de análisis considerado obtenido por el análisis dinámico lineal.

K_i : Rigidez elástica lateral del edificio en la orientación de análisis elegida.

Ke : Rigidez efectiva lateral del edificio en la orientación de análisis elegida.

2.2.6.3. DETERMINACIÓN DE FUERZAS, DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES.

Requerimientos generales.

Se puede utilizar ECUACION 16 o un proceso avalado que tome en consideración la respuesta no lineal del edificio para determinar el desplazamiento deseado δt , para edificios con diafragma rígido en cada piso.

La estructura flexible debe tenerse en cuenta implícitamente en el diseño de las construcciones con diafragmas no rígidos. La traslación lateral se fijará de la misma forma que para los diafragmas rígidos, con el añadido de que se ampliará por la razón entre la mayor traslación lateral en cualquier punto del entrepiso y la mayor traslación lateral en el centro de masa del entrepiso ($\delta max/\delta cm$), δmax y δcm El análisis se va a basar en el

espectro de respuesta de un modelo de construcción en tres dimensiones. Sin embargo, el desplazamiento resultante no será menos que la prevista por la ECUACION 16. Las líneas verticales de la estructura sísmica no se evaluarán para desplazamientos menores que el desplazamiento previsto. (ASCE 41-17)

En cambio, para los edificios con diafragma flexible, se debe determinar un propósito de desplazamiento para cada línea vertical de la estructura sísmica del edificio, y las masas del edificio se deben distribuir a lo largo de estas líneas de acuerdo con su parte proporcional del área total del edificio. (ASCE 41-17)

Desplazamiento del nodo de control.

El desplazamiento previsto δt , en cada nivel se debe calcular por medio de la siguiente ecuación.

$$\delta t = C_0 C_1 C_2 S_a T e^{2.4\pi} g \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

S_a: Aceleración del espectro de respuesta para el periodo fundamental efectivo y relación de amortiguamiento de la edificación en cada una de las direcciones de análisis.

g: Aceleración de la gravedad.

C₀: Un factor de alteración calculado utilizando uno de los siguientes métodos que correlaciona la traslación lateral espectral de un solo grado de libertad (SDOF)

El multiplicador de masa participativa del primer modo que se multiplica por la coordenada del primer modo en el punto de control. (ASCE 41-17)

Los valores apropiados según la Tabla 10; o el multiplicador de aportación de masa obtenida usando un vector de forma respectivo a la deformación de la construcción para el desplazamiento previsto que se multiplica por la ordenada del vector de forma de nodo de control. (ASCE 41-17)

TABLA N° 6
Valores para el factor de modificación C_0

Número de Pisos	Patrón de carga triangular	Patrón de carga uniforme	Cualquier otro patrón
1.00	1.00	1.00	1.00
2.00	1.20	1.15	1.20
3.00	1.20	1.20	1.30
5.00	1.30	1.20	1.40
10+	1.30	1.20	1.50

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

C_1 : Factor de cambio relacionado al máximo desplazamiento inelástico previsto y obtenido para la respuesta elástica lineal obtenido por medio de la ECUACIÓN 17,

Para periodos inferiores a 0.2 s, C_1 no necesita ser considerado mayor que el valor En $T=0.2s$.

Para periodos superiores a 1.0s, $C_1 = 1$.

$$C_1 = 1 + \frac{\mu_{strenght}}{aT_e^2} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

a : Coeficiente de lugar.

$a = 130$ para clase A y B.

$a = 90$ para clase C.

$a = 60$ para clase D, E o F.

T_e : Periodo fundamental efectivo de la estructura en la orientación de análisis.

$\mu_{strenght}$: Razón entre el esfuerzo elástico y el esfuerzo de fluencia. Este coeficiente se calcula según LA ECUACION 19.

C_2 : Factor de cambio que muestra el efecto de pinchado de la forma histerética, de la degradación de la rigidez cíclica y debilitamiento de la resistencia en el desplazamiento máximo obtenido a través de la ECUACIÓN 18. Para periodos

mayores a 0.7 s, $C_2=1.0$.

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left(\frac{\mu_{strength}^{-1}}{T_e} \right)^2 \dots \dots \dots (18)$$

La razón de resistencia $\mu_{strength}$ se debe calcular usando la ecuación 19

$$\mu_{strength} = \frac{S_a}{\frac{V_y}{W}} * C_m \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

S_a : Se define líneas arriba.

V_y : Esfuerzo de fluencia de la edificación calculada en la orientación del análisis utilizando resultados de curvas de fuerza vs desplazamiento no lineales idealizados.

W : Peso sísmico efectivo.

C_m : Coeficiente de masa efectiva. Alternativamente C_m es posible considerarlo como la relación de contribución de masa modal efectiva para modo fundamental calculada usando eigenvalores. C_m asume el valor de 1 si el periodo fundamental es superior a 1.0 s.

Para los edificios con rigidez posterior a la fluencia con pendiente negativa, μ_{max} puede ser calculado con la Ecuación 20.

$$\mu_{max} = \frac{\Delta_d}{\Delta_y} + \frac{|a_e|^{-h}}{4} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

Δ_d : El mínimo desplazamiento previsto, δt , o el desplazamiento respectivo a la cortante basal máxima que se define por medio de la FIGURA N° 9.

Δ_y : Desplazamiento en el esfuerzo de fluencia efectivo que se define por medio de la FIGURA N° 9

$$h: 1 + 0.15 \ln(T_e)$$

α_e : gradiente post – fluencia negativa y puede ser obtenida con la Ecuación 21.

$$\alpha_e = \alpha_{p-\Delta} + \lambda(\alpha_2 - \alpha_{p-\Delta}) \dots \dots \dots (21)$$

Donde:

α_2 : Pendiente post – fluencia negativa que se define por medio de la FIGURA N° 9.

Esta razón incorpora los efectos $P - \Delta$ por cada ciclo.

$\alpha_{p-\Delta}$: Pendiente negativa causada por los efectos $P - \Delta$.

λ : Factor de efecto de campo cercano.

= 0.8 si $Sx1 \geq 0.6$ para BSE – 2N.

= 0.2 si $Sx1 \leq 0.6$ para BSE – 2N.

TABLA N° 7
Valores para el factor de modificación C_0

N° de pisos	Pórticos de concreto	Muros de corte	Pórtico s de acero	Pórticos concéntricos de acero	Pórticos excéntricos de acero	Otros
1-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 o mas	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00

Nota: Cm puede tomarse como 1.0 si el periodo fundamental en la dirección de análisis es mayor que 1.0 s

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

2.2.6.4. PAUTAS PARA DETERMINAR LA APLICABILIDAD DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

Según (American Society of Civil Engineers, 2017) existen dos características, el cual deben cumplir las estructuras para que les sea aplicable el proceso del análisis estático no lineal.

1. Si la ratio $\mu_{strenght}$ obtenido según la Ecuación 19 es menor a la ratio μ_{max} calculado según la Ecuación 21, caso contrario se aplica el método dinámico no lineal.

2. Si los efectos de los modos superiores no son significantes esto se determina de la siguiente manera: Se realiza un análisis modal de respuesta espectral considerando los modos suficientes para excitar más del 90 por ciento de la masa participativa, después se

lleva a cabo otro análisis modal utilizando solo el primer modo de vibración, luego se tiene que si la cortante resultante en cualquier piso calculada para los modos que excitan más del 90 % es mayor en 130% a la cortante calculada usando solo el primer modo de vibración entonces se considera insignificantes a los modos superiores y procede el análisis estático no lineal. (ASCE 41-17)

2.2.6.5. SECTORIZACIÓN DE LA CURVA CAPACIDAD.

Según (Structural Engineers Association of California, 1995) Si se conoce la traslación lateral que pertenece al punto de la fluencia en la edificación, se puede dividir la curva de capacidad en sectores que definen los niveles de comportamiento de la estructura.

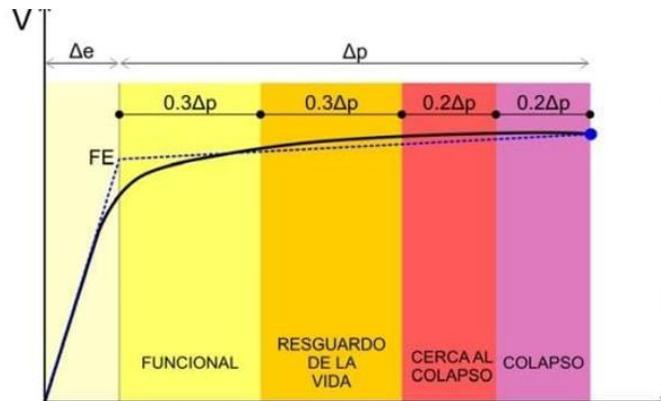
TABLA N° 8
Niveles de desempeño y rangos de desplazamiento para la sectorización de la curva de capacidad

NIVEL DE DESEMPEÑO	RANGO DE DESPLAZAMIENTO
ocupación inmediata (s-1)	0 a ΔFE
control de daños (s-2)	ΔFE a $(\Delta FE + 0.30\Delta P)$
seguridad de vida (s-3)	$(\Delta FE + 0.30\Delta P) - (\Delta FE + 0.60\Delta P)$
seguridad reducida (s-4)	$(\Delta FE + 0.60\Delta P) - (\Delta FE + 0.80\Delta P)$
prevención del colapso (s-5)	$(\Delta FE + 0.80\Delta P) - \Delta P$

ΔFE : Desplazamiento del punto de fluencia efectiva.
 ΔP : Rango plástico.

Fuente: (Structural Engineers Association of California, 1995).

FIGURA N° 10
Sectorización de los niveles de desempeño sobre la base de desplazamiento inelástico obtenido de la estructura



Fuente: (SEAOC, 2000 Tomada de SEAOC Visión 2000, 1995).

3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1. HIPOTESIS

EL nivel de desempeño sísmico de un edificio comercial - hospedaje de 5 niveles en la ciudad de Jaén frente a diferentes peligrosidades sísmicas para un sismo moderado de ocupación inmediata S1, para un sismo raro de control de daños S2, para un sismo muy raro, de seguridad de vida S3, y para un máximo sismo de seguridad reducida S4.

3.2.VARIABLES

3.2.1. Variable Independiente (V.I)

Peligrosidad sísmica

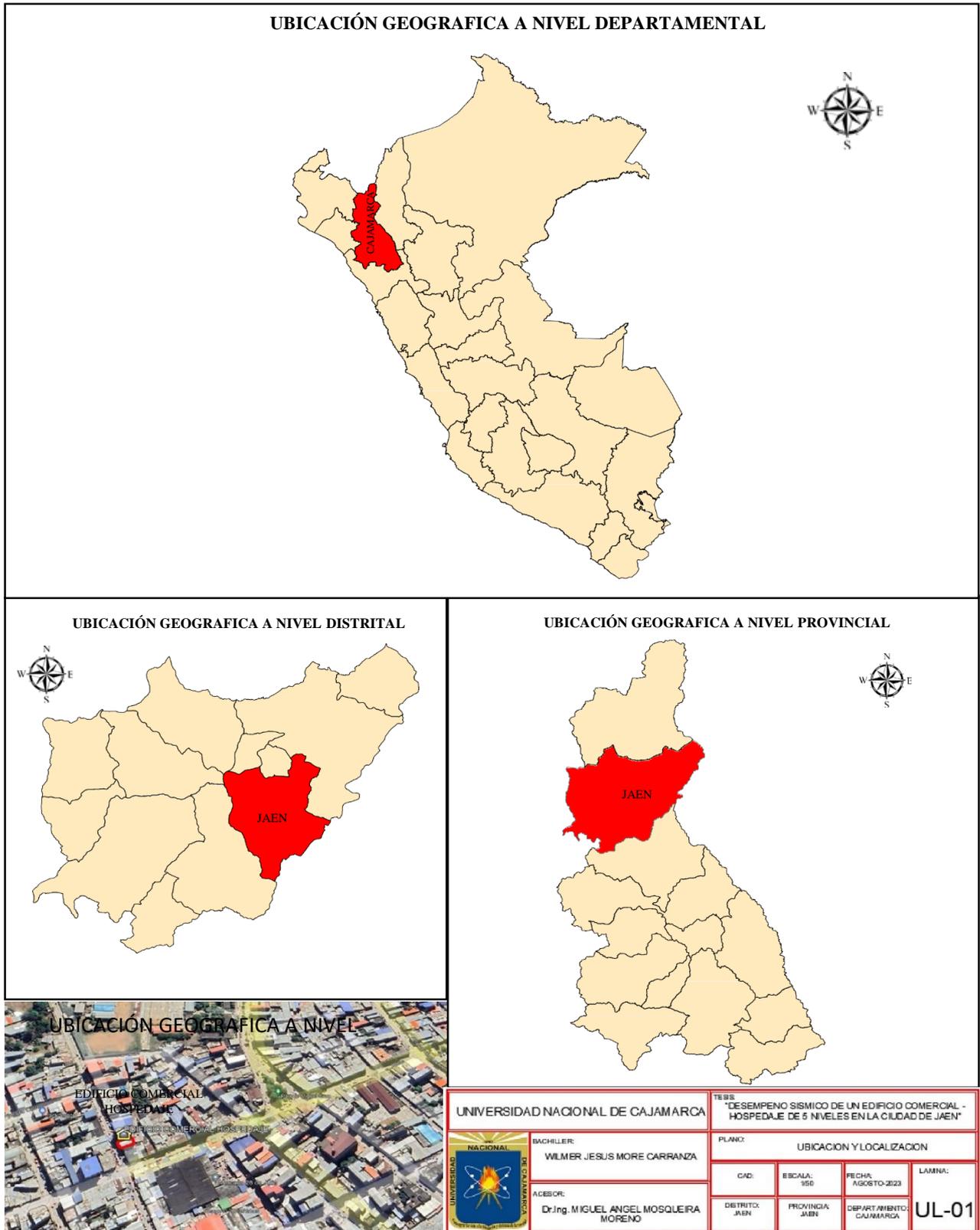
3.2.2. Variable Dependiente (V.D)

Desempeño sísmico

3.3.UBICACIÓN GEOGRAFICA

El proyecto de esta investigación del edificio comercial – hospedaje de 5 niveles Está ubicado en el departamento de Cajamarca; provincia de Jaén; distrito de Jaén Entre las calles: ejército y Iquitos. Como se aprecia en la Figura 11

FIGURA N° 11
Ubicación geográfica del edificio



Fuente: Elaboración propia (ubicación geográfica)

FIGURA N° 12
Ubicación geográfica a nivel local



Fuente: Elaboración propia

El edificio comercial - hospedaje se encuentra ubicado, en la intercepción de las calles: ejercito e Iquitos, del sector pueblo nuevo, a dos cuadras del parque Grau.

3.4. METODOLOGIA.

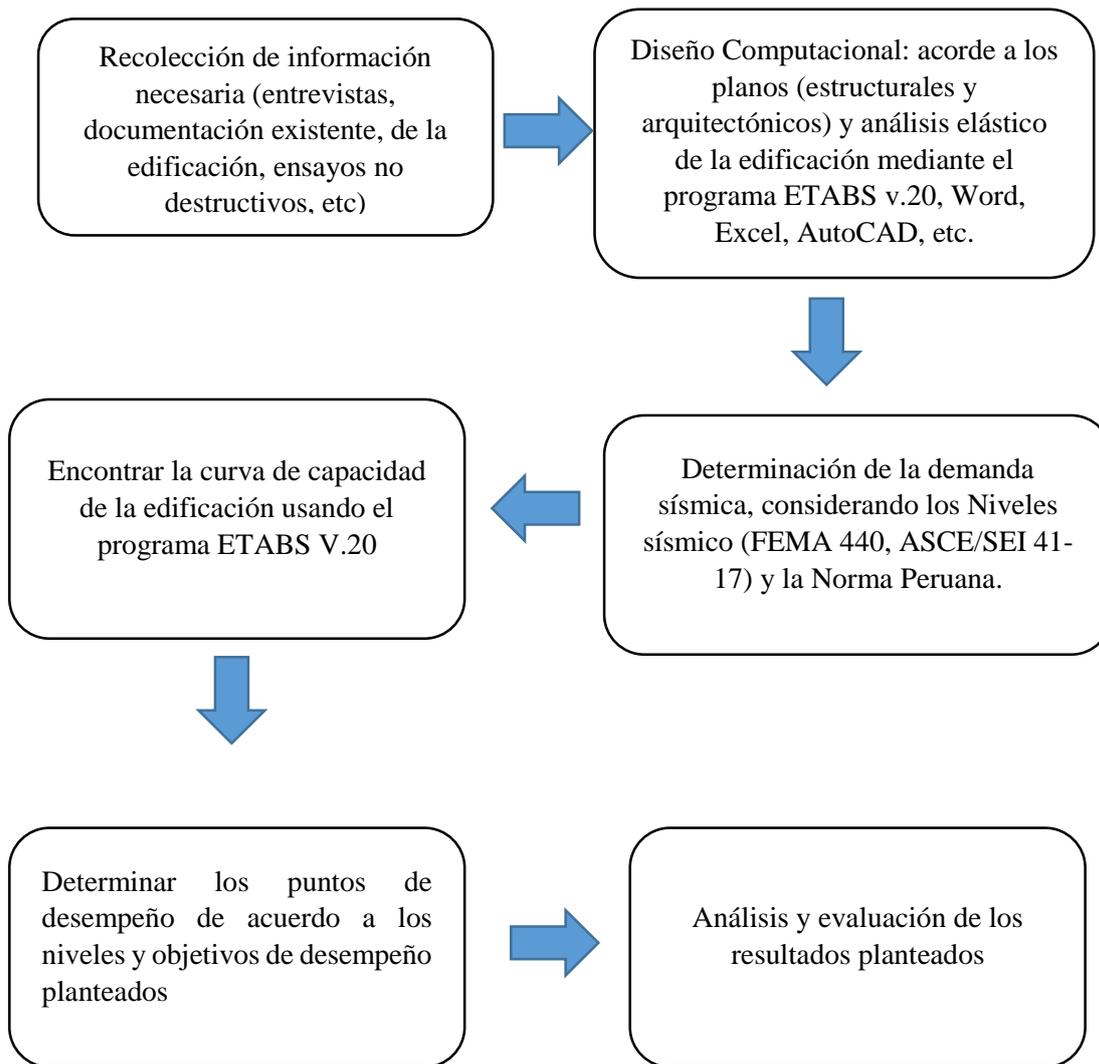
3.4.1. TIPO DE ESTUDIO

Investigación aplicada, descriptiva, no experimental y cuantitativa.

3.4.2. DISEÑO

El diseño de esta tesis es de tipo descriptivo

El diseño de esta investigación sigue de acuerdo al diagrama



3.5. POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS

3.5.1. POBLACION

La población está conformada por todos los edificios tipo comercial - hospedaje de 5 niveles en el sector pueblo nuevo de la ciudad de Jaén.

3.5.2. MUESTRA

Muestra es el edificio comercial- hospedaje de 5niveles. El modelo de muestreo es no probabilístico por conveniencia o intencional

3.5.3. UNIDAD DE ANALISIS

La edificación

3.6.TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

TABLA N° 9
Técnicas e instrumentos

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Recolección de datos	Memoria descriptiva del Proyecto Memoria de cálculo del proyecto Planos arquitectónicos y estructurales
Ensayos no destructivos	Esclerómetro
Análisis y recopilación documental	Guías, libros, fichas, revistas, artículos científicos, normas nacionales e internacionales
Modelamiento matemático del edificio (método de los coeficientes)	Computacional como. (software Etabs V.20, Excel, Word, Matlab, AutoCAD)

Fuente: Elaboración propia.

3.7.TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

Los métodos de análisis serán:

Cuantitativas: al realizar los estudios, análisis y cálculos se obtendrá datos cuantificables, por el cual se analizará y evaluará los datos obtenidos, mediante software tales como: ETABS V.20, MATLAB, EXCEL, AutoCAD

Cualitativas: este método se empleará para la interpretación de los datos, para precisar las propiedades y rasgos encontrados en los resultados

3.7.1. DESCRIPCION DEL EDIFICIO

ARQUITECTURA

La edificación comercial hospedaje de 5 niveles cuenta con las siguientes distribuciones; en el primer nivel está ubicado un local comercial y servicios higiénicos haciendo un área de 122.50m², en el segundo nivel cuenta con 2 habitaciones con sus respectivos servicios higiénicos; un departamento; recepción y su hall. Haciendo un área de 122.50m²; en el tercer; cuarto y quinto nivel cuenta con 5 habitaciones cada habitación con su servicio higiénico con un área de 122.50 por piso.

ESTRUCTURA

La cimentación está conformada por zapatas corridas; zapatas aisladas y vigas de cimentación. La estructura de sistema dual Está conformada por cuatro tipos de columnas; una placa y cuatro tipos de vigas. El aligerado es de 20cm² de espesor y las viguetas de 12.5cm de ancho.

3.7.2. CARACTERISTICA DE LOS MATERIALES

De acuerdo a los planos y ensayos con esclerómetro se describen las propiedades de los materiales.

