

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Variación de la respuesta sísmica del pabellón II de la I.
E. N.º 41037 José Gálvez del distrito Miraflores,
Arequipa-Perú, aplicando un análisis sísmico estático no
lineal pushover con respecto a un análisis
pseudodinámico y un análisis tiempo - Historia**

Yony Silvestre Chino Calisaya

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : MG. SIMONE KARIM SOVERO ANCHEYTA
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 10 de Julio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

"VARIACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL PABELLÓN II DE LA I.E. N° 41037 JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO MIRAFLORES, AREQUIPA - PERÚ, APLICANDO UN ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER CON RESPECTO A UN ANÁLISIS PSEUDODINÁMICO Y UN ANÁLISIS TIEMPO - HISTORIA"

Autores:

1. YONY SILVESTRE CHINO CALISAYA – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 7 (siete) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA

A Dios, por mantenerme lleno de vida y estar siempre presente en cada paso que doy, y por brindarme la fortaleza y sabiduría para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Felipe y Felicitas, por darme la vida, por todo el amor que me brindan como padres, por el esfuerzo y sacrificio que hacen por apoyarme a lograr mis objetivos, por ser mis ejemplos como persona y mi inspiración en el camino hacia el éxito.

A mis hermanos Edwin, Mijael, Raúl y Amalia; por estar siempre en todo momento conmigo.

A todos mis amigos y amigas, por todos sus buenos consejos y por acompañarme en el camino hacia a mis metas.

Índice de Contenidos

RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Problema general	2
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.2.1. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.1. Objetivos específicos	2
1.3 Justificación e importancia	3
1.4. Delimitación del proyecto	3
1.5 Hipótesis y descripción de variables.....	4
1.5.1 Variables.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes del problema.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	5
2.2 Bases teóricas	6
2.2.1. Análisis sísmico de edificaciones	6
2.2.2. Parámetros de diseño sismorresistente	7
2.2.3. Configuración estructural	8
2.2.4. Análisis sismorresistente Pseudodinámico	8
2.2.5. Análisis dinámico tiempo historia	9
2.2.6. Análisis estático no lineal (Pushover).....	9
2.2.7. Respuesta sísmica	12
2.3 Definición de términos básicos.....	13
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	15
3.1 Método y alcance de la investigación.....	15
3.1.1. Tipo de investigación.....	15
3.1.2. Enfoque de investigación.....	15
3.1.3. Método de investigación.....	15
3.1.4. Alcance de investigación.....	15
3.2. Diseño de la investigación	15
3.3 Población, muestra y muestreo	15
3.3.1 Población y muestra.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.4.1 Técnicas de investigación.....	16
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos	16
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	18
4.1. Características de la edificación	18
4.2. Modelo Numérico.....	19
4.3. Análisis Sísmico Pseudodinámico (Modal espectral).....	27
4.4. Análisis Sísmico Tiempo Historia	35
4.5. Análisis Estático no lineal Pushover.....	50
4.5. Discusión de resultados	64
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	73

Índice de Tablas

Tabla 1: Factores de zonificación (NTE E.030).	7
Tabla 2: Parámetros de sitio (NTE E.030).	7
Tabla 3: Periodos (NTE E.030).	7
Tabla 4: Sismos de análisis propuesto por COMITÉ VISIÓN 2000	11
Tabla 5: Límites de derivas máximas (Norma E.030)	13
Tabla 6: Derivas en la dirección “X”	32
Tabla 7: Derivas en la dirección “Y”	32
Tabla 8: Diferencia de derivas entre modelos en la dirección “X”	33
Tabla 9: Diferencia de derivas entre modelos en la dirección “Y”	33
Tabla 10: Desplazamientos en la dirección “X”	34
Tabla 11: Desplazamientos en la dirección “Y”	34
Tabla 12: Fuerzas cortantes en la base en las direcciones “X” y “Y”	34
Tabla 13: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 1	42
Tabla 14: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 1	42
Tabla 15: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 2	43
Tabla 16: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 2	43
Tabla 17: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 3	44
Tabla 18: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 3	44
Tabla 19: Diferencia de derivas de los tres modelados para los tres sismos.	45
Tabla 20: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 1	46
Tabla 21: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 1	46
Tabla 22: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 2	47
Tabla 23: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 2	47
Tabla 24: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 3	48
Tabla 25: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 3	48
Tabla 26: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 1	49
Tabla 27: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 2	49
Tabla 28: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 3	49
Tabla 30: Máximas derivas, desplazamientos y fuerzas cortantes en el análisis sismorresistente pseudodinámico (modal espectral)	64
Tabla 31: derivas máximas en el análisis sismorresistente tiempo historia	65
Tabla 32: Desplazamientos máximos en el análisis sismorresistente tiempo historia	65
Tabla 33: Fuerza cortante en la base máximos en el análisis sismorresistente tiempo historia	66