3.7.2.1. PROPIEDADES MECANICAS

➤ ACERO DE REFUERZO

Esfuerzo de fluencia $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Carga ultima $F_u = 6300 \text{ kg/cm}^2$

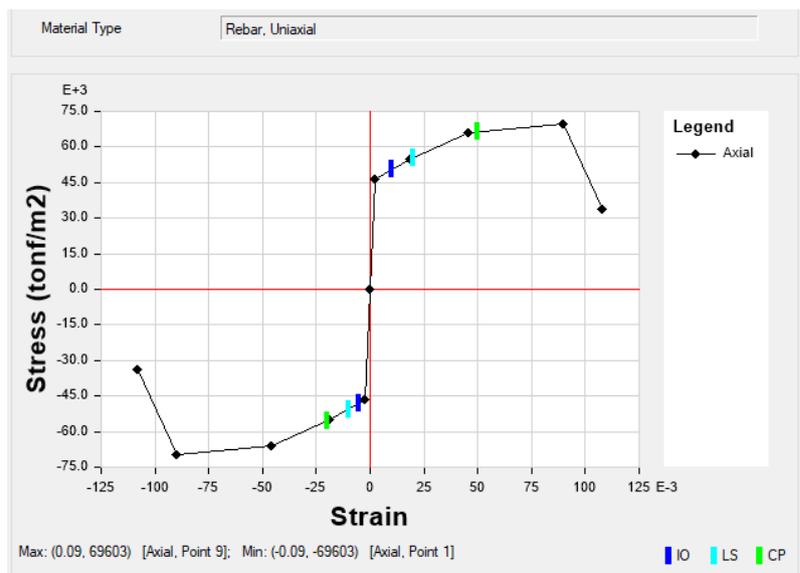
Coefficiente de poisson $\mu = 0.30$

FIGURA N° 13
Acero de refuerzo modelo de Parker

General Data	
Material Name	ACERO FY=4200kg/cm2
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7.8 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.795379 tonf-s ² /m ⁴
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	20000000 tonf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C
Design Property Data	
Modify/Show Material Property Design Data...	
Advanced Material Property Data	
<input type="button" value="Nonlinear Material Data..."/>	<input type="button" value="Material Damping Properties..."/>

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 14
Curva del acero de refuerzo modelo de Parker



Fuente: Elaboración propia (curva de acero modelo Parker)

➤ **CONCRETO**

TABLA N° 10
Resistencia del concreto

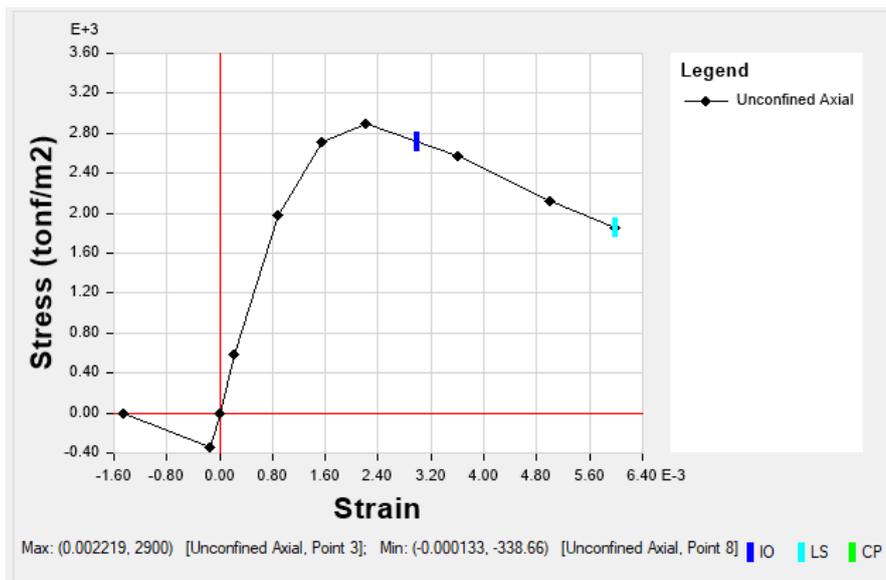
RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c (kg/cm ²)		
ELEMENTO	PLANOS	ESCLEROMETRO
VIGAS	210	290
COLUMNAS	210	290
PLACAS	210	290

Fuente: Elaboración Propia (Resistencia del concreto)

Coefficiente de poisson $\mu=0.15$

Concreto confinado se utilizó el modelo de mander et al

FIGURA N° 15
Curva de concreto modelo de mander et al



Fuente: Elaboración Propia (curva del concreto modelo mander et al)

3.7.3. METRADO DE CARGAS

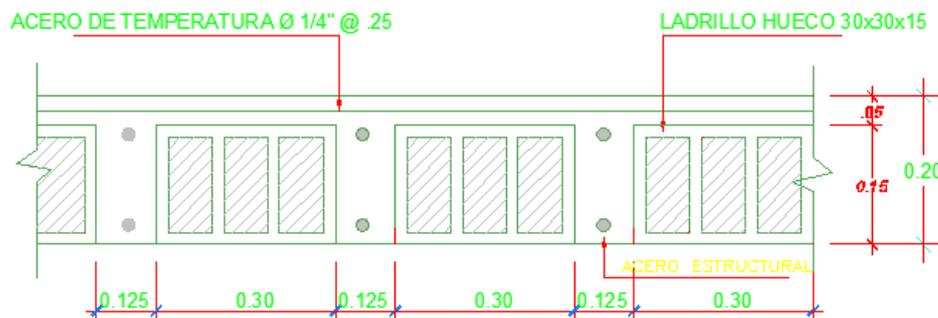
➤ CARGA MUERTA (WD)

De acuerdo a los parámetros de la NTP E-020 (2018) y sus respectivas dimensiones.

El programa etabs cuantifica la cantidad de peso de cada elemento. Por lo tanto, se medrara las cargas que el programa no cuantifica, como acabados de pisos, cielo raso, muros de tabiquería, revestimientos o cualquier otro elemento

✓ Medrado de carga sobre las losas aligeradas $h=20\text{cm}$

FIGURA N° 16
Aligerado $h=20\text{cm}$



Fuente: Elaboración Propia (losa aligerada)

Medidas de ladrillo de techo 15cm de 8 huecos

Ancho $A=30.00\text{cm}$

Largo $L=30.00\text{cm}$

Espesor $e=15.00\text{cm}$

Peso $P=7.60\text{kg/und}$



Peso de losa por m^2 (p_e)

$P_e=0.05\text{m} \times 2400\text{kg}/\text{m}^3=120\text{kg}/\text{m}^2$

Peso de vigueta por ml (P_v)

$$P_v = 0.0187 \text{ m}^3 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 135 \text{ kg/m}^2$$

Peso del ladrillo por m2 (Pl)

$$P_l = 7.84 \text{ und/m}^2 * 7.60 \text{ kg/und} = 59.58 \text{ kg/m}^2$$

Peso del cielo raso de 2cm por m2 (tartajeó con mortero cemento – arena) (Pc)

$$P_c = 0.02 \text{ m} * 2000 \text{ kg/m}^3 = 40 \text{ kg/m}^2$$

Peso de acabados por m2 (Pa)

$$P_a = 0.05 \text{ m} * 2000 \text{ kg/m}^3 = 100 \text{ kg/m}^2$$

Peso total de losa aligerada WT

$$W_T = P_e + P_v + P_l + P_c + P_a = 120 \text{ kg/m}^2 + 135 \text{ kg/m}^2 + 59.58 \text{ kg/m}^2 + 40 \text{ kg/m}^2$$

$$+ 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_T = 454.58 \text{ kg/m}^2$$

✓ **Metrado tabiquería en vigas y losa**

TABLA N° 11
Metrado de tabiquería

Descripcion	Espesor (m)	Altura (m)	peso específico de albañilería kg/m ³	carga distribuida kg/m
segundo ,tercer, cuarto y quinto nivel				
vigas principales	0.125	2.38	1350	401.63
vigas principales	0.125	2.48	1350	418.5
vigas secundarias y vigas chatas	0.125	2.78	1350	469.13
Viguetas o losa	0.125	2.78	1350	469.13

Fuente: Elaboración Propia (metrado tabiquería en vigas y losa)

✓ **Metrado en voladizo**

TABLA N° 12
Metrado en voladizo

Descripcion	Longitud (m)	Aligerado (kg/m)	Acabados (kg/m)	Tabiquería (kg/m)	Carga distribuida (kg/m)
voladizo	0.5	227.3	50	234.56	511.87

Fuente: Elaboración Propia (Metrado en voladizo)

➤ **CARGAS VIVAS**

De acuerdo a la N.T.P E.020 plantea una serie de cargas vivas para diferentes ambientes de usos entre las cuales se mencionan en la tabla

✓ **Cargas vivas para el local comercial**

$$Wl=500\text{kg/m}^2$$

✓ **Cargas vivas para cuartos y departamentos**

$$Wc=200\text{kg/m}^2$$

✓ **Carga viva para el voladizo**

$$Wv1=0.5\text{m}\cdot 200\text{kg/m}^2= 100\text{kg/m}$$

TABLA N° 13
Cargas vivas para diferentes usos RNE E.020

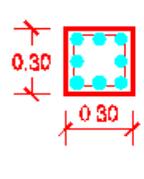
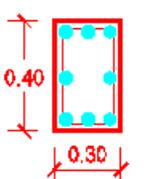
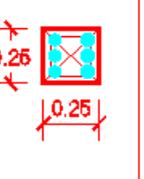
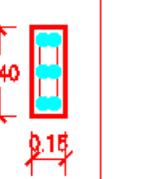
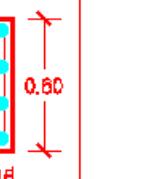
OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS kg/m²
Hoteles	
Cuartos	200
Salas publicas	de acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	500
Corredores y escaleras	400
Lugares de asamblea	
con asientos fijos	300
con asientos moviles	400
salones de baile, restaurantes, museos gimnasios y vestibulos de teatros y cines	400
Corredores y escaleras	500

Fuente: Elaboración Propia (Cargas Vivas)

3.7.4. SECCIONES Y ELEMENTOS

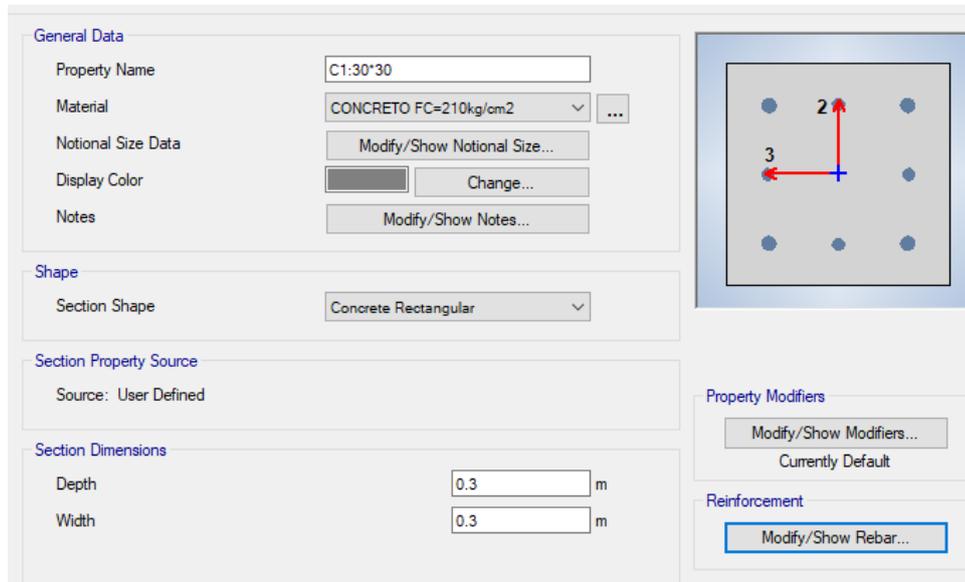
➤ COLUMNAS

FIGURA N° 17
Cuadro de columnas

CUADRO DE COLUMNAS					
	C1	C2	C3	PL1	PL2
					
REFUERZO	4Ø3/4" 4Ø5/8"	4Ø3/4" 4Ø5/8"	6Ø1/2"	6Ø1/2"	8Ø1/2"
ESTRIBOS 2@.05, 3@.10, RTO@.20					

Fuente: Elaboración propia (Cuadro de Columnas)

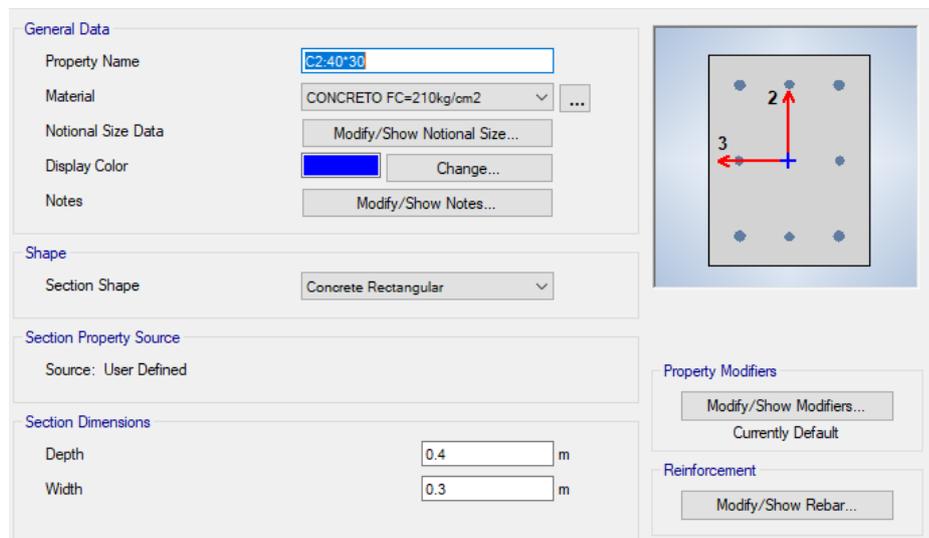
FIGURA N° 18
Columna C₁=30cmx30cm



Fuente: Elaboración propia (columna C1)

Este tipo de columnas C1 de forma cuadrada de 30cm por 30cm, la estructura conforma un total de 5 columnas distribuidas de manera perimetral

FIGURA N° 19
Columna C₂=30cmx60cm



Fuente: Elaboración propia (columna C2)

Este tipo de columnas C2 de forma rectangular de 40cm en el eje x y 30cm en el eje y, también existen de manera inversa 30cm en el eje x y de 40cm en eje y, haciendo un total de 12 columnas. Distribuidas de manera perimetral y central

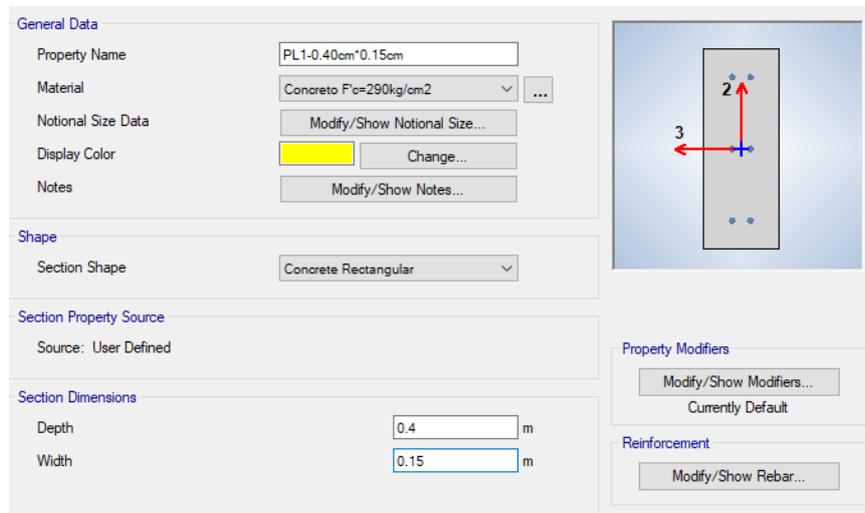
FIGURA N° 20
Columna C₃=25cmx25cm



Fuente: Elaboración propia (columna C3)

Este tipo de columnas C3 de forma cuadrada de 20cm por 20cm, la estructura contiene una columna de este tipo distribuido de forma perimetral

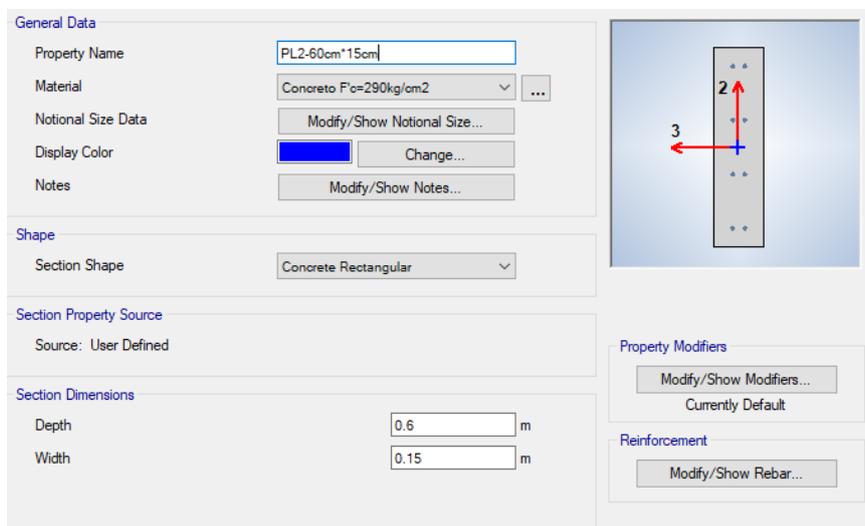
FIGURA N° 21
Columna PL-1 40cmx15cm



Fuente: Elaboración propia (columna PL-1)

Este tipo de columnas PL-1 de forma rectangular de 40cm en el eje x y de 15cm en el eje y de manera inversa de 15cm en el eje x y de 40cm en el eje y, siendo un total de dos columnas. Distribuidas de manera perimetral

FIGURA N° 22
Columna PL-2 40cmx15cm



Fuente: Elaboración propia (columna PL-2)

Este tipo de columnas PL-2 de forma rectangular de 15cm en eje x y de 60cm de 60cm en el eje y, conformando una columna de esta forma y distribuido de manera central.

➤ VIGAS

FIGURA N° 23
Cuadro de vigas de aligerado

CUADRO DE VIGAS DE ALIGERADO			
VP-100 (30X50)	VP-101 (30X60)	VCH - 30X20	VS 15X20
<p>6 Ø3/4" + 2 Ø5/8"</p> <p>Ø3/8" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</p>	<p>8 Ø3/4" + 2 Ø5/8"</p> <p>Ø3/8" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</p>	<p>4 Ø5/8" + 2 Ø1/2"</p> <p>Ø3/8" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</p>	<p>2 Ø1/2"</p> <p>Ø3/8" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</p>

Fuente: Elaboración propia (Cuadro de Vigas)

FIGURA N° 24
Viga principal VP-100 30cmx50cm

General Data

Property Name:

Material: ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: m

Width: m

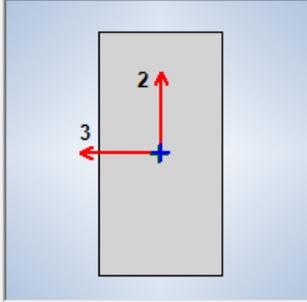
Property Modifiers

Currently User Specified

Reinforcement

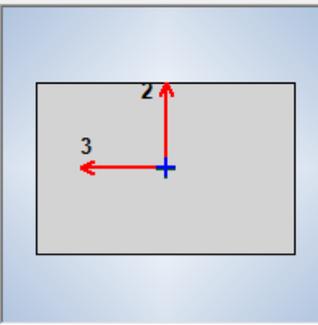
Fuente: Elaboración propia (Viga principal VP-100)

FIGURA N° 25
Viga principal VP-101-30cmx60cm

General Data		
Property Name	VP-30*60	
Material	CONCRETO FC=210kg/cm2	
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...	
Display Color	 Change...	
Notes	Modify/Show Notes...	
Shape		
Section Shape	Concrete Rectangular	
Section Property Source		
Source:	User Defined	
Section Dimensions		
Depth	0.6 m	
Width	0.3 m	
		Property Modifiers
		Modify/Show Modifiers... Currently User Specified
		Reinforcement
		Modify/Show Rebar...

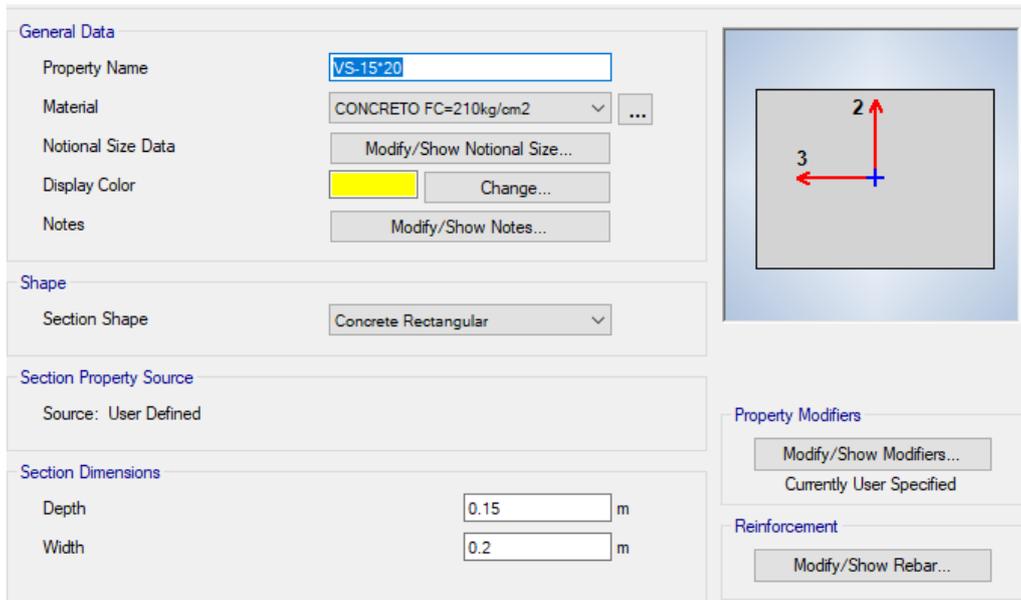
Fuente: Elaboración propia (Viga principal VP-100)

FIGURA N° 26
Viga chata VCH-101 30cmx20cm

General Data		
Property Name	VCH-30*20	
Material	CONCRETO FC=210kg/cm2	
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...	
Display Color	 Change...	
Notes	Modify/Show Notes...	
Shape		
Section Shape	Concrete Rectangular	
Section Property Source		
Source:	User Defined	
Section Dimensions		
Depth	0.2 m	
Width	0.3 m	
		Property Modifiers
		Modify/Show Modifiers... Currently User Specified
		Reinforcement
		Modify/Show Rebar...