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez. Fuente: (Google Maps 2023)	4
Figura 2: Curva de capacidad idealizada. Tomada de FEMA 356,2000	10
Figura 3. Objetivos de desempeño sísmico recomendado para edificios (SEOAC Vision 2000 Committe, 1995).....	11
Figura 4: Desplazamientos de una estructura y alturas de entre piso	12
Figura 5: Ficha de recolección de datos.....	17
Figura 6: Asignación de propiedades del concreto y acero en Etabs.....	20
Figura 7: Creación de la sección de VP-101, 201 y 301.....	20
Figura 8: Creación de las secciones Placa de espesor 0.15 y 0.25m	21
Figura 9: Creación de la sección de PL-1 y su acero de refuerzo.....	21
Figura 10: Creación de la sección de PL-4 y su acero de refuerzo.....	22
Figura 11: Creación de PL-4, tipo placa en la dirección “Y” y columna en “X”	22
Figura 12: Vista tridimensional y planta modelo 1 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"	23
Figura 13: Vista tridimensional y planta modelo 2 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"	23
Figura 14: Vista tridimensional y planta modelo 3 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"	24
Figura 15: Patrones de carga de la estructura	24
Figura 16: Definición de masa y factores de patrones de carga	24
Figura 17: Asignación de cargas muertas distribuidas, modelo 1	25
Figura 18: Asignación de cargas vivas uniformes, modelo 1	25
Figura 19: Asignación de diafragmas en todos los niveles, modelo 2.....	26
Figura 20:Asignación de brazos rígidos, modelo 2	26
Figura 21: Asignación de restricción en la base, modelo 1	27
Figura 22: Modos y periodos de vibración, modelo 2	27
Figura 23: Espectro de pseudo aceleraciones en las direcciones X y Y, modelo 1	28
Figura 24: Espectro de pseudo aceleraciones del pabellon II, en la dirección X, modelo 1.....	28
Figura 25: Espectro de pseudo aceleraciones del pabellón II, en la dirección Y, modelo 1.....	29
Figura 26: Casos de sismo dinámico en el software	29
Figura 27: Fuerzas cortantes en la base del modelo 1	30
Figura 28: Fuerzas cortantes en la base del modelo 2	30
Figura 29: Fuerzas cortantes en la base del modelo 3	31
Figura 30: Combinaciones para el sismo dinámico en el software, modelo 1.....	32
Figura 31: Derivas de entre piso de la edificación en las direcciones “X” y “Y”	32
Figura 32: Desplazamientos del análisis pseudodinámico.....	33
Figura 33: Tiempos y aceleraciones del sismo de Lima de 1974 (CISMID).....	36
Figura 34: Tiempos y aceleraciones del sismo de Moquegua de 2001 (CISMID).....	37
Figura 35: Tiempos y aceleraciones del sismo de Ica 2007 (CISMID).....	38
Figura 36: Creación registro del sismo de Lima 1974.....	39
Figura 37: Creación registro del sismo de Moquegua 2001	39
Figura 38: Creación registro del sismo de Ica 2007.	40
39: Acelerogramas Lima 1974 escalado	40
Figura 40: Acelerogramas Moquegua 2001 escalado.....	41
Figura 41: Acelerogramas Moquegua 2001 escalado.....	41

Figura 42: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 1	42
Figura 43: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 2	43
Figura 44: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 3	44
Figura 45: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 1	46
Figura 46: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 2	47
Figura 47: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 3	48
Figura 48: propiedades no lineales del concreto.....	51
Figura 49: Propiedades no lineales del acero.....	51
Figura 50: Asignación de cuantías de acero en VP 102, 202, 303.....	52
Figura 51: asignación de acero PL 02 1er y 2do nivel.....	52
Figura 52: Carga gravitacional no lineal.....	53
Figura 53: Carga gravitacional no lineal.....	53
Figura 54: Asignación de rotulas plásticas en Vigas y Columnas.....	54
Figura 55: Asignación de rotulas plásticas en Placas	54
Figura 56: Aparición de rótulas plásticas para el modo 7 en VP-102,202,203. En la dirección “X”.	55
Figura 57: Rótulas plásticas para el modo 10 en la dirección “X”.	55
Figura 58: Aparición de rótulas plásticas para el modo 3 en VP-109,209,309 y VP-409. En la dirección “Y”.	56
Figura 59: Rótulas plásticas para el modo 10 en la dirección “Y”.	56
Figura 60: Curva capacidad dirección “X”	57
Figura 61: Curva capacidad dirección “Y”	57
Figura 62: espectros de demanda según FEMA 440	58
Figura 63: espectros de demanda según FEMA 440	59
Figura 64: Punto de desempeño para sismo frecuente en la dirección “X”	60
Figura 65: Punto de desempeño para sismo frecuente en la dirección “Y”	60
Figura 66: Punto de desempeño para sismo Ocasional en la dirección “X”	61
Figura 67: Punto de desempeño para sismo Ocasional en la dirección “Y”	61
Figura 68: Punto de desempeño para sismo Raro en la dirección “X”	62
Figura 69: Punto de desempeño para sismo Raro en la dirección “Y”	62
Figura 70: Punto de desempeño para sismo Muy Raro en la dirección “X”	63
Figura 71: Punto de desempeño para sismo Muy Raro en la dirección “Y”	63

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar cómo varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente estático no lineal Pushover, con respecto a un análisis pseudodinámico y un análisis dinámico tiempo historia. Se realizó la evaluación de la variación de las respuestas sísmicas utilizando tres métodos de análisis, finalmente con el método menos desfavorable mejorar la configuración estructural y evitar un colapso inminente de la estructura. El análisis sismorresistente estático no lineal se realizó utilizando las normas ATC-40 y FEMA-440, mientras que para el análisis sismorresistente pseudodinámico y tiempo historia se empleó la NTE E.030. Con los datos existentes de la edificación, se ha obtenido el modelo matemático en el software Etabs. En el análisis no lineal se verificó los niveles de desempeño sísmico, niveles de amenaza sísmica y objetivos de desempeño, obteniendo los desplazamientos y fuerzas cortantes. Mientras que, con el análisis pseudodinámico se obtuvo los desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas. Así mismo, para el análisis sismorresistente tiempo historia se ha tomado los acelerogramas de los sismos de Lima 1974, Moquegua 2001 e Ica 2007 en los que se obtuvo los desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas permitidas por la norma E.030.

Palabras clave: análisis estático no lineal, análisis pseudodinámico, análisis tiempo historia, respuesta sísmica.

ABSTRACT

The present research work had as its main objective to evaluate how the seismic response of pavilion II of the I.E. No. 41037 José Gálvez of the Miraflores district, Arequipa - Peru, applying a nonlinear Pushover static seismic resistant analysis, with respect to a pseudodynamic analysis and a dynamic time history analysis. The evaluation of the variation of the seismic responses was carried out using three methods of analysis, finally with the least unfavorable method to improve the structural configuration and avoid an imminent collapse of the structure. The nonlinear static seismic resistant analysis was performed using the ATC-40 and FEMA-440 standards, while for the pseudodynamic and time history seismic resistant analysis the NTE E.030 was employed. With the existing building data, the mathematical model has been obtained in the Etabs software. In the nonlinear analysis the seismic performance levels, seismic hazard levels and performance objectives were verified, obtaining the displacements and shearing forces. Whereas, with the pseudodynamic analysis the displacements, shearing forces and drifts were obtained. Likewise, for the seismic resistant time history analysis the accelerograms of the Lima 1974, Moquegua 2001 and Ica 2007 earthquakes have been taken in which the displacements, shear forces and drifts allowed by standard E.030 were obtained.