Fuente: Elaboración propia (Viga Chata VCH-101)

FIGURA N° 27
Viga secundaria VS-15cmx20cm



General Data

Property Name: VS-15*20

Material: CONCRETO FC=210kg/cm2

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.15 m

Width: 0.2 m

Property Modifiers

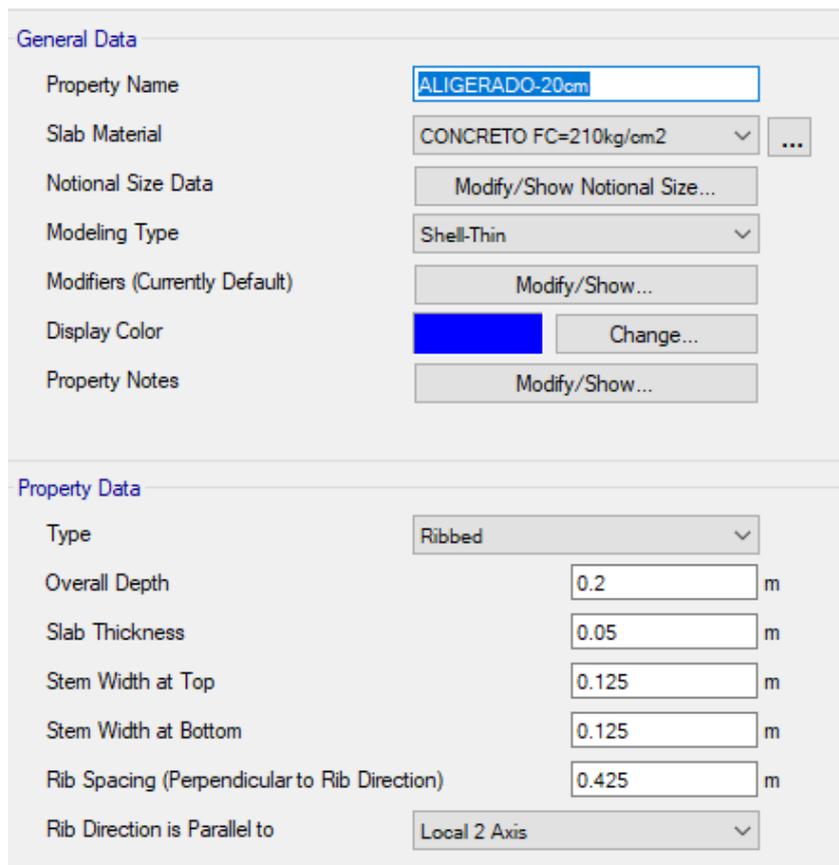
Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Elaboración propia (Viga Secundaria VS-101)

FIGURA N° 28
Losa aligerada de 20cm



General Data

Property Name: ALIGERADO-20cm

Slab Material: CONCRETO FC=210kg/cm2

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

Modeling Type: Shell-Thin

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

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 0.2 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.125 m

Stem Width at Bottom: 0.125 m

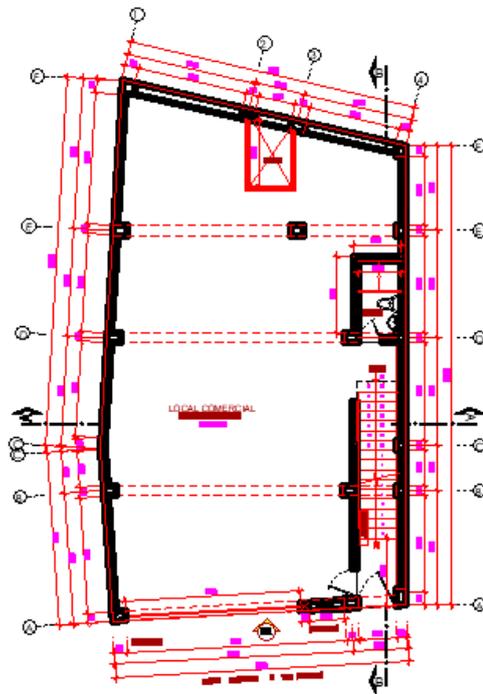
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.425 m

Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

Fuente: Elaboración propia (Losa Aligerada 20cm)

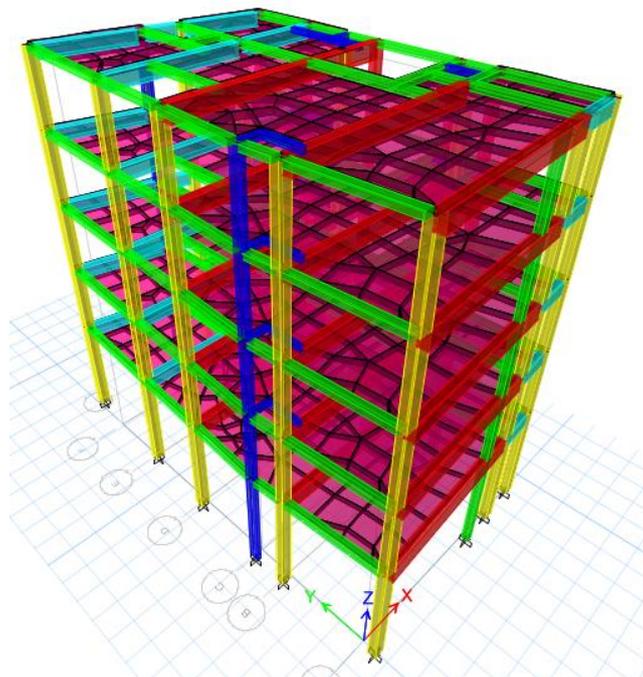
➤ **MODELO DEL EDIFICIO**

FIGURA N°29
Modelo del edificio en planta



Fuente: Elaboración propia (Plano en planta)

FIGURA N° 30
Modelo del edificio en 3D



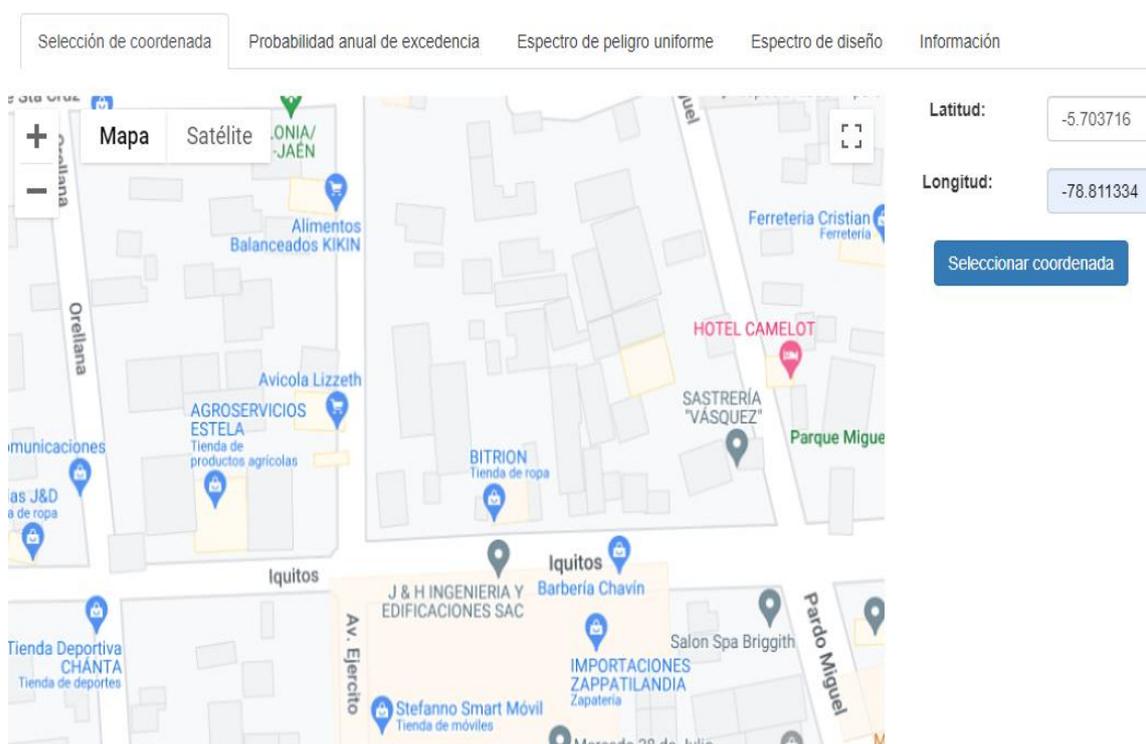
Fuente: Elaboración propia (Dibujo 3D)

DEMANDA SISMICA

Para verificar el desempeño sísmico de la edificación se somete a diferentes eventos sísmicos como se indica en la figura 2 niveles de peligro sísmico. con ayuda del portal web sencico, se generan los espectros de respuesta para los diferentes grados de peligrosidad sísmicas (SENCICO 2023)

En consecuencia, se deben generar un espectro de diseño para los 4 eventos sísmicos. Utilizando también las formulaciones de la norma técnica peruana (E-0.30-2018)

FIGURA N° 31
Portal web para determinar el peligro sísmico de acuerdo a la ubicación geográfica latitud -5.703716 ; longitud -78.811334



para construir el espectro de respuesta

Fuente: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/2869566-servicio-web-de-consultas-para-la-determinacion-del-peligro-sismico-en-el-territorio-nacional>

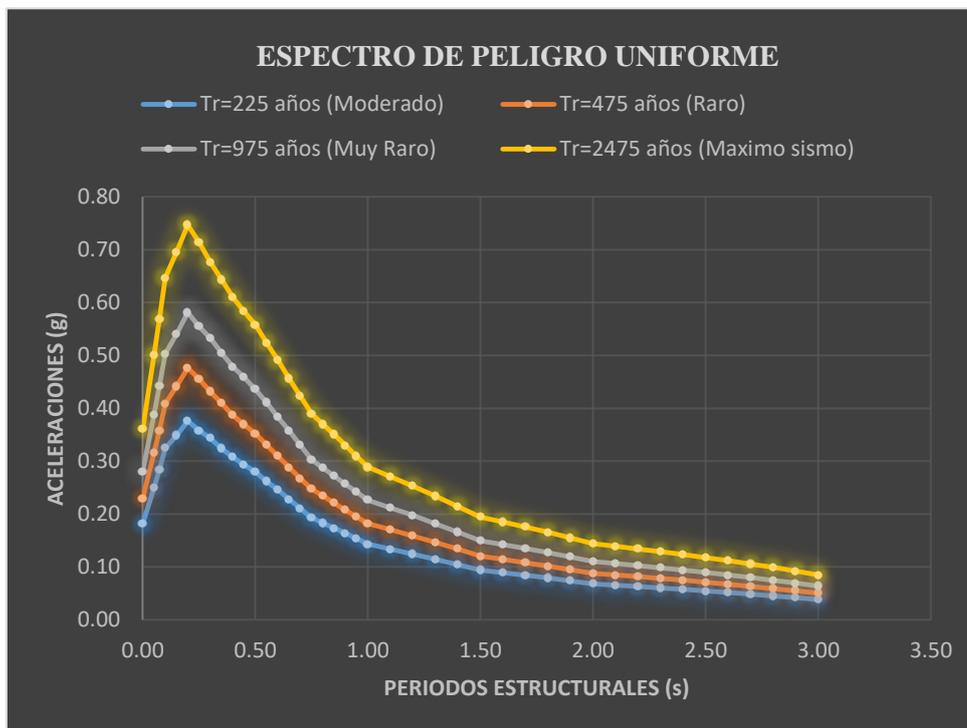
TABLA N° 14
Espectro de peligro uniforme

Espectro de peligro uniforme				
Latitud:	-5.703716	Longitud:	-78.81133	
Periodo estructural (s)	Periodos de Retorno (Años)/Pseudo Aceración (g)			
	225	475	975	2475
0.00	0.18	0.23	0.28	0.36
0.05	0.25	0.32	0.39	0.50
0.08	0.28	0.36	0.44	0.57
0.10	0.32	0.41	0.50	0.65
0.15	0.35	0.44	0.54	0.70
0.20	0.38	0.48	0.58	0.75
0.25	0.36	0.46	0.55	0.71
0.30	0.34	0.43	0.53	0.68
0.35	0.32	0.41	0.50	0.64
0.40	0.31	0.39	0.48	0.61
0.45	0.29	0.37	0.46	0.58
0.50	0.28	0.35	0.44	0.56
0.55	0.26	0.33	0.41	0.52
0.60	0.25	0.31	0.38	0.49
0.65	0.23	0.29	0.36	0.46
0.70	0.21	0.27	0.33	0.42
0.75	0.19	0.25	0.30	0.39
0.80	0.18	0.23	0.29	0.37
0.85	0.17	0.22	0.27	0.35
0.90	0.16	0.21	0.26	0.33
0.95	0.15	0.19	0.24	0.31
1.00	0.14	0.18	0.23	0.29
1.10	0.13	0.17	0.21	0.27
1.20	0.12	0.16	0.20	0.25
1.30	0.11	0.15	0.18	0.23
1.40	0.10	0.13	0.17	0.21
1.50	0.09	0.12	0.15	0.19
1.60	0.09	0.11	0.14	0.18
1.70	0.08	0.11	0.13	0.18
1.80	0.08	0.10	0.13	0.17
1.90	0.07	0.09	0.12	0.15
2.00	0.07	0.09	0.11	0.14
2.10	0.07	0.08	0.11	0.14
2.20	0.06	0.08	0.10	0.13
2.30	0.06	0.08	0.10	0.13

2.40	0.06	0.07	0.09	0.12
2.50	0.05	0.07	0.09	0.12
2.60	0.05	0.07	0.08	0.11
2.70	0.05	0.06	0.08	0.11
2.80	0.05	0.06	0.07	0.10
2.90	0.04	0.05	0.07	0.09
3.00	0.04	0.05	0.06	0.08

Fuente: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones>

FIGURA N° 32
Espectro de peligro uniforme



Fuente: Elaboración propia (espectro de peligro uniforme)

4. CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.PRESENTACION DE RESULTADOS

De estos valores el valor importante es aquel que tiene un periodo estructural de 0 ya que teórica mente representa el valor de la aceleración del suelo, Es decir el valor correspondiente al sismo de diseño para un periodo de 0 es (0.23g) que es el valor más similar al valor de Z para la zona 2 (0.25g) donde se encuentra la edificación analizar.

Por lo tanto, establecemos la relación entre la aceleración del suelo del sismo de diseño con las aceleraciones del suelo de los demás espectros para diferentes eventos sísmicos. Y determinar los factores de amplificación.

TABLA N° 15
Factores de amplificación

Sismo	a (T=0)	a.Moderado/ a.Diseño	a.Raro/ a.Diseño	a.Muy Raro / a.Diseño	a.maximo/ a.Diseño
Moderado T=225 Años	0.18				
Raro T=475 Años	0.23	0.78	1	1.22	1.57
Muy Raro T=975 Años	0.28				
Maximo sismo T=2475 Años	0.36				

Fuente: Elaboración propia (Factores de amplificación)

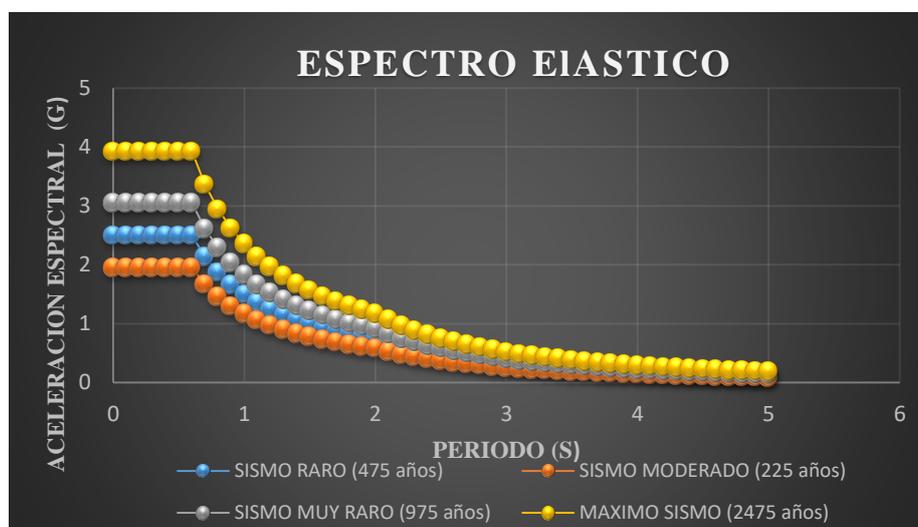
TABLA N° 16
Espectros elásticos

ESPECTROS ELASTICOS				
Periodo Estructural	PSEUDO ACELERACIONES			
	Sismo moderado Tr=225 años	Sismo raro Tr=475 años UC-E0.30	Sismo muy raro Tr=975 años UB- E.030	Maximo sismo Tr=2475 Años UA-E.030
0	1.95	2.50	3.05	3.93
0.1	1.95	2.50	3.05	3.93
0.2	1.95	2.50	3.05	3.93
0.3	1.95	2.50	3.05	3.93
0.4	1.95	2.50	3.05	3.93
0.5	1.95	2.50	3.05	3.93
0.6	1.95	2.50	3.05	3.93
0.7	1.67	2.14	2.61	3.36
0.8	1.46	1.88	2.29	2.94
0.9	1.30	1.67	2.03	2.62
1	1.17	1.50	1.83	2.36
1.1	1.06	1.36	1.66	2.14
1.2	0.98	1.25	1.53	1.96
1.3	0.90	1.15	1.41	1.81
1.4	0.84	1.07	1.31	1.68
1.5	0.78	1.00	1.22	1.57
1.6	0.73	0.94	1.14	1.47
1.7	0.69	0.88	1.08	1.39
1.8	0.65	0.83	1.02	1.31
1.9	0.62	0.79	0.96	1.24
2	0.59	0.75	0.92	1.18

2.1	0.53	0.68	0.83	1.07
2.2	0.48	0.62	0.76	0.97
2.3	0.44	0.57	0.69	0.89
2.4	0.41	0.52	0.64	0.82
2.5	0.37	0.48	0.59	0.75
2.6	0.35	0.44	0.54	0.70
2.7	0.32	0.41	0.50	0.65
2.8	0.30	0.38	0.47	0.60
2.9	0.28	0.36	0.44	0.56
3	0.26	0.33	0.41	0.52
3.1	0.24	0.31	0.38	0.49
3.2	0.23	0.29	0.36	0.46
3.3	0.21	0.28	0.34	0.43
3.4	0.20	0.26	0.32	0.41
3.5	0.19	0.24	0.30	0.38
3.6	0.18	0.23	0.28	0.36
3.7	0.17	0.22	0.27	0.34
3.8	0.16	0.21	0.25	0.33
3.9	0.15	0.20	0.24	0.31
4	0.15	0.19	0.23	0.29
4.1	0.14	0.18	0.22	0.28
4.2	0.13	0.17	0.21	0.27
4.3	0.13	0.16	0.20	0.25
4.4	0.12	0.15	0.19	0.24
4.5	0.12	0.15	0.18	0.23
4.6	0.11	0.14	0.17	0.22
4.7	0.11	0.14	0.17	0.21
4.8	0.10	0.13	0.16	0.20
4.9	0.10	0.12	0.15	0.20
5	0.09	0.12	0.15	0.19

Fuente: Elaboración propia (Datos Espectros Elásticos)

FIGURA N° 33 Espectro elástico



Fuente: Elaboración propia (Curvas Espectros Elásticos)

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

RESULTADOS DEL ANALISIS PUSHOVER

El resultado del análisis de empuje está representado por la curva de capacidad, que representa la respuesta del sistema equivalente a 1GDL de la edificación, esta curva abastece una necesidad de aplicación de los métodos que sirven para establecer criterios de rendimiento para un grado de sismo dado.

DIRECCION XX CURVA DE CAPACIDAD

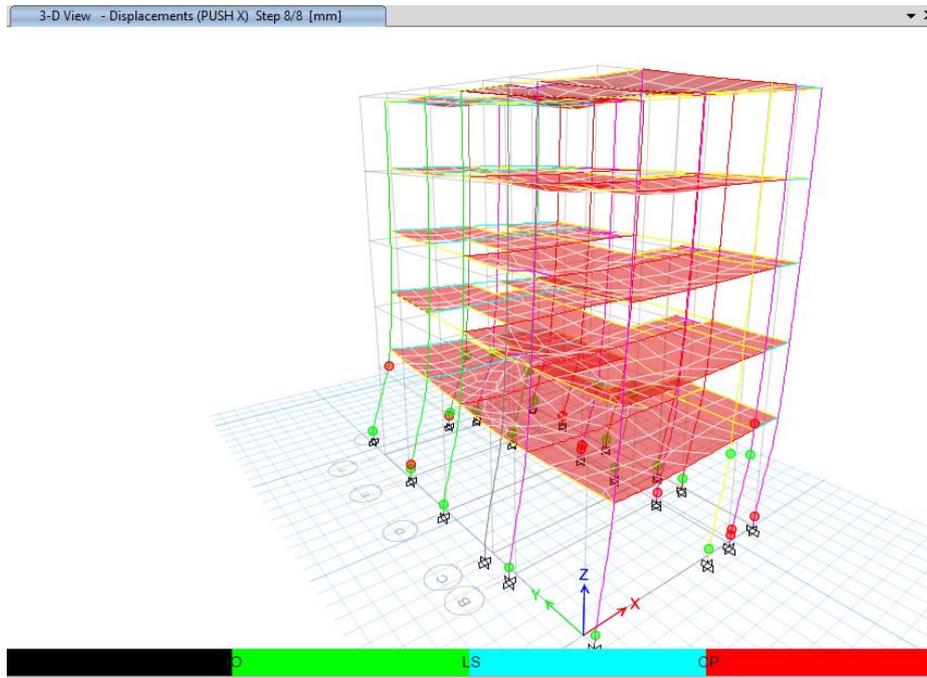
La edificación a su máxima capacidad en el momento en el que alcanza el desplazamiento.