Keywords: Nonlinear static analysis, pseudodynamic analysis, time history analysis, seismic response.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país altamente sísmico, ya que se ubica en el Cinturón de Fuego del Pacífico. Los últimos sismos ocurridos, han evidenciado muchas deficiencias en la respuesta sísmica de las edificaciones. Por ello, en la actualidad es necesario la implementación de análisis sísmicos más rigurosos, sobre todo para edificios de características esenciales tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades, establecimientos de salud, etc. (1)

En la Norma Técnica de Edificaciones (NTE E.030, 2018), se contemplan dos métodos de análisis sísmico: el método pseudodinámico (modal espectral) y el método tiempo historia. (2) En estos métodos se considera que la deformación es proporcional a la fuerza, es decir, la respuesta sísmica es directamente proporcional a la excitación generada por un sismo. Así mismo, se considera que el comportamiento de las propiedades de los materiales es lineal elástico, que cumple con la ley de Hooke.

Sin embargo, existen métodos más rigurosos, entre ellos el análisis sísmico estático no lineal o Pushover, que permite evaluar la respuesta sísmica de una edificación en el rango inelástico, considerando las propiedades de los elementos estructurales. En este método se analiza el comportamiento de cada elemento estructural a través de la introducción de rotulas plásticas. Este análisis se aproxima más al comportamiento real de la estructura, puesto que, los materiales tienen una deformación no lineal elástico o inelástico dependiendo de la fuerza aplicada. (3)

En el presente trabajo de investigación se propone evaluar la variación de la respuesta sísmica de un edificio para uso educativo de 4 niveles, aplicando el análisis sísmico estático no lineal Pushover en base a las normas ATC-40 y FEMA-440 con respecto al análisis sísmico resistente pseudodinámico y el análisis tiempo historia que se realizará bajo los parámetros de la NTE E.030. El objetivo es determinar las diferencias y definir con cuál de los tipos de análisis es más crítico la respuesta sísmica.

La estructura en evaluación es el pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa – Perú; según la NTE E.030, se encuentra en una zona sísmica 3, tiene un sistema estructural de concreto armado y muros estructurales, según su uso es de categoría “A” (edificaciones esenciales), no presenta irregularidades en planta ni altura; en dicha estructura se distribuye ambientes para laboratorios, depósitos y aulas pedagógicas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

La humanidad ha enfrentado muchos fenómenos naturales, entre ellos, los sismos. Estos fenómenos se generan debido a la acumulación de energía en la litosfera de la tierra. Por lo que la necesidad de liberar dicha energía a través de temblores y terremotos hacia la superficie es inminente. Las consecuencias de este fenómeno natural, así como el colapso de edificaciones es un tema de estudio importante para evitar pérdidas de vidas, daños materiales y económicos. (4)

El Continente Americano no es ajeno a la presencia de sismos puesto que, por su territorio bordea el denominado Círculo Sísmico Circumpacífico donde los sismos liberan más del 80% del total de la energía cada año. Así mismo, América del sur es una región de mucha actividad sísmica a nivel mundial, por su historial de presencia de sismos de gran magnitud. (5)

En el contexto nacional, los eventos sísmicos se presentan de manera permanente. El Perú se encuentra en una región con alta actividad sísmica, producida por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. Este proceso genera una acumulación de energía que, al ser liberada origina sismos de magnitudes considerables. (6)

Ante uno de los sismos más grandes registrados en el Perú, ocurrido el 15 de agosto del 2007, evaluadores de Earthquake Engineering Research Institute (EERI) y de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) realizaron inspecciones a infraestructuras educativas. Como resultado encontraron 118 centros de educación afectados y 18 destruidos. (7) En su mayoría, los centros educativos correspondían a construcciones de concreto armado aporticado con tabiquería de relleno y, en algunos casos, presentaban paneles unidos rígidamente a los elementos estructurales que sufrieron severos agrietamientos. (7)

En la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente se tipifica a las edificaciones de uso educativo con categoría esencial, pues son instalaciones cuyo funcionamiento no debería de interrumpirse luego de un evento sísmico severo. Además, en la norma E.030, se considera únicamente un nivel de desempeño (seguridad de vida) y un nivel único de amenaza (sismo severo), lo cual es un supuesto un poco alejado de la realidad. (8)

El análisis sísmico dinámico lineal se puede realizar con dos métodos, espectro de respuesta o a través de un análisis tiempo – historia, en los que el comportamiento de la estructura se calcula con una combinación lineal de diferentes modos de vibración, siendo constante el periodo de la estructura en cada modo durante el evento sísmico. (9)

Sin embargo, existen métodos de análisis estructural basados en desempeño sísmico, tal como el análisis estático no lineal Pushover. Este método a través de esquemas de evaluación

permite analizar los elementos estructurales en el estado inelástico y permite verificar los daños que experimentan estos elementos al ser sometidos a una determinada demanda sísmica. (10)

Por las razones descritas en párrafos anteriores, la formulación del problema se plantea con la siguiente pregunta: ¿Cómo varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis estático no lineal (Pushover), con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia?