TABLA N° 17
Curva de capacidad dirección XX

CURVA DE CAPACIDAD		
PASO	DESPLAZAMIENTO	CORTANTE BASAL
	mm	tonf
0	0.000	0.000
1	12.500	38.496
2	24.629	75.851
3	37.972	113.408
4	47.257	132.073
5	47.306	132.052
6	61.462	149.168
7	74.735	160.218
8	80.307	163.654

Fuente: Elaboración propia (valores de curva de capacidad dirección x)

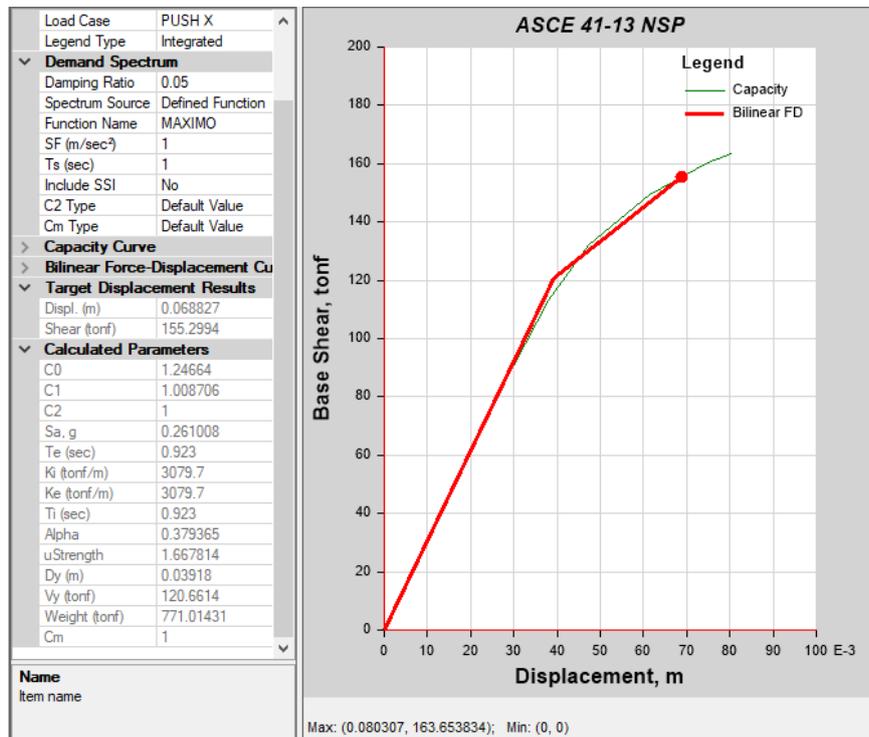
FIGURA N° 34
Formación de rotulas dirección xx



Fuente: Elaboración propia (Formación de rotulas)

DIRECCION XX CURVA DE CAPACIDAD

FIGURA N° 35
Representación bilineal de la curva de capacidad dirección x tomando de Etabs 2020 – adaptación propia



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal dirección x)

TABLA N° 18
Resumen de la curva de capacidad dirección x

DESPLAZAMIENTO ULTIMO	
Du=0.0688m	Vu=155.299Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA	
Dy= 0.0392m	Vy= 120.6614Tonf
DUCTILIDAD	
U=Du/Dy= 1.755	
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA	
Ke=3079.7Tonf/m	
RIGIDEZ LATERAL INICIAL	
Ki=3079.7Tonf/m	

Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad dirección x)

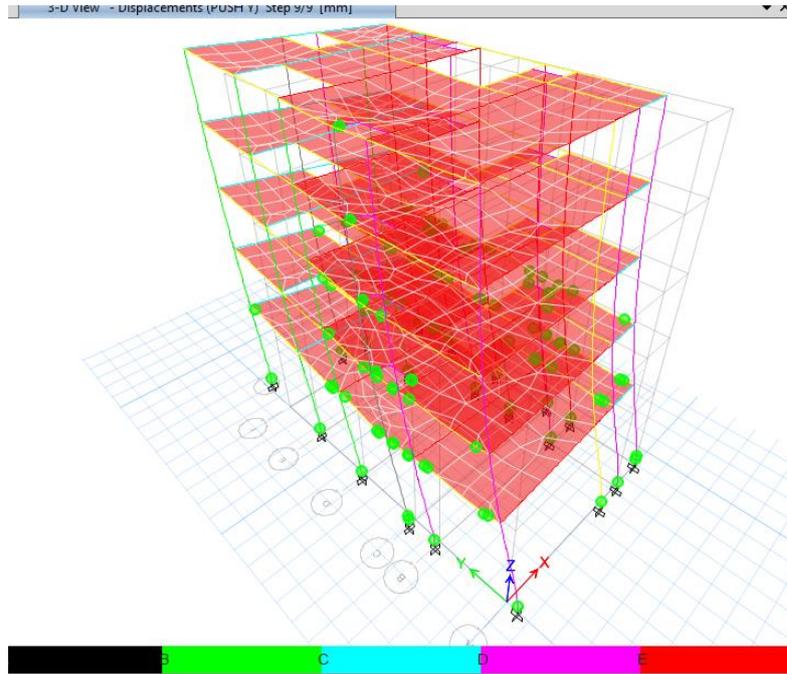
DIRECCION YY CURVA DE CAPACIDAD

TABLA N° 19
Curva de capacidad

CURVA DE CAPACIDAD		
PASO	DESPLAZAMIENTO	CORTANTE BASAL
	mm	tonf
0	0	0
1	12.5	13.4482
2	25	26.8963
3	28.665	30.8395
4	42.144	44.8759
5	56.08	58.933
6	69.882	71.5396
7	84.381	81.3614
8	97.521	87.3355
9	109.427	92.0742

Fuente: Elaboración propia (datos te curva de capacidad dirección Y)

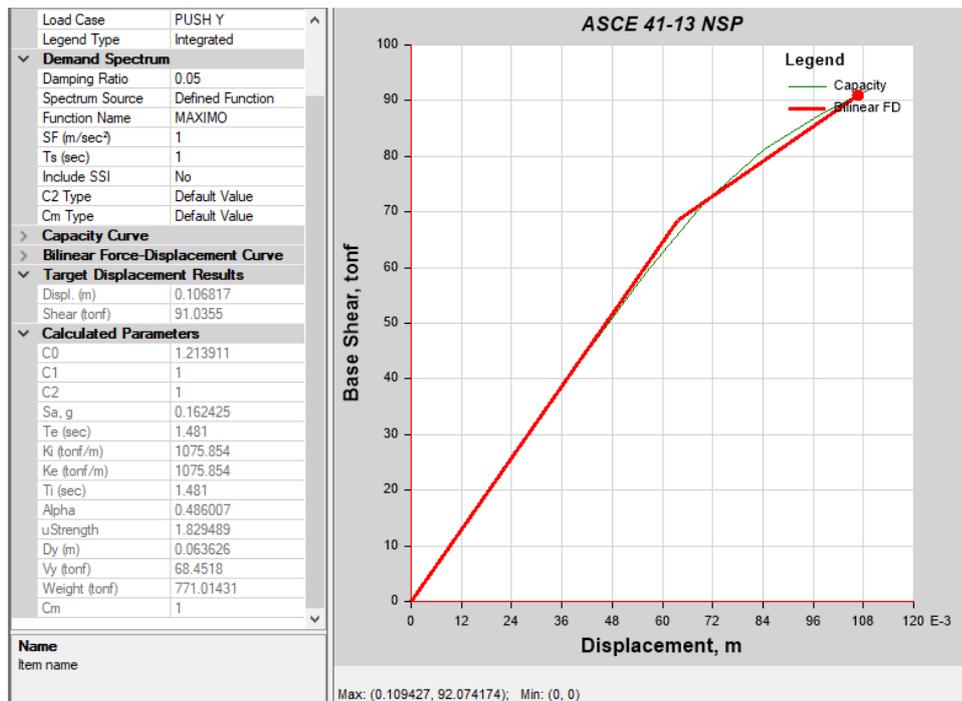
FIGURA N° 36
Formación de rotulas dirección yy



Fuente: Elaboración propia (Formación de rotulas dirección y)

DIRECCION YY

FIGURA N° 37
Representación bilineal de la curva de capacidad dirección Y tomada de Etans 2020



Fuente: Elaboración propia (Representación bilineal dirección y)

TABLA N° 20
Resumen de la Curva de capacidad

DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=0.1068mm Vu=91.0355tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 0.0636m Vy= 68.4518tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.679
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke=1075.8tonf/m
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki=1075.8tonf/m

Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad dirección y)

SECTORIZACIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD

Según lo indicado en el ítem 2.2.6.5 se sectoriza la curva de capacidad para ambas direcciones en las cuales se indica los niveles de desempeño según la traslación lateral alcanzada por la estructura.

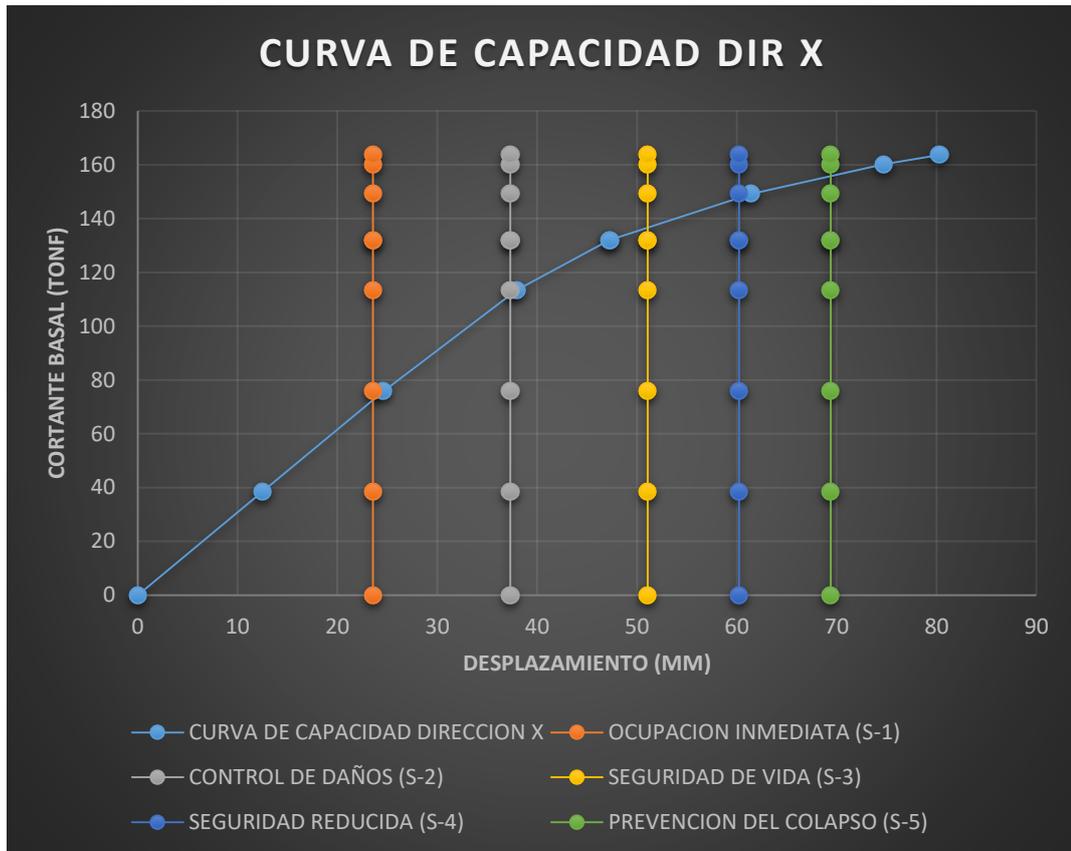
TABLA N°17 Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección X

TABLA N° 21
Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva en dirección X

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO (mm)	
	LIMITE INF	LIMITE SUP
Ocupacion inmediata (S-1)	0	23.5674
Control de daños (S-2)	23.5674	37.31868
Seguridad de vida (S-3)	37.31868	51.06996
Seguridad reducida (S-4)	51.06996	60.23748
prevencion del colapso (S-5)	60.23748	69.405

Fuente: Elaboración propia (Rangos de sectorización dirección x)

FIGURA N° 38
Sectorización de Curva de capacidad dirección X



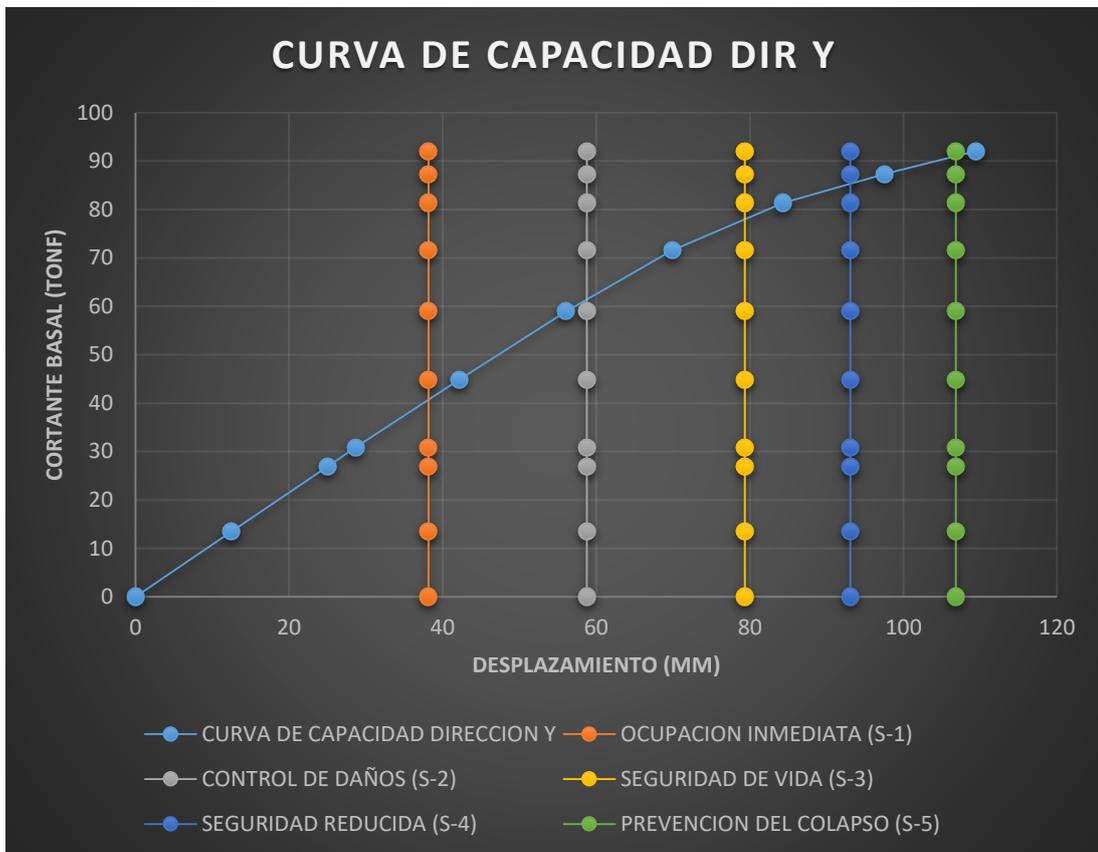
Fuente: Elaboración propia (sectorización de curva de capacidad dirección x)

TABLA N° 22
Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección y

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO (mm)	
	LIMITE INF	LIMITE SUP
Ocupacion inmediata (S-1)	0	38.1756
Control de daños (S-2)	38.1756	58.76802
Seguridad de vida (S-3)	58.76802	79.36044
Seguridad reducida (S-4)	79.36044	93.08872
prevencion del colapso (S-5)	93.08872	106.817

Fuente: Elaboración propia (rangos de sectorización dirección y)

FIGURA N° 39
Sectorización de la curva de capacidad dirección Y



Fuente: Elaboración propia (sectorización curva de capacidad dirección y)

OBTENCION DE LOS PUNTOS DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA

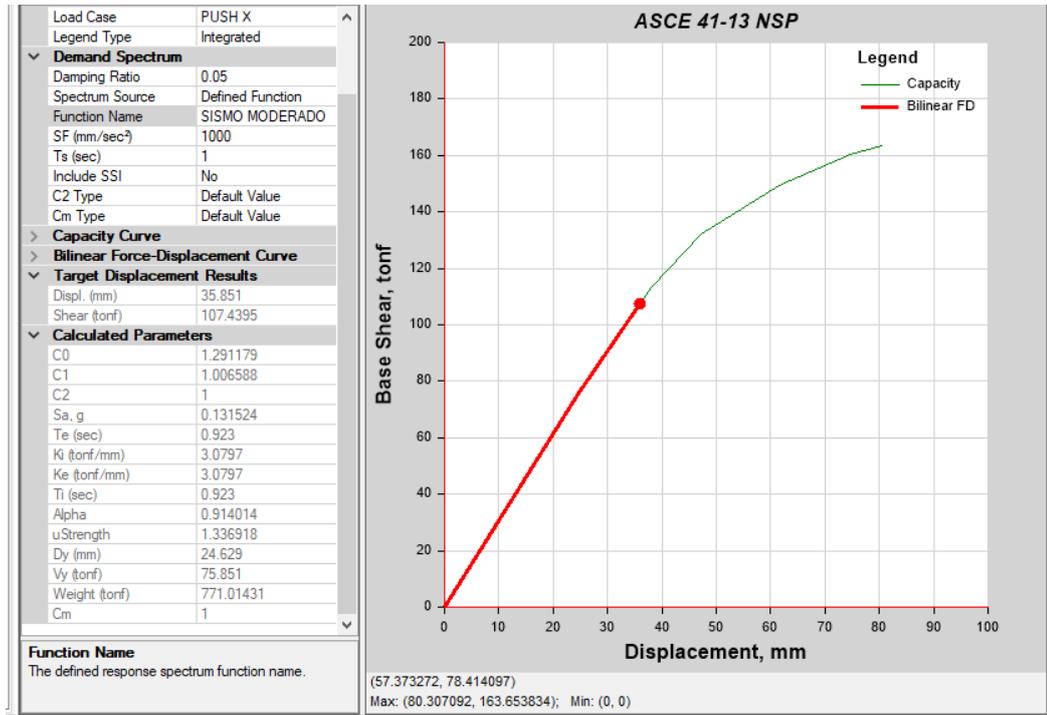
Se ubicaron según la fuerza de corte máxima y el desplazamiento local mediante el método bilineal propuesto en esta tesis, para lo cual se analizaron los sismos previamente propuestos, el resultado del desplazamiento y cortante basal para cada dirección de análisis en cada tipo de amenaza sísmica que se describen a continuación.