1.1.1. Problema general

¿Cómo varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia?

1.1.2. Problemas específicos

PE 01. ¿Cómo varía las distorsiones de entre piso del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis estático no lineal (Pushover), con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia?

PE 02. ¿Cómo varía las fuerzas cortantes en la base del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis estático no lineal (Pushover), con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia?

PE 03. ¿Cómo varía los desplazamientos laterales del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis estático no lineal (Pushover), con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia?

1.2.1. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar como varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente estático no lineal Pushover, con respecto a un análisis pseudodinámico y un análisis dinámico tiempo historia.

1.2.1. Objetivos específicos

OE 01. Evaluar la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente estático no lineal Pushover.

OE 02. Evaluar la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente análisis pseudodinámico.

OE 03. Evaluar la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente dinámico tiempo historia.

1.3 Justificación e importancia

Los últimos acontecimientos sísmicos ocurridos en el Perú permiten entender la importancia del análisis sismo resistente de edificaciones para uso educativo. Peñaloza refiere que, ante el elevado grado de actividad sísmica en el Perú, las edificaciones esenciales como las instituciones educativas deben ser estructuradas y verificadas por métodos de diseños nacionales e internacionales, ya que deben servir para alojamientos y evacuaciones luego de la ocurrencia de un desastre. (1)

En el presente trabajo de investigación se pretende conocer la variación de la respuesta sísmica de una edificación para uso educativo, utilizando las normativas, así como ATC-40 y la norma FEMA-440, de la NTE E.030. Los resultados del Pushover se compararán con los del análisis modal espectral y tiempo historia, para determinar las diferencias y ver con cuál de los métodos de análisis sísmico utilizado se obtuvo respuesta sísmica más desfavorable frente a los sismos.

El análisis sismorresistente para la obtención de la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, servirá de guía para futuros diseños y sugerirá implementarse a nuestra normativa nacional, también beneficiará a los pobladores, estudiantes y en general al contar con una infraestructura más segura en cuanto al análisis sismorresistente.

1.4. Delimitación del proyecto

La infraestructura educativa pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez, de encuentra en la región costa del Perú, ubicada en:

Distrito: Miraflores
Provincia: Arequipa
Departamento: Arequipa
País: Perú



Figura 1. Ubicación del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez. Fuente: (Google Maps 2023)

1.5 Hipótesis y descripción de variables

El análisis sísmico estático no lineal Pushover permite evaluar de mejor manera la respuesta sísmica de una edificación del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia.

1.5.1 Variables

VI. Características estructurales de la edificación

VI. Parámetros de análisis sismorresistente de la edificación

VD. Respuesta sísmica de la edificación con un análisis Pseudodinámico

VD. Respuesta sísmica de la edificación con un análisis Tiempo - Historia

VD. Respuesta sísmica de la edificación con un análisis estático no lineal Pushover

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Este método de análisis estático no lineal, ha sido materia de investigación y empleo en diversas partes del mundo. Sin embargo, pocas veces ha sido comparado con los diseños lineales en edificaciones para uso educativo.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Tapia y Villaviencio en su tesis “Comparación de resultados entre análisis sísmico dinámico modal espectral y análisis estático no lineal (Pushover) del edificio centinela Town House 300 de 4 niveles ubicado en la provincia de santa elena”, de sistema estructural dúctiles con pórticos. Plantea realizar un comparativo de resultados de un análisis sísmico modal espectral y estático no lineal Pushover utilizando el software Etabs, basados en las normas NEC 2015 y ACI 318 -14 respectivamente. Como resultado obtuvo que el comportamiento de la estructura cumple con los requerimientos sismorresistentes para ambas normas. El análisis estático no lineal le permitió comprobar que la estructura es altamente dúctil. (11)