**REPRESENTACION BILINEAL PARA DIFERENTES
PELIGROSIDADES SISMICAS DIRECCION XX**

Sismo moderado (T=225años)

FIGURA N° 40

Representación bilineal de sismo moderado dirección X calculado de Etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (Representación bilineal para sismo moderado)

TABLA N° 23
Resumen curva de capacidad para un sismo moderado dirección x

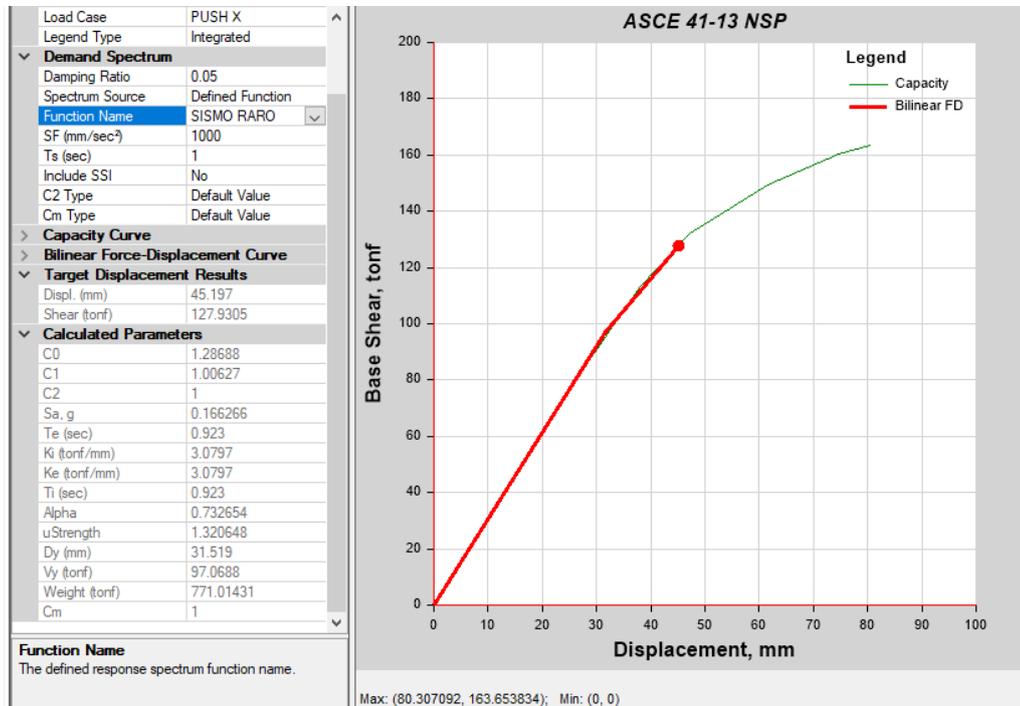
DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=35.851mm Vu=107.4395Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 24.629mm Vy= 75.851Tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.456
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke = 3.0797 Tonf/mm
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki = 3.0797 Tonf/mm

Fuente: Elaboración propia (Resumen curva de capacidad para sismo moderado)

Sismo raro (T=475años)

FIGURA N° 41

Representación bilineal de sismo raro dirección X calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para sismo raro)

TABLA N° 24

Resumen curva de capacidad sismo raro dirección x

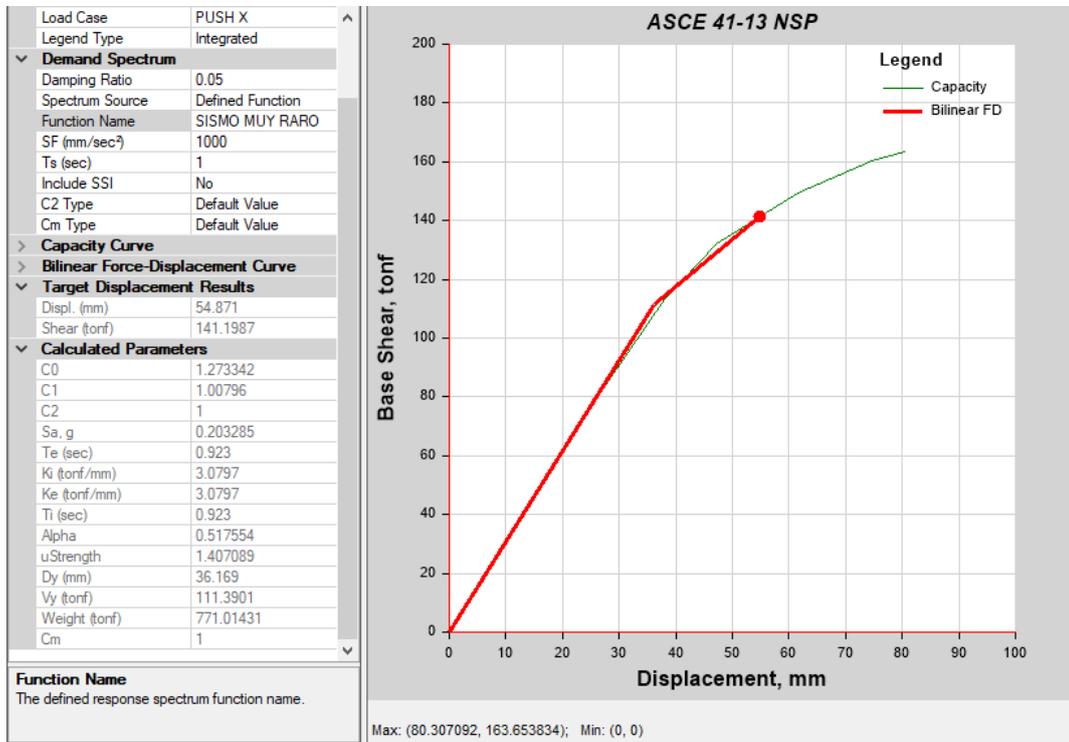
DESPLAZAMIENTO ULTIMO	
Du=45.197mm	Vu=127.9305Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA	
Dy= 31.519mm	Vy= 77.0688Tonf
DUCTILIDAD	
U=Du/Dy= 1.434	
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA	
Ke = 3.0797 Tonf/mm	
RIGIDEZ LATERAL INICIAL	
Ki = 3.0797 Tonf/mm	

Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad para un sismo raro)

Sismo muy raro (975 años)

FIGURA N° 42

Representación bilineal de sismo muy raro dirección x calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para sismo muy raro)

TABLA N° 25
Resumen curva de capacidad sismo muy raro dirección x

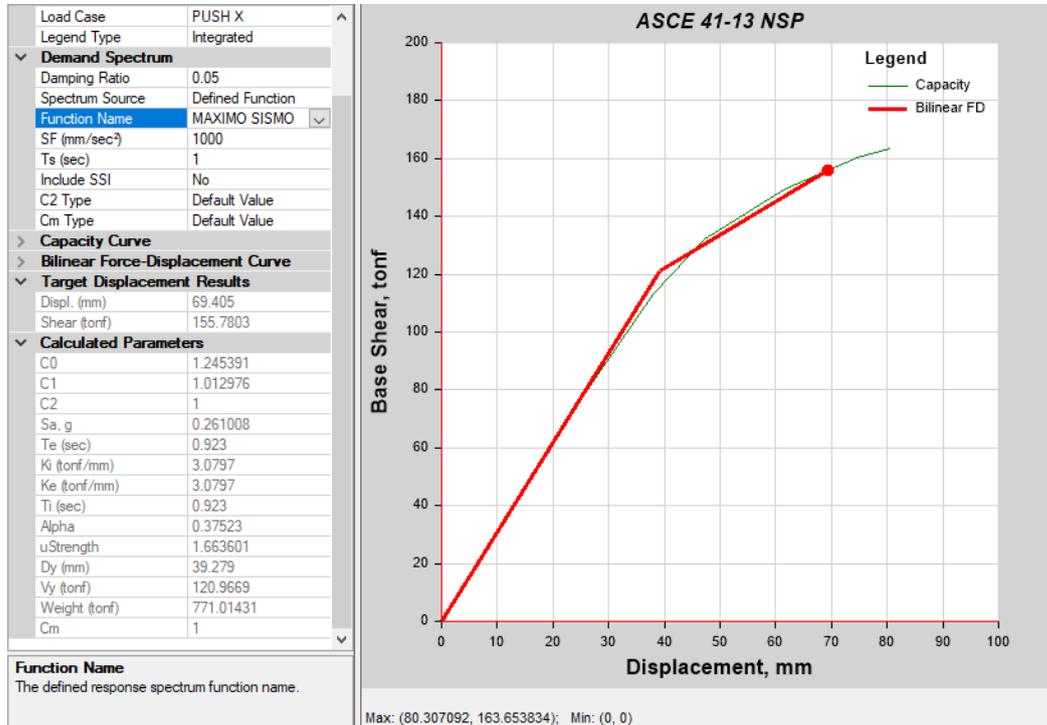
DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=54.871mm Vu=141.1987Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 31.169mm Vy= 111.3901Tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.760
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke = 3.0797 Tonf/mm
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki = 3.0797 Tonf/mm

Fuente: Elaboración propia (Resumen curva de capacidad para sismo muy raro)

Máximo sismo (2475 años)

FIGURA N° 43

Representación bilineal máximo sismo dirección x calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un máximo sismo)

TABLA N° 26

Resumen curva de capacidad máximo sismo dirección x

DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=69.405mm Vu=155.7803Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 39.279mm Vy= 120.9669Tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.767
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke = 3.0797 Tonf/mm
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki = 3.0797 Tonf/mm

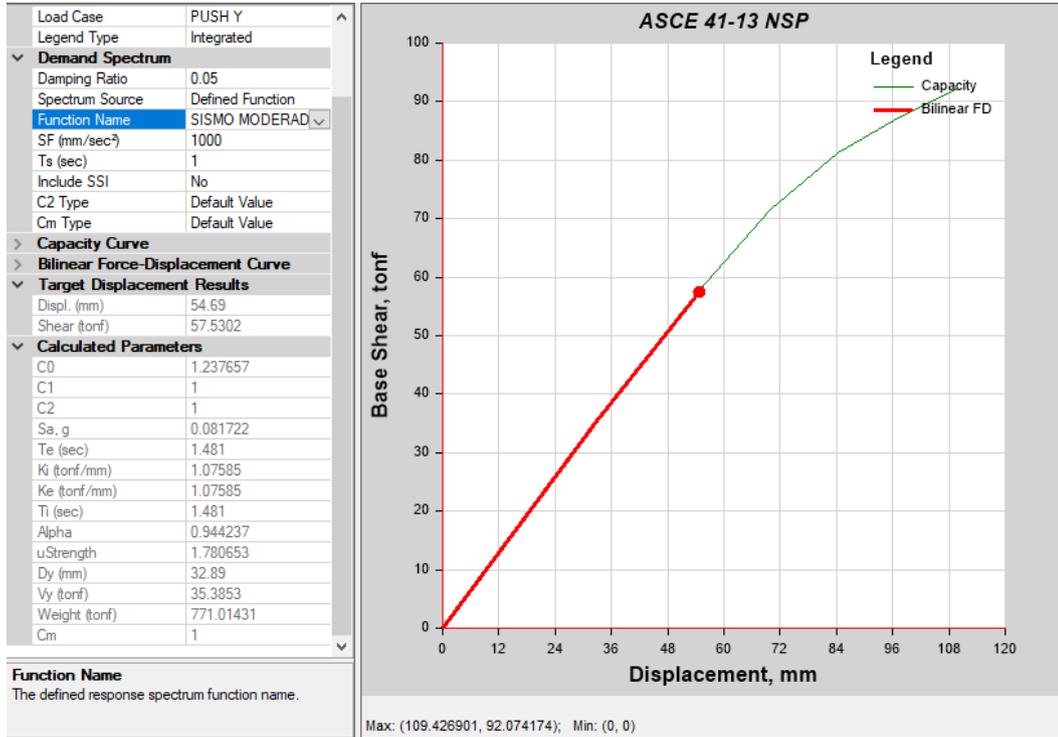
Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad máximo sismo)

**REPRESENTACION BILINEAL PARA DIFERENTES
PELIGROSIDADES SISMICAS DIRECCION YY**

Sismo moderado (T=225años)

FIGURA N° 44

Representación bilineal de sismo moderado dirección Y calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un sismo moderado)

TABLA N° 27
Curva de capacidad sismo moderado dirección y

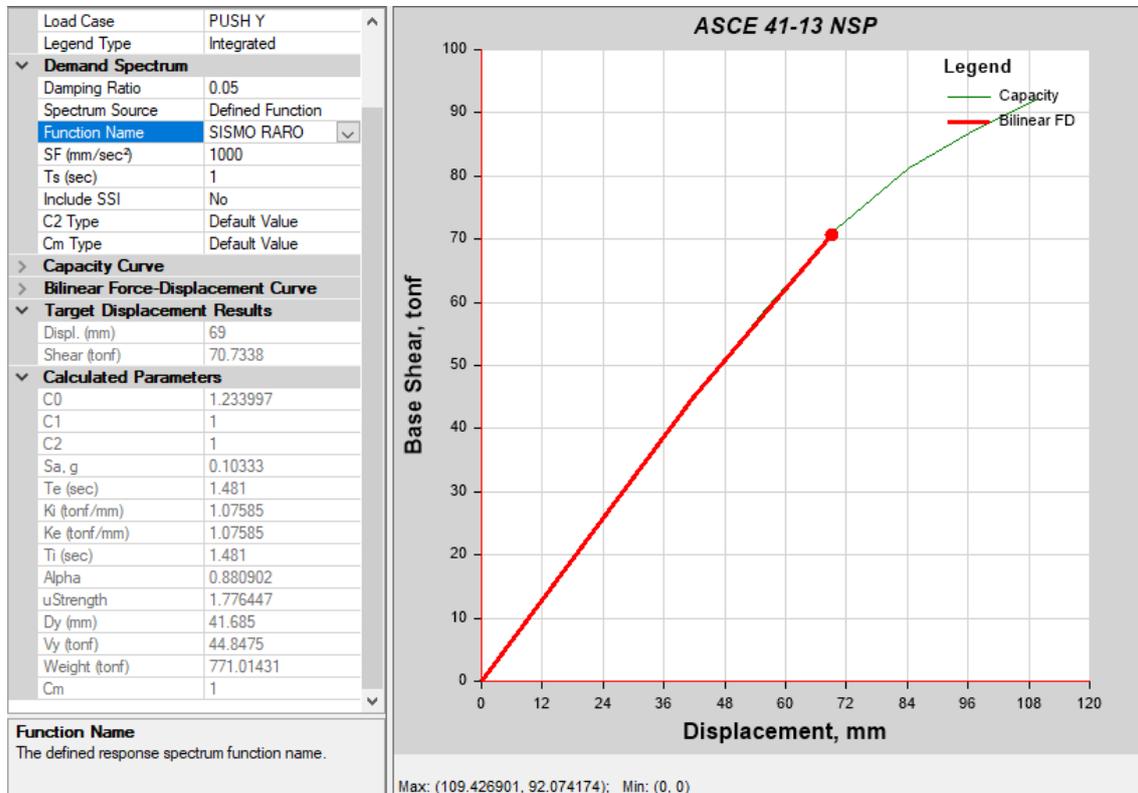
DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=54.69mm Vu=57.5302Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 32.89mm Vy= 35.3853Tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.66
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke = 1.07585 Tonf/mm
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki = 1.07585 Tonf/mm

Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad sismo moderado)

Sismo raro (T=475años)

FIGURA N° 45

Representación bilineal de sismo raro dirección Y calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un sismo raro)

TABLA N° 28

Curva de capacidad sismo raro dirección y

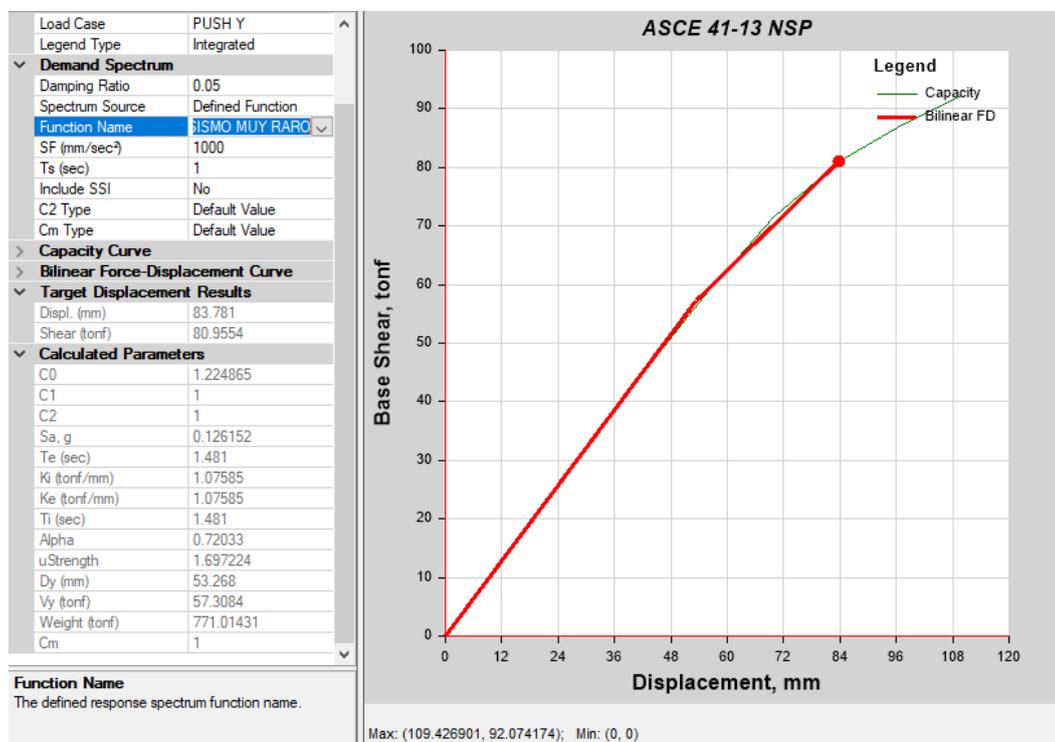
DESPLAZAMIENTO ULTIMO	
Du=69.00mm	Vu=70.7338Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA	
Dy= 41.685mm	Vy= 44.8475Tonf
DUCTILIDAD	
U=Du/Dy= 1.655	
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA	
Ke = 1.07585 Tonf/mm	
RIGIDEZ LATERAL INICIAL	
Ki = 1.07585 Tonf/mm	

Fuente: Elaboración propia (resumen curva de capacidad sismo moderado)

Sismo muy raro (975 años)

FIGURA N° 46

Representación bilineal de sismo muy raro dirección Y calculado de Etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un sismo muy raro)

TABLA N° 29

Curva de capacidad sismo muy raro dirección y

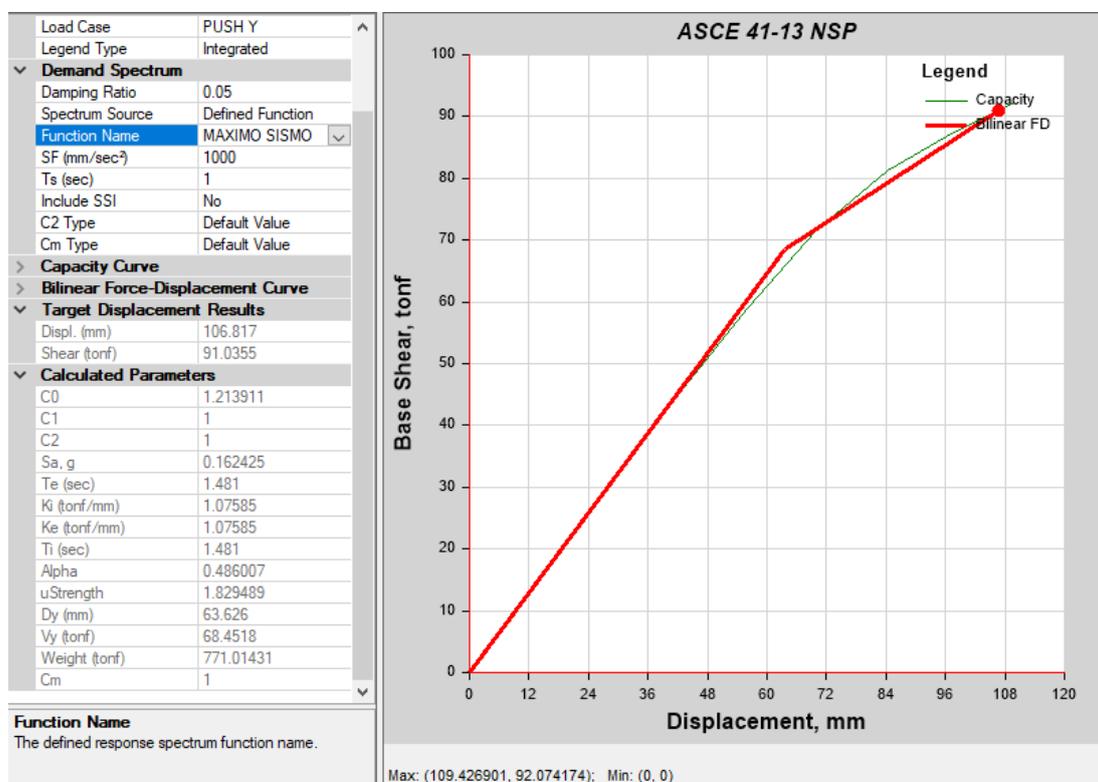
DESPLAZAMIENTO ULTIMO	
Du=83.781mm	Vu=80.9554Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA	
Dy= 53.268mm	Vy= 57.3084Tonf
DUCTILIDAD	
U=Du/Dy= 1.573	
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA	
Ke = 1.07585 Tonf/mm	
RIGIDEZ LATERAL INICIAL	
Ki = 1.07585 Tonf/mm	

Fuente: Elaboración propia (resumen curva capacidad para un sismo muy raro)

Máximo sismo (2475 años)

FIGURA N° 47

Representación bilineal de sismo muy raro dirección Y calculado de etabs 2020



Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un máximo sismo)

TABLA N° 30
Curva de capacidad máximo sismo dirección y

DESPLAZAMIENTO ULTIMO
Du=106.817mm Vu=91.0355Tonf
PUNTO DE FLUENCIA EFECTIVA
Dy= 63.626mm Vy= 68.4518Tonf
DUCTILIDAD
U=Du/Dy= 1.679
RIGIDEZ LATERAL EFECTIVA
Ke = 1.07585 Tonf/mm
RIGIDEZ LATERAL INICIAL
Ki = 1.07585 Tonf/mm

Fuente: Elaboración propia (representación bilineal para un máximo sismo)

En resumen, tenemos los siguientes resultados para cada tipo de sismo y en cada dirección Tabla N°30 punto de desempeño dirección X y tabla N°31 dirección Y

TABLA N° 31
Punto de desempeño dirección X

Tr = 225 años		Tr = 475 años		Tr = 975 años		Tr = 2475 años	
D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)
35.851	107.44	45.197	127.931	54.871	141.199	69.405	155.78

Fuente: Elaboración propia (puntos de desempeño dirección x)

TABLA N° 32
Punto de desempeño dirección Y

Tr = 225 años		Tr = 475 años		Tr = 975 años		Tr = 2475 años	
D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)	D(mm)	V(tonf)
54.69	57.53	69	70.734	83.781	90.955	106.817	91.036

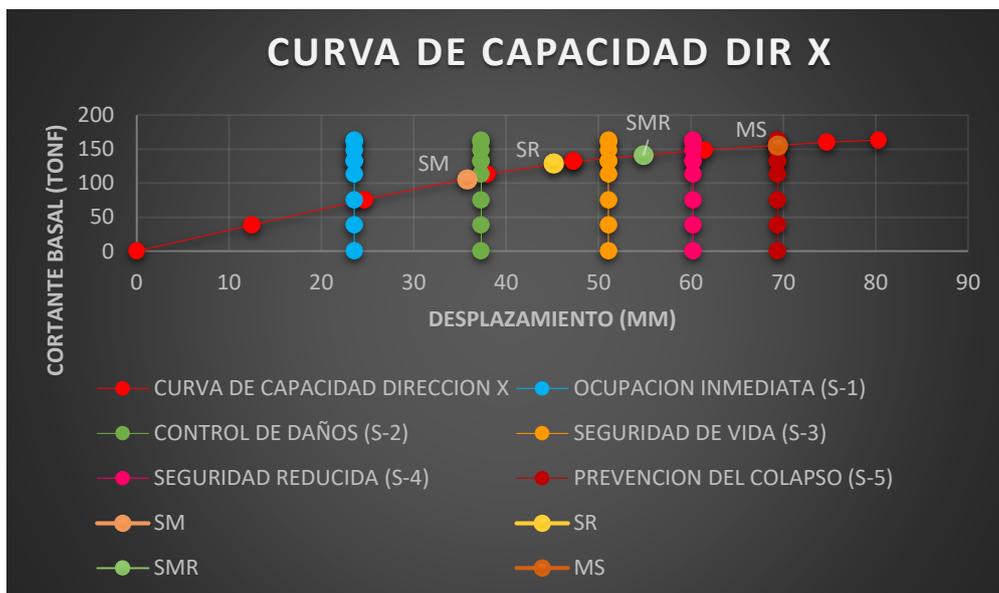
Fuente: Elaboración propia (puntos de desempeño dirección y)

EVALUACION DE PUNTOS DE DESEMPEÑO

Para este punto se procedió a colocar los puntos de rendimiento, respecto al desplazamiento y fuerza cortante y fuerza cortante máxima de acuerdo con cada tipo de sismo, obteniendo los siguientes resultados.

Puntos de desempeño Dirección X.

FIGURA N° 48
Evaluación de puntos de desempeño en dirección X



Fuente: Elaboración propia (curva de puntos de desempeño dirección x)

TABLA N° 33

Se analiza la evaluación del desempeño de la estructura para los distintos grados de peligro sísmico en dirección x

EVALUACION DE DESEMPEÑO						
Sismo	Periodo	OI-S1	CD-S-2	LS-S3	RS-S4	CP-S5
Moderado	225 años		X			
Raro	475 años			X		
Muy raro	975 años				X	
Maximo	2475 años					X

Fuente: Elaboración propia (evaluación por desempeño dirección x)

TABLA N° 34

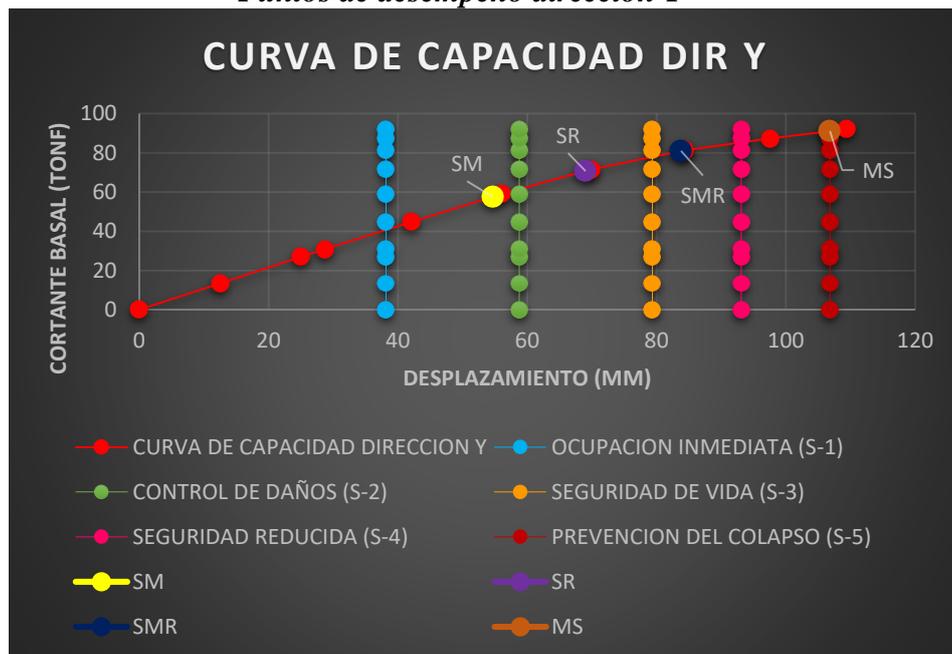
Se analiza si la edificación cumple con el objetivo planteado por ser una edificio de categoría B importante. debe encontrarse en un grado de ocupación inmediato

Evaluación del desempeño - Dirección X						
Sismo	OI-S1	CD-S2	LS-S3	RS-S4	CP-S5	cumple con el objetivo
Moderado		X				no
Raro			X			no
Muy raro				X		no
Maximo					X	no

Fuente: Elaboración propia (evaluación de desempeño objetivo)

Puntos de desempeño Dirección Y.

FIGURA N° 49
Puntos de desempeño dirección Y



Fuente: Elaboración propia (curva de punto de desempeño dirección y)

TABLA N° 35

Se analiza la evaluación del desempeño de la estructura para distintos grados de peligro sísmico en dirección Y

EVALUACION DE DESEMPEÑO						
Sismo	Periodo	OI-S1	CD-S-2	LS-S3	RS-S4	CP-S5
Moderado	225 años		X			
Raro	475 años			X		
Muy raro	975 años				X	
Maximo	2475 años					X

Fuente: Elaboración propia (evaluación por desempeño dirección y)

TABLA N° 36

Se analiza si la edificación cumple con el objetivo planteado por ser una edificación de categoría B debe encontrarse en un grado de ocupación inmediata

Evaluación del desempeño - Dirección y						
Sismo	OI-S1	CD-S-2	LS-S3	RS-S4	CP-S5	cumple con el objetivo
Moderado		X				no
Raro			X			no
Muy raro				X		no
Maximo					X	no

Fuente: Elaboración propia (evaluación por desempeño objetivo dirección y)

4.3.CONTRASTACION DE HIPOTESIS

NIVELES DE COMPORTAMIENTO SISMICO LOGRADO POR EL EDIFICIO EN DIRECCION XX

Según la tabla N° 33 se tiene lo siguiente

SISMO MODERADO (Tr=225años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme, el grado de desempeño sísmico, logrado por el edificio, es de control de daños (S2). El punto de control del último piso se desplaza 35.851mm y una fuerza corte en la base de 107.4395Tonf. El edificio sufre daños insignificantes las cuales son fáciles de reparar

SISMO RARO (Tr=475 años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de seguridad de vida S3, El punto de

control del último piso se desplaza 45.197mm para una cortante basal de 127.931 Tonf. El edificio tiene partes dañadas, pero aún tiene suficiente margen de seguridad para evitar que ocurra un colapso parcial o total

SISMO MUY RARO (Tr=975años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de seguridad reducida (S4) El punto de control del último piso se desplaza 54.871mm para una cortante basal de 141.199 Tonf . El edificio sufre un colapso parcial.

MAXIMO SISMO (Tr=2475años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de prevención al colapso (S5). El punto de control del último piso se desplaza 69.405mm para una cortante basal de 155.780 Tonf. El edificio llega al colapso total

NIVELES DE COMPORTAMIENTO SISMICO LOGRADO POR EL EDIFICIO EN DIRECCION YY

Según la tabla 35 se tiene lo siguiente

SISMO MODERADO (Tr=225años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme, el grado de desempeño sísmico, logrado por el edificio, es de control de daños (S2). El punto de control del último piso se desplaza 54.69mm; y una fuerza corte en la base de 57.5302Tonf . El edificio sufre daños insignificantes las cuales son fáciles de reparar

SISMO RARO (Tr=475 años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de seguridad de vida S3, El punto de control del último piso se desplaza 69mm; para una cortante basal de 70.7338Tonf. El edificio tiene partes dañadas, pero aún tiene suficiente margen de seguridad para evitar que ocurra un colapso parcial o total

SISMO MUY RARO (Tr=975años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de seguridad reducida (S4) El

punto de control del último piso se desplaza 83.781mm; para una cortante basal de 80.9554Tonf El edificio sufre un colapso parcial.

MAXIMO SISMO (Tr=2475años) de acuerdo al espectro de peligro uniforme el grado de desempeño sísmico logrado por el edificio, es de prevención al colapso (S5). El punto de control del último piso se desplaza 106.817mm para una cortante basal de 91.0355Tonf. El edificio llega al colapso total

5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- ✓ El grado de desempeño sísmico que alcanza la edificación para un nivel de Sismo Moderado es de control de daños (S2) para cada una de las direcciones de análisis.
- ✓ El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de Sismo Raro es de seguridad de vida (S3) para cada una de las direcciones de análisis.
- ✓ El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de Sismo Muy Raro es de seguridad reducida (S4) para cada una de las direcciones de análisis.
- ✓ El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de Sismo Máximo Sismo Considerado es de prevención del colapso (S5) para cada una de las direcciones.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Incorporar la interacción suelo estructura para las propiedades geotécnicas
- ✓ Realizar un análisis escáner al edificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aceros Arequipa. (2019). Fierro corrugado. ASTM 615 - grado 60. Obtenido de NTP 341.031- grado 420: <https://bit.ly/3rTl3IH>

ACI, A. C. (2019). ACI CODE-318-19: building code requirements for structural concrete and commentar. ACI.

ACI, A. C. (2019). ACI CODE-318-19: building code requirements for structural concrete and commentar. *ACI*.

Angles, P. (2008). Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1>

Arone, J. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de la IE N.º1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N.º6 del Distrito de Chaclacayo. Tesis de grado, Universidad Peruana Unión, Lima.

ASCE, A. S. (2013). Standard ASCE 41-13: seismic evaluation and retrofit of existing buildings. ASCE.

ASCE, A. S. (2017). Standard ASCE/SEI 41-17: seismic evaluation and retrofit of existing buildings. ASCE.

Becerra, A. (2018). Verificación del comportamiento de la estructura de acuerdo con el ASCE/SEI 41-17. Tesis de maestría, Universidad de los Andes, Bogotá, D.C. Beer, F., Johnston, E., DeWolf, J., & Mazurek, D. (2010). Mecánica de materiales. McGraw-Hill.

Bolaños, A., & Monroy, O. (2004). Espectros de peligro sísmico uniforme. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

FEMA, F. E. (1997). NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings: FEMA 273. D.C.: FEMA. Washington.

FEMA, F. E. (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures: FEMA 440. FEMA. Washington, D.C.

FEMA, F. E. (2009). NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures: FEMA P-750. FEMA. Washington, D.C.

Ricardo J. (2022) Evaluación del desempeño sísmico en una edificación de dos niveles ubicada en el departamento de Lambayeque, aplicando el procedimiento no lineal estático. Tesis de grado, Universidad de Piura

SEAOC, S. E. (1995). Vision 2000: performance based seismic engineering of buildings. SEAOC.

Seismic Safety Commission. (1996). ATC-40. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. *Seismic Safety Commission*. California.

Sencico, S. N. (2018). Norma Técnica E.030. Diseño sismorresistente. *Sencico*.

Tunque, J., & Colos, E. (2020). *Evaluación del desempeño sísmico del Pabellón de Geología-UNSA*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.

Ugel, R. (2015). Vulnerabilidad sísmica en edificios porticados compuestos de acero y hormigón armado. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

ANEXOS

INFORME DE ESCLEROMETRO

ANEXO 1

En las siguientes imágenes se presentan los resultados, obtenidos de un p \acute{o} rtico con el ensayo del escler \acute{o} metro que fueron procesados en el laboratorio

Resultados de ensayos realizados al elemento columna tipo C2 de 40cm x 30cm del lado derecho p \acute{o} rtico B de la estructura

		CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com															
		PROYECTO: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "Wilmer Jesus more carranza"															
													Registro N°:	EMS-TP-2023-011			
													Fecha:	MAYO - 2023			
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																	
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Dileto) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje Fc
-	DERECHA	COLUMNA	C2	36.00	37.00	35.00	37.00	37.00	35.00	35.00	36.00	36.00	37.00	36	210.00	290.00	138
OBSERVACIONES:													n (Numero de Muestras)		10.00		
ANGULO DE IMPACTO													Xp (Promedio)		290.00		
MARCA DEL EQUIPO													Resistencia de Diseño (Fc)		210.00		
NUMERO DE CALIBRACION													Valor Maximo		37.00		
FECHA DE CALIBRACION													Valor Minimo		35.00		
													Desviación Estandar		6.90		
													Varianza		0.69		
													Coeficiente de Variación		-		



Resultados de ensayos realizados al elemento columna tipo C2 de 40cm x 30cm del lado Izquierdo pórtico B de la estructura

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrologicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com																	
	PROYECTO: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "wilmer jesus more carranza"																	
													Registro N°:	EMS-TP-2023-011				
													Fecha:	MAYO - 2023				
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																		
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Dideño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje F'c	
-	IZQUIERDO	COLUMNA	C2	35.00	35.00	34.00	36.00	36.00	38.00	37.00	38.00	38.00	38.00	36.00	36	210.00	290.00	138
OBSERVACIONES:																		
		ANGULO DE IMPACTO	0°												n (Numero de Muestras)	10.00		
		MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO KAIZACORP												Xp (Promedio)	290.00		
		NUMERO DE CALIBRACION	N° 07-LD-2023												Resistencia de Discoño (F'c)	210.00		
		FECHA DE CALIBRACION	10/02/2023												Valor Maximo	38.00		
															Valor Minimo	34.00		
															Desviacion Estandar	18.10		
															Varianza	1.81		
															Coefficiente de Variacion	-		



Resultados de ensayo realizados al elemento viga principal tipo VP-101 de 30cmx60cm del pórtico B de la estructura

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com																
	PROYECTO: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "Wilmer Jesus more carranza"																
													Registro N°:	EMS-TP-2023-011			
													Fecha:	MAYO - 2023			
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																	
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Diseño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje Fc
-	-	VIGA	VP-30*60	37.00	36.00	36.00	38.00	38.00	35.00	35.00	36.00	37.00	36.00	36	210.00	290.00	138
OBSERVACIONES:																	
		ANGULO DE IMPACTO	0°											n (Numero de Muestras)		10.00	
		MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO KAIZACORP											Xp (Promedio)		290.00	
		NUMERO DE CALIBRACION	N° 07-LD-2023											Resistencia de Diseño (F _c)		210.00	
		FECHA DE CALIBRACION	10/02/2023											Valor Maximo		38.00	
														Valor Minimo		35.00	
														Desviacion Estandar		10.40	
														Varianza		1.04	
														Coeficiente de Variacion		-	



Resultados de ensayos realizados al elemento columna tipo C1 de 30cm x 30cm del lado Derecho pórtico B de la estructura

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com																
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "Wilmer Jesus more carraza"																
												Registro N°:	EMS-TP-2023-011				
												Fecha:	MAYO - 2023				
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																	
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Dileño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje Fc
-	DERECHA	COLUMNA	C1	37.00	38.00	36.00	37.00	36.00	36.00	35.00	35.00	38.00	36.00	36	210.00	290.00	138
OBSERVACIONES:																	
		ANGULO DE IMPACTO	0°											n (Numero de Muestras)	10.00		
		MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO KAIZACORP											Xp (Promedio)	290.00		
		NUMERO DE CALIBRACION	N° 07-LD-2023											Resistencia de Diseño (Fc)	210.00		
		FECHA DE CALIBRACION	10/02/2023											Valor Maximo	38.00		
														Valor Mínimo	35.00		
														Desviacion Estandar	10.40		
														Varianza	1.04		
														Coficiente de Variacion	-		



Resultados de ensayos realizados al elemento columna tipo C1 de 30cm x 30cm del lado Izquierdo pórtico B de la estructura

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com																	
	PROYECTO: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "wilverjesus more carrama"																	
													Registro N°:	EMS-TP-2023-011				
													Fecha:	MAYO - 2023				
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																		
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTER)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Diseño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje F'c	
-	IZQUIERDO	COLUMNA	C1	36.00	36.00	38.00	38.00	37.00	37.00	35.00	36.00	36.00	35.00	36	210.00	290.00	138	
OBSERVACIONES:		ANGULO DE IMPACTO	0°	MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO KAIZACORP											n (Numero de Muestras)		10.00
		NUMERO DE CALIBRACION	N° 07-LD-2023	FECHA DE CALIBRACION	10/02/2023											Xp (Promedio)		290.00
																Resistencia de Diseño (F'c)		210.00
																Valor Máximo		38.00
																Valor Mínimo		35.00
																Desviacion Estandar		10.40
																Varianza		1.04
																Coeficiente de Variancion		-

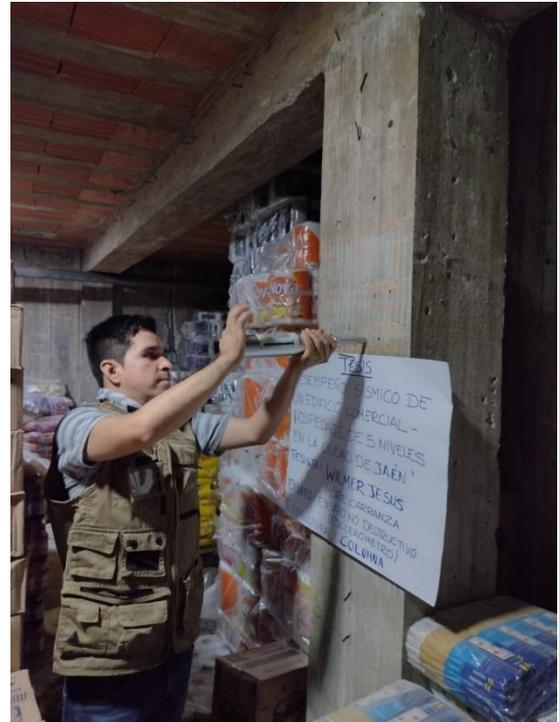
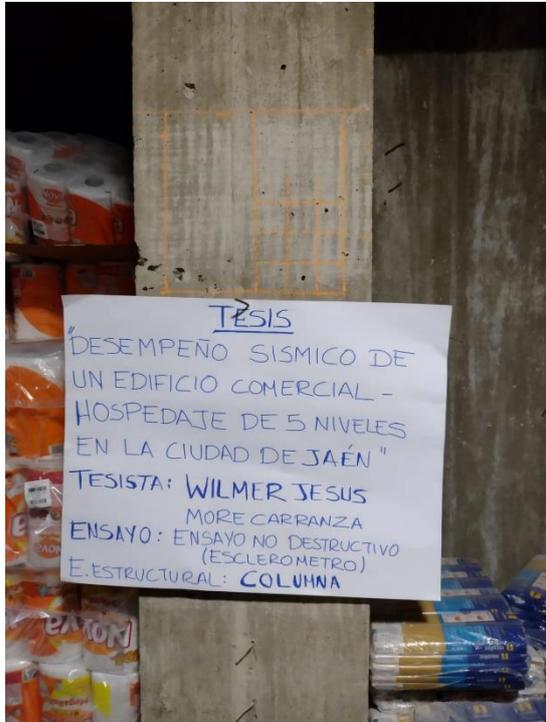


Resultados de ensayo realizados al elemento viga principal tipo VP-101 de 30cmx60cm del pórtico B de la estructura

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería DIRECCION: Pje. Las Begonias CEL: 941633428, 962567094 CORREO: ceimsup@gmail.com																		
	PROYECTO: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL - HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" SOLICITANTE: "wilmer jesus more carranza"																		
													Registro N°:	EMS-TP-2023-011					
													Fecha:	MAYO - 2023					
METODO DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO EN HORMIGON ENDURECIDO (ENSAYO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO) A.S.T.M. C 805																			
KILOMETRAJE	LADO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	NUMERO DE DISPARO (VALOR DE REBOTE R)										PROMEDIO	RESISTENCIA A COMPRESION				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		(Diseño) Kg/cm ²	(Esclerometro) Kg/cm ²	Porcentaje F'c		
-	INFERIOR	VP-101 30cmx60cm	1.00	36.00	36.00	35.00	36.00	36.00	37.00	36.00	35.00	37.00	37.00	36	210.00	290.00	138		
OBSERVACIONES:		ANGULO DE IMPACTO	0°											n (Numero de Muestras)		10.00			
		MARCA DEL EQUIPO	ESCLEROMETRO KAIZACORP											Xp (Promedio)		290.00			
		NUMERO DE CALIBRACION	N° 07-LD-2023											Resistencia de Diseño (F'c)		210.00			
		FECHA DE CALIBRACION	10/02/2023											Valor Maximo		37.00			
																	Valor Minimo		35.00
																	Desviacion Estandar		4.90
																	Varianza		0.49
																	Coeficiente de Variacion		-

ANEXO 2

En las siguientes imágenes se presentan los ensayos insitu realizados con esclerómetro en el pórtico B, realizado a la columna C1 , C2 y VP 101 de 30cmx60cm



Imágenes del elemento columna tipo C2 de 40cm x 30cm del pórtico B de la estructura

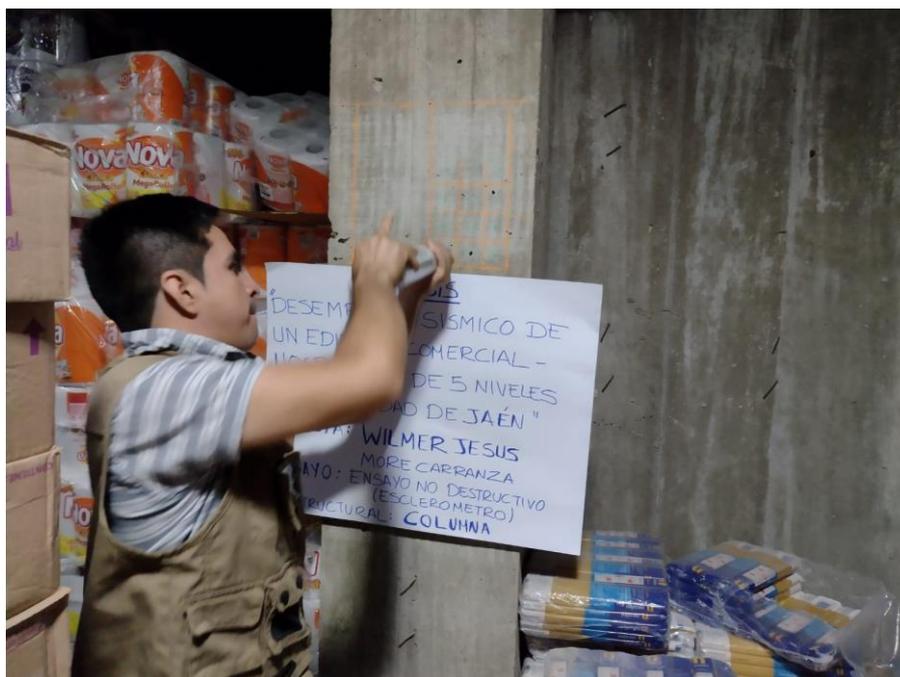
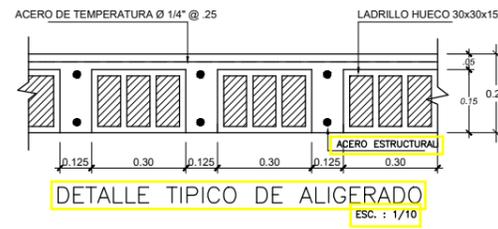


Imagen del elemento columna tipo C1 de 30cm x 30cm del pórtico B de la estructura

ANEXO 3

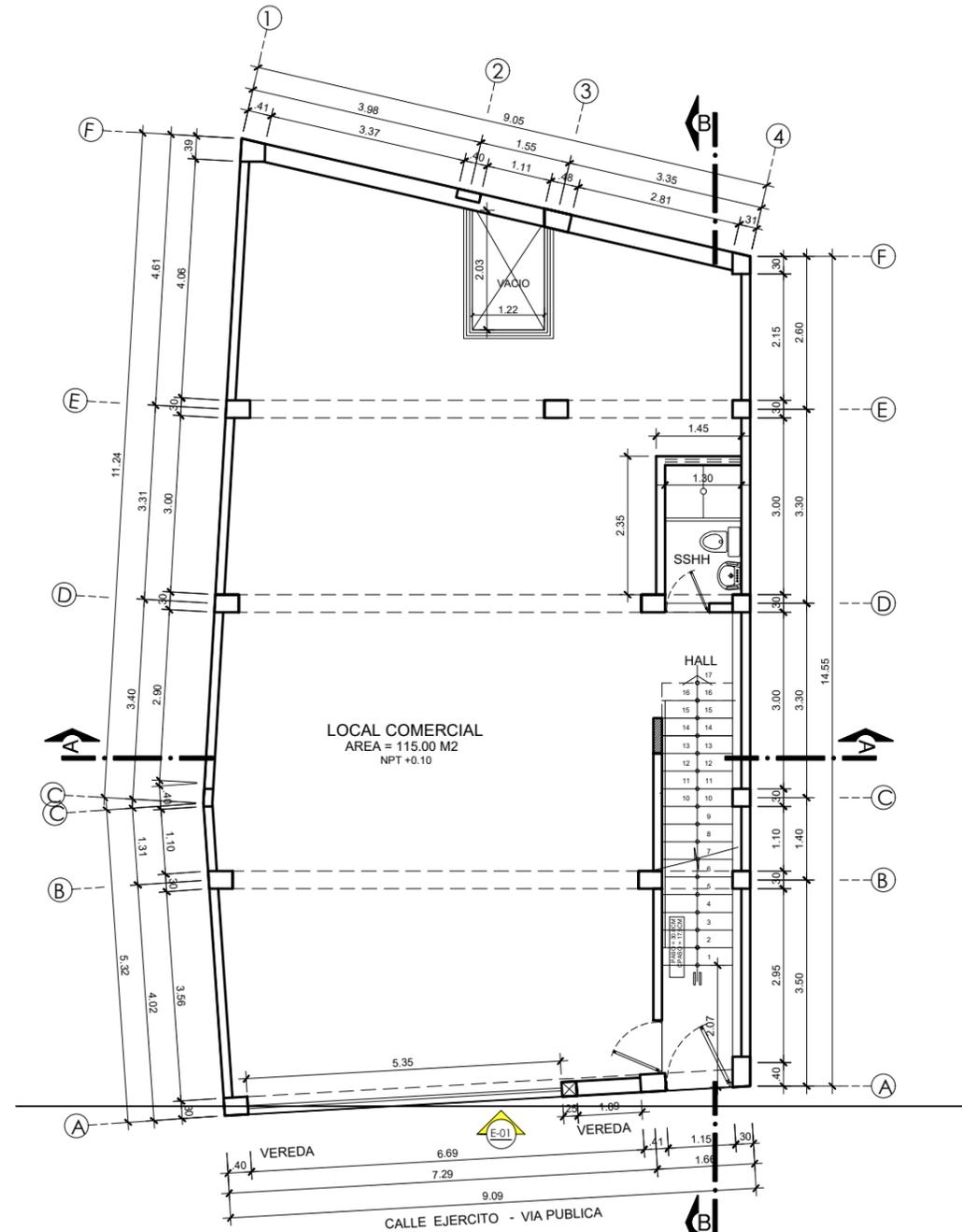
PLANOS: EN LAS SIGUENTES PAGINAS SE PRESENTAN LOS PLANOS
DE UBICACIÓN, ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES

CUADRO DE VIGAS DE ALIGERADO			
VP-100 (30X50)	VP-101 (30X60)	VCH - 30X20	VS 15X20
6 Ø3/4" + 2 Ø5/8"	8 Ø3/4" + 2 Ø5/8"	4 Ø5/8" + 2 Ø1/2"	2 Ø1/2"
Ø3/4" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20			



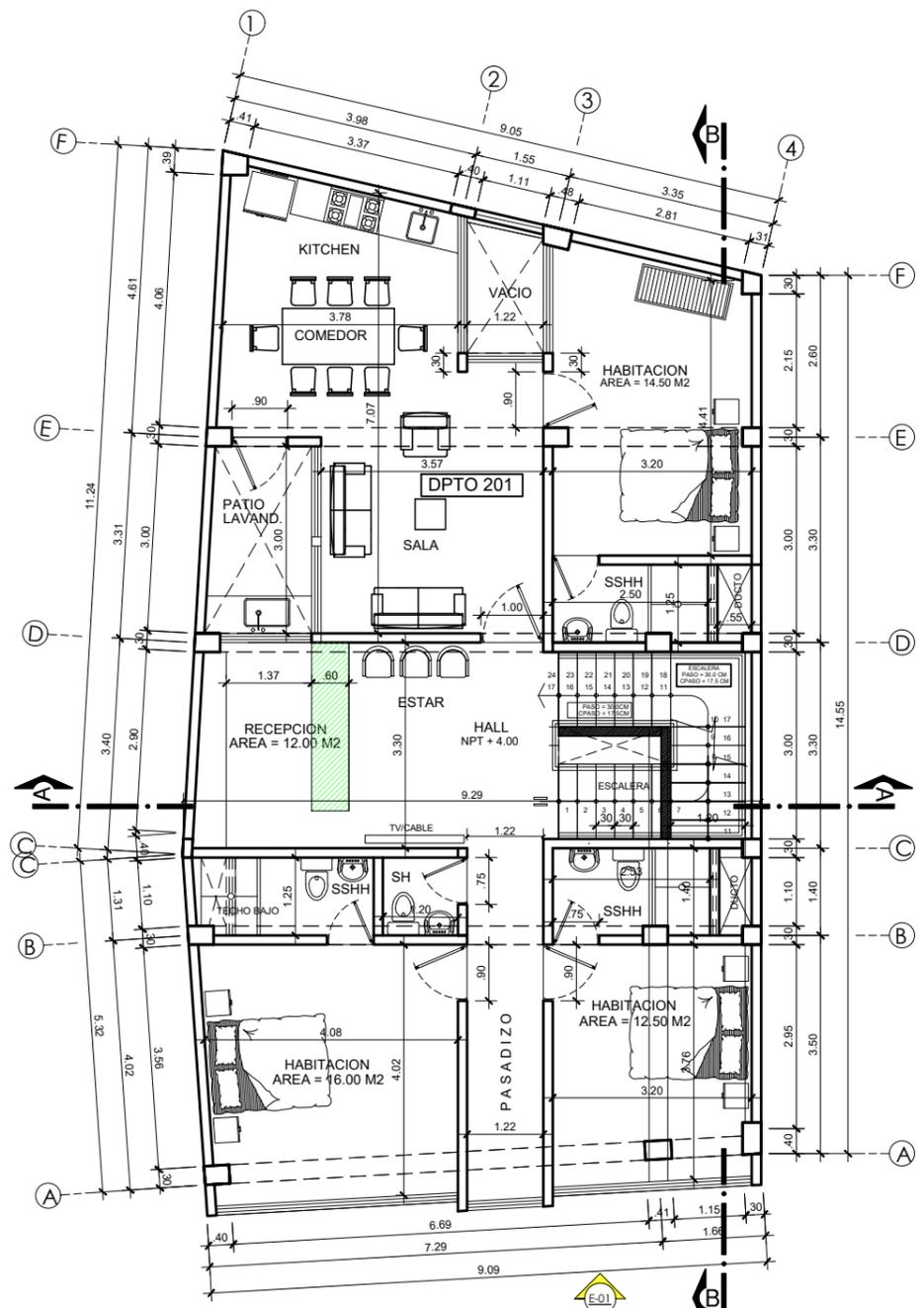
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE	
SOLADOS	: Concreto simple f _c =100 Kg/Cm ²
PISOS	: f _c =140 Kg/cm ²
CONCRETO ARMADO	
CIMENTACION	: f _c =210 Kg/cm ²
SOBRECIMENTOS	: f _c =175 Kg/cm ²
RESTO ESTRUCTURA	: f _c =210 Kg/cm ²
REFUERZO	: f _y =4200 Kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.
SUELO	
RESISTENCIA ADMISIBLE	: 0.97 Kg/cm ² .
SISTEMA ESTRUCTURAL	
DIRECCION X-X	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h)≤0.007
DIRECCION Y-Y	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h)≤0.007
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.

CUADRO DE AREAS	
DESCRIPCION	AREA M2
AREA DE TERRENO	= 141.00 M2
AREA TECHADA PRIMER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TERCER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA CUARTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA QUINTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TOTAL	= 612.50 M2

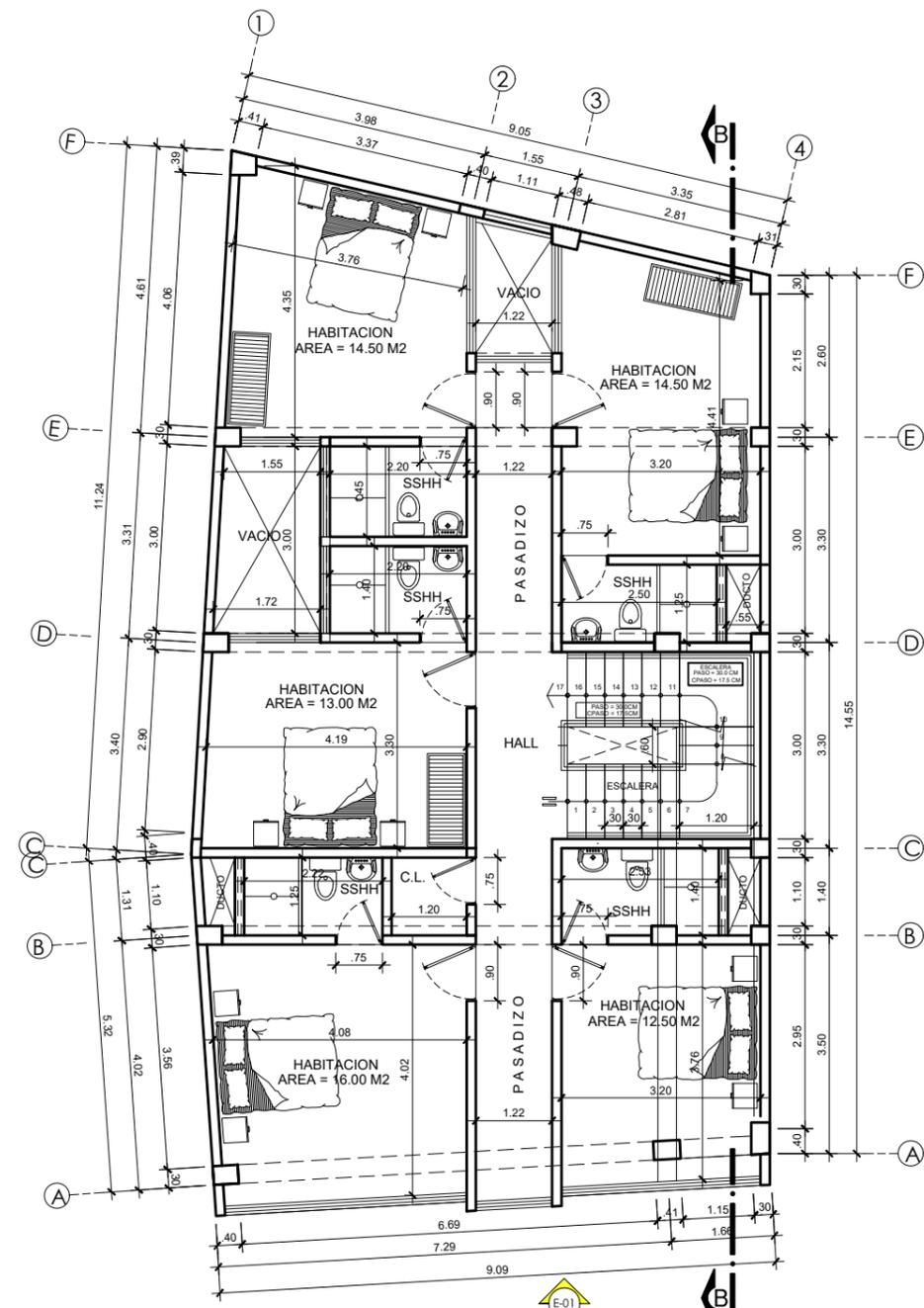


PLANTA: PRIMER NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"	
BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA		PLANO: ARQUITECTURA : DISTRIBUCION PRIMER NIVEL	
ACESOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023
	DISTRITO: JAEN	PROVINCIA: JAEN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
			LAMINA: A-01



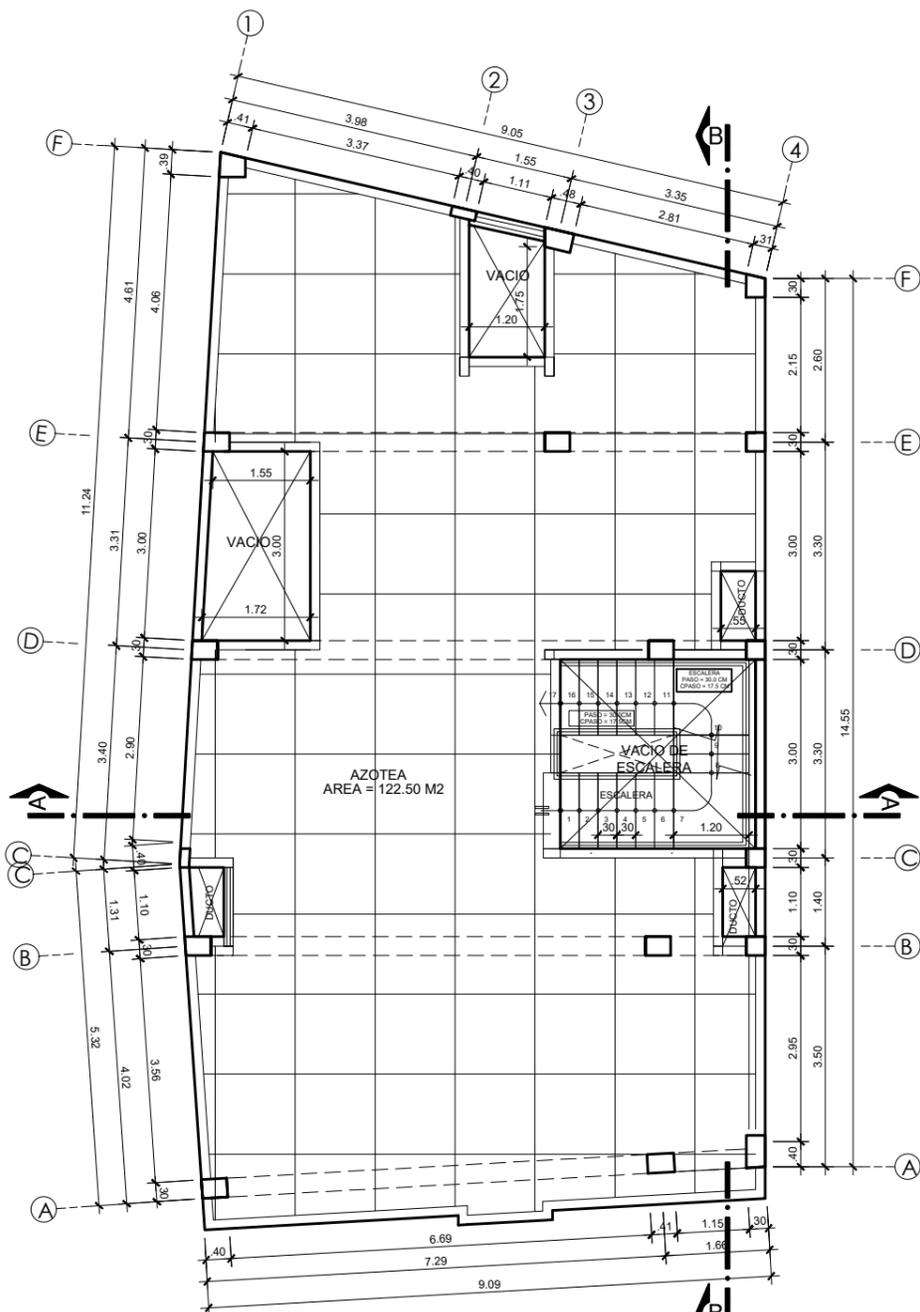
PLANTA: SEGUNDO NIVEL
escala: 1/50



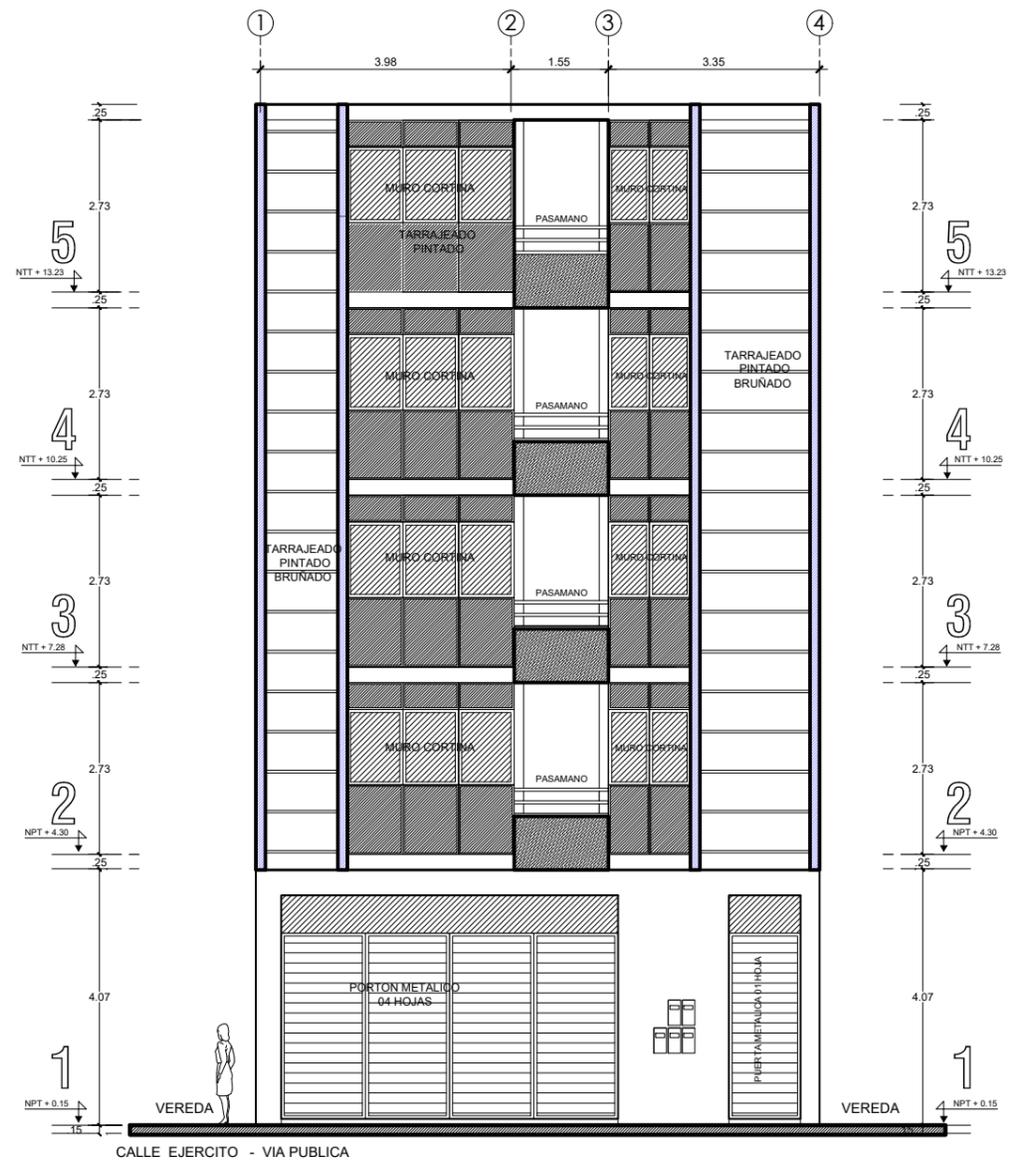
PLANTA: 3ER y 5TO NIVEL
escala: 1/50

CUADRO DE AREAS	
DESCRIPCION	AREA M2
AREA DE TERRENO	= 141.00 M2
AREA TECHADA PRIMER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TERCER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA CUARTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA QUINTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TOTAL	= 612.50 M2

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"	
BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA		PLANO: ARQUITECTURA : DISTRIBUCION PRIMER NIVEL	
ACESOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD: ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023	LAMINA: A-02
DISTRITO: JAEN	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	



PLANTA: AZOTEA
escala: 1/50



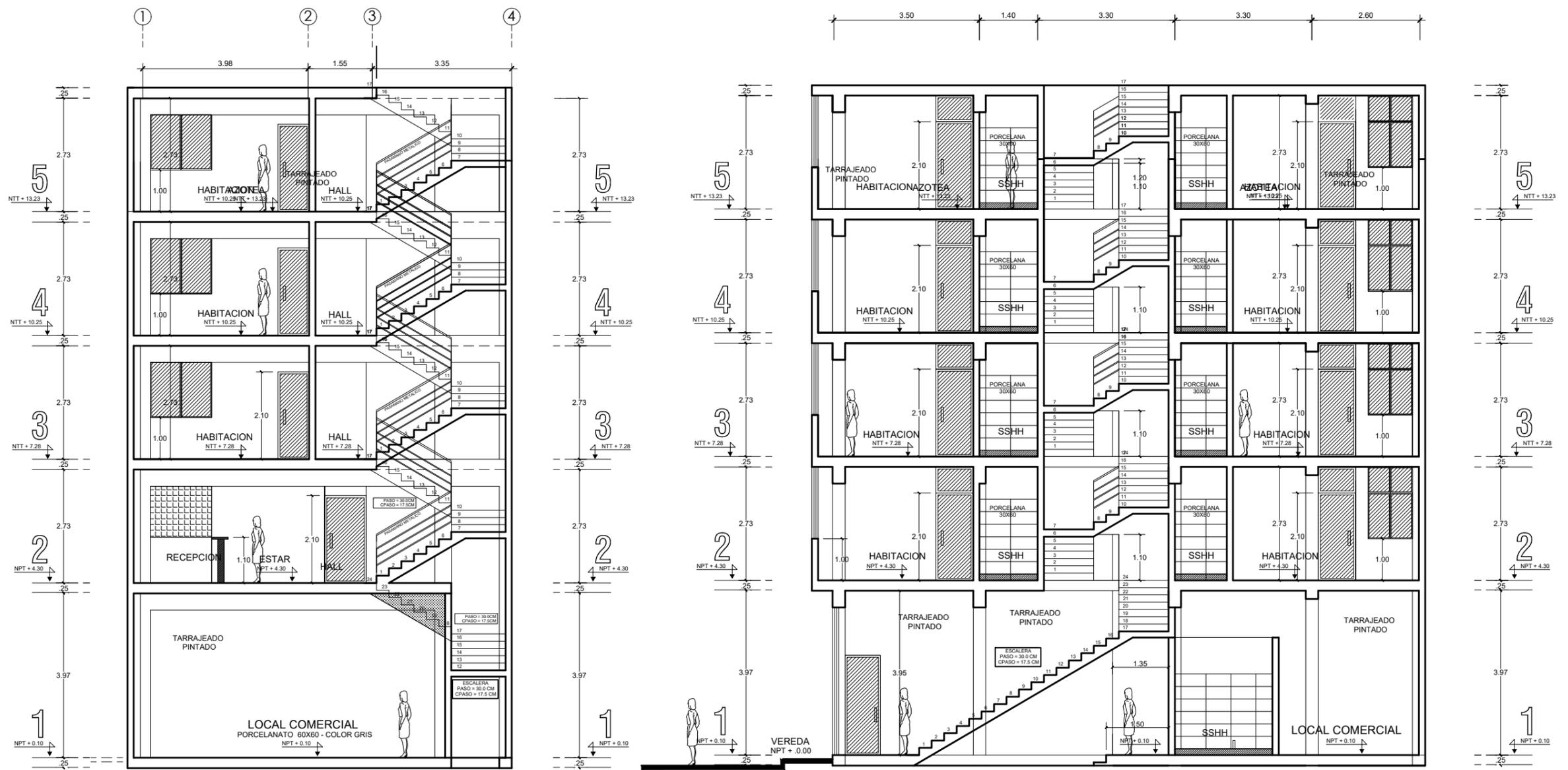
ELEVACION
escala: 1/50

CUADRO DE AREAS	
DESCRIPCION	AREA M2
AREA DE TERRENO	= 141.00 M2
AREA TECHADA PRIMER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TERCER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA CUARTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA QUINTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TOTAL	= 612.50 M2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"	
BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA		PLANO: ARQUITECTURA : DISTRIBUCION PRIMER NIVEL	
ACESOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD: DISTRICTO: JAEN	ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023
	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	LAMINA: A-03

9 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

H A B C D E F H



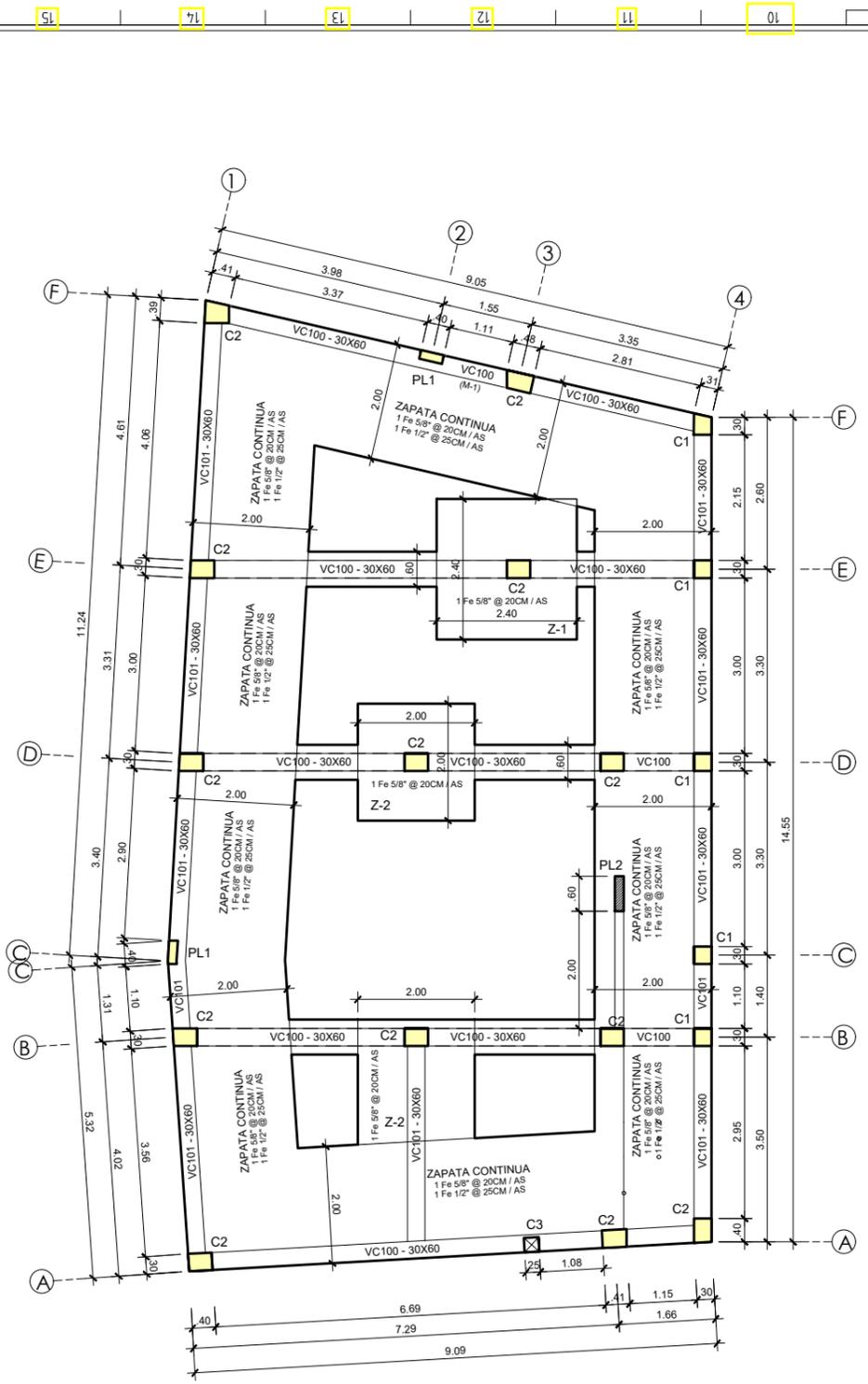
SECCION " A - A "
escala: 1/50

SECCION " B - B "
escala: 1/50

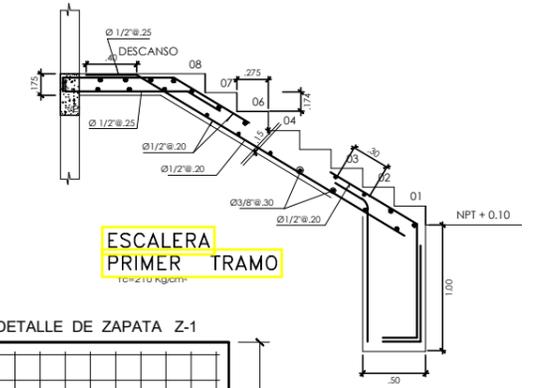
CUADRO DE AREAS	
DESCRIPCION	AREA M2
AREA DE TERRENO	= 141.00 M2
AREA TECHADA PRIMER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA SEGUNDO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TERCER NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA CUARTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA QUINTO NIVEL	= 122.50 M2
AREA TECHADA TOTAL	= 612.50 M2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"	
BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA		PLANO: ARQUITECTURA : DISTRIBUCION PRIMER NIVEL	
ACESOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023
	DISTRITO: JAEN	PROVINCIA: JAEN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
			LAMINA: A-04

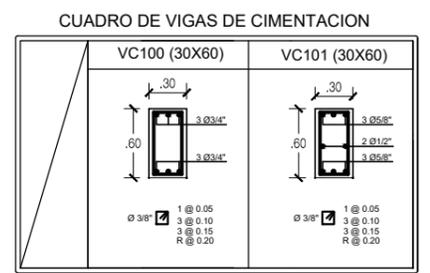
16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1



CIMENTACION
escala: 1/50

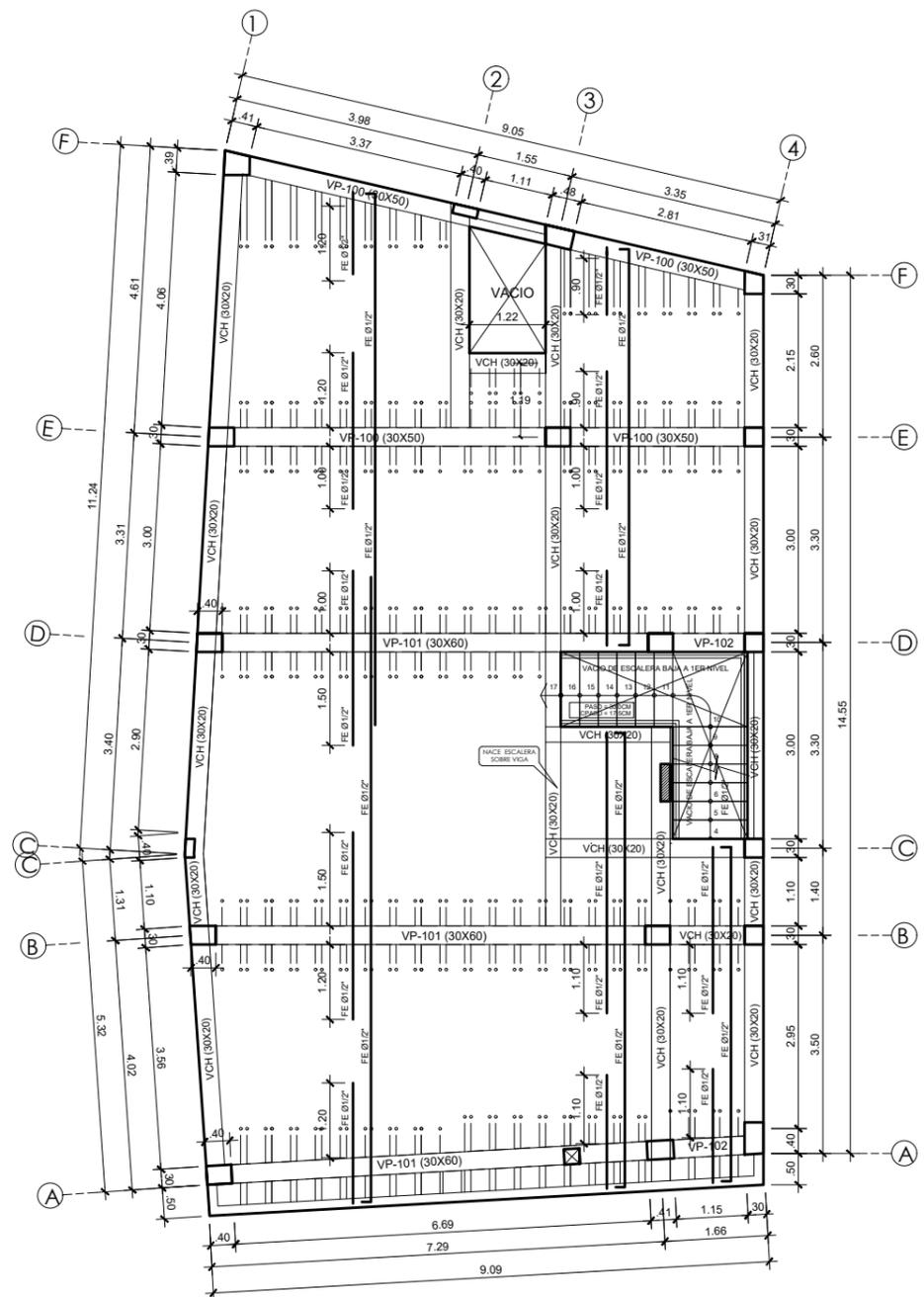


CUADRO DE COLUMNAS					
	C1	C2	C3	PL1	PL2
REFUERZO	4Ø3/4" 4Ø5/8"	4Ø3/4" 4Ø5/8"	6Ø1/2"	6Ø1/2"	8Ø1/2"
ESTRIBOS 2@.05, 3@.10, RTO@.20					



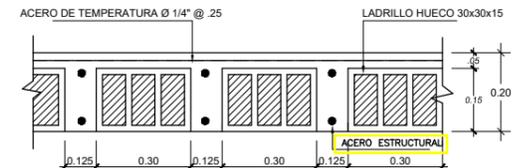
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE	
SOLADOS	: Concreto simple f'c=100 Kg/Cm2
PISOS	: f'c=140 Kg/cm2
CONCRETO ARMADO	
CIMENTACION	: f'c=210 Kg/cm2
SOBRECIMENTOS	: f'c=175 Kg/cm2
RESTO ESTRUCTURA	: f'c=210 Kg/cm2
REFUERZO	: fy=4200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.
SUELO	
RESISTENCIA ADMISIBLE	: 0.97 Kg/cm2.
SISTEMA ESTRUCTURAL	
DIRECCION X-X	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h) <= 0.007
DIRECCION Y-Y	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h) <= 0.007
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.

	BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA	TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"		
	ACESOR: Dr.Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	PLANO: ESTRUCTURAS : CIMENTACION	CAD: ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023



ALIGERADO PRIMER NIVEL
 escala: 1/50

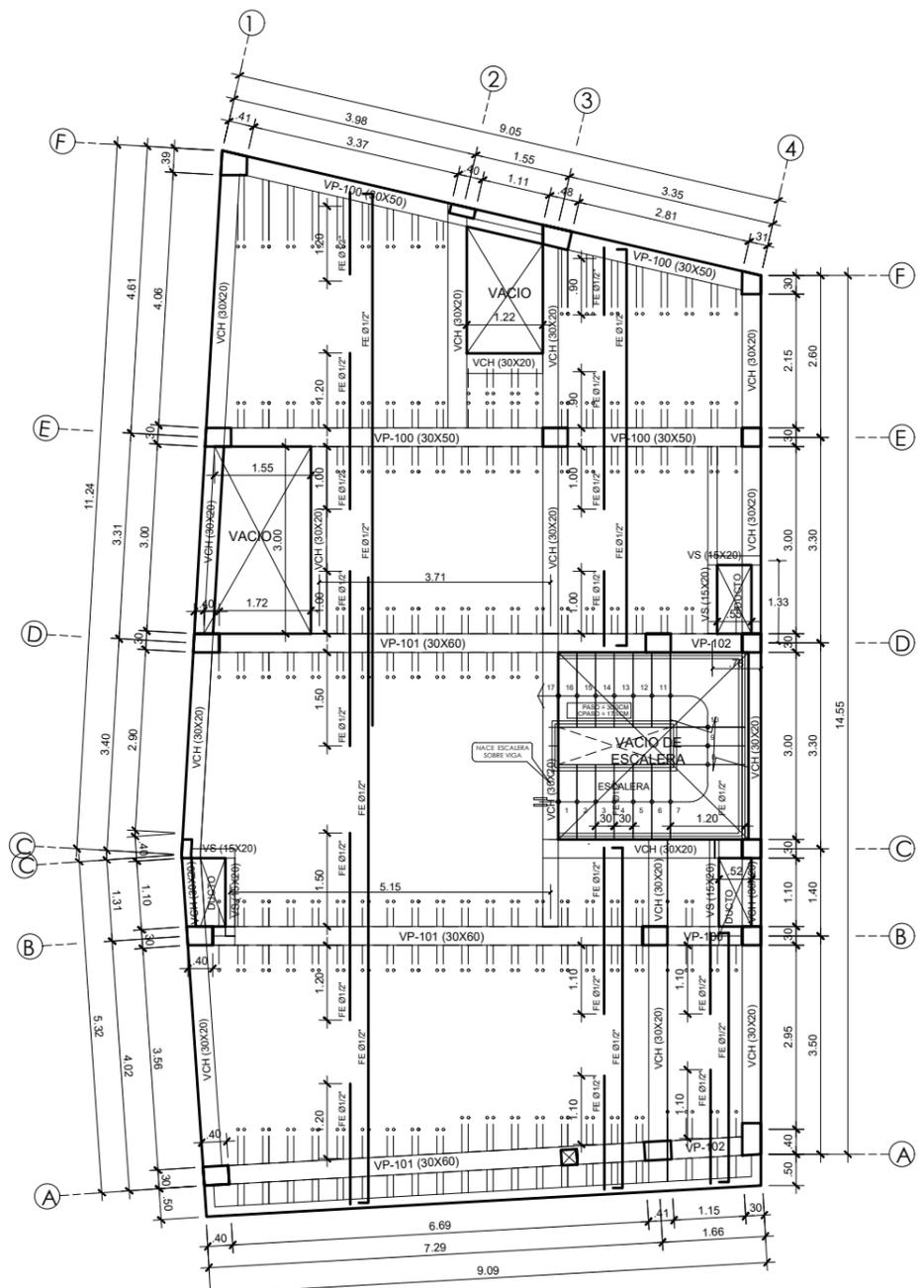
CUADRO DE VIGAS DE ALIGERADO			
VP-100 (30X50)	VP-101 (30X60)	VCH - 30X20	VS 15X20
6 Ø3/4" + 2 Ø5/8" <small>Ø3/4" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</small>	8 Ø3/4" + 2 Ø5/8" <small>Ø3/4" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</small>	4 Ø5/8" + 2 Ø1/2" <small>Ø3/4" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</small>	2 Ø1/2" <small>Ø3/4" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20</small>



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO
 ESC : 1/10

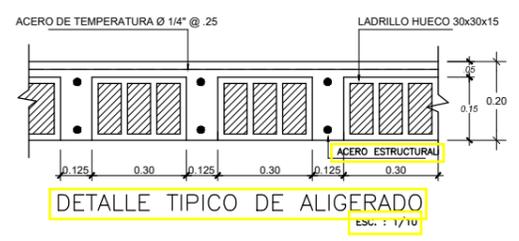
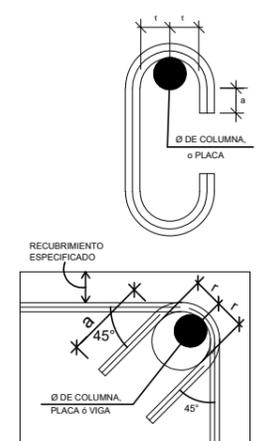
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE	
SOLADOS	: Concreto simple f'c=100 Kg/cm2
PISOS	: f'c=140 Kg/cm2
CONCRETO ARMADO	
CIMENTACION	: f'c=210 Kg/cm2
SOBRECIMENTOS	: f'c=175 Kg/cm2
RESTO ESTRUCTURA	: f'c=210 Kg/cm2
REFUERZO	: fy=4200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.
SUELO	
RESISTENCIA ADMISIBLE	: 0.97 Kg/cm2.
SISTEMA ESTRUCTURAL	
DIRECCION X-X	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h) <= 0.007
DIRECCION Y-Y	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h) <= 0.007
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA	TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN" PLANO: ESTRUCTURAS : ALIGERADO		
	ACESOR: Dr.Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD: ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023	LAMINA: E-02



ALIGERADO 2DO - 5TO NIVEL
escala: 1/50

CUADRO DE VIGAS DE ALIGERADO			
VP-100 (30X50)	VP-101 (30X60)	VCH - 30X20	VS 15X20
6 Ø3/4" + 2 Ø5/8"	8 Ø3/4" + 2 Ø5/8"	4 Ø5/8" + 2 Ø1/2"	2 Ø1/2"
⊔ Ø3/8" 2@.05, 3@.10, 4@.15, R@.20			



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE	
SOLIDOS	: Concreto simple f'c=100 Kg/Cm2
PISOS	: f'c=140 Kg/cm2
CONCRETO ARMADO	
CIMENTACION	: f'c=210 Kg/cm2
SOBRECIMENTOS	: f'c=175 Kg/cm2
RESTO ESTRUCTURA	: f'c=210 Kg/cm2
REFUERZO	: fy=4200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.
SUELO	
RESISTENCIA ADMISIBLE	: 0.97 Kg/cm2.
SISTEMA ESTRUCTURAL	
DIRECCION X-X	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h)≤0.007
DIRECCION Y-Y	: SISTEMA DUAL
	Deriva (D/h)≤0.007
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	: 5 cm.
VIGAS Y COLUMNAS PERALTADAS	: 4 cm.
VIGAS CHATAS	: 2 cm.
LOSAS	: 2 cm.

	TESIS: "DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO COMERCIAL HOSPEDAJE DE 5 NIVELES EN LA CIUDAD DE JAEN"		
	BACHILLER: WILMER JESUS MORE CARRANZA	PLANO: ESTRUCTURAS : CIMENTACION	
ACESOR: Dr.Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	CAD: 1/50	FECHA: AGOSTO-2023	LAMINA: E-03