Alonso en su tesis de master denominado “cálculo sísmico de estructuras convencionales de edificación aplicando métodos lineales y no lineales implementados en diferentes normas”, plantea mostrar la importancia y las ventajas entre los métodos de cálculo sísmico resistente. Entre estas usó los métodos lineales o convencionales llamados métodos basados en fuerzas y las no lineales conocidos como métodos basados en desplazamientos. Como resultado obtuvo que los cálculos estáticos lineales no son representativos respecto a la respuesta de la estructura y observó una disminución de desplazamientos con la aplicación de cálculos no lineales. Por ello, recomienda realizar cálculos con la filosofía no lineal a nivel de desempeño por presentar ventajas respecto al diseño tradicional lineal. (12)

Espinoza y Paredes en su tesis “Análisis de vulnerabilidad sísmica de una estructura especial de hormigón armado de cinco pisos ubicada en la ciudad de Cuenca”, plantea un objetivo de determinar el nivel de desempeño de una edificación para uso educativo mediante un análisis lineal y no lineal estático, Ha obtenido como resultado que la edificación no cumple con la configuración de un diseño sísmico resistente según las normativas, recomienda para este tipo de trabajos obtener datos precisos y el análisis sea más real. (13)

2.1.2. Antecedentes nacionales

Eduardo en su tesis “Verificación de la confiabilidad del análisis dinámico espectral mediante el análisis no lineal (push-over) de un edificio de 5 niveles”, plantea como objetivo principal verificar el desempeño sísmico mediante el Análisis “Pushover” una estructura diseñada con el método modal espectral. Obtuvo como conclusión que el análisis convencional no cumple con los requerimientos del análisis estático no lineal Pushover. Recomienda utilizar

el análisis Pushover luego de realizar el diseño estructural, puesto que permite predecir la estabilidad o su colapso de la estructura. (14)

Mamani en su tesis “evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio de oficinas, analizado y diseñado con el método convencional”, plantea como objetivo evaluar el desempeño sísmico de un edificio destinado a oficinas de 6 pisos, los cuales están diseñadas con la noma peruana E.030 y analizada con las normas FEMA 356 (200) y ATC 40 (1996). Obtuvo como resultado, el desempeño del edificio cumple con la norma E.030 y también cumple con el objetivo básico de la norma FEMA 356, el autor recomienda continuar estudiando los comportamientos estructurales en función a diferentes escenarios de sismos y proponer nuevos límites en distorsiones laterales. (15)

Martínez en su tesis denominado “Evaluación de la vulnerabilidad estructural, mediante el análisis estático no lineal, a la I.E. 14011 Nuestra Señora del Pilar, distrito 26 de Octubre - 2021”, plantea un objetivo de evaluar la vulnerabilidad de la estructura, para ello realizó el análisis dinámico modal espectral y un análisis no lineal estático Pushover. Llegó a la conclusión que la estructura cumple con los requerimientos de ambos métodos de diseño, sin embargo, el análisis estático no lineal concluye que la vulnerabilidad estructural es baja. Sugiere se realice trabajos de vulnerabilidad a nivel de la región para tomar medidas oportunamente. (16)

Delgadillo en su trabajo “evaluación de riesgo sísmico de centros educativos de nivel secundario de la ciudad de Puno”, plantea como objetivo principal la evaluación de riesgos sísmicos de instituciones educativas, para ello utiliza la metodología de análisis rapid visual y el análisis tiempo historia. Obtiene como resultado que las edificaciones analizadas no llegan cumplir las exigencias mínimas de sismo resistencia según la norma E.030, recomienda realizar análisis por métodos no lineales para poder acercarse a los desplazamientos reales que genera un sismo. (3)

Delgadillo realizó una tesis titulada análisis no lineal estático de estructuras y la norma E.030, en la cual plantea como objetivo general demostrar la eficacia del análisis no lineal Pushover, basándose en las normas como el ATC-40 y FEMA-356, utilizando además los criterios de diseño sismo resistente de la norma peruana E.030. Como resultado concluye que el análisis no lineal Pushover permite conocer la magnitud del daño y poder calificar si son o no daños aceptables. Asimismo, recomienda verificar los diseños con los análisis no lineales por su cercanía a la realidad. (17)

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Análisis sísmico de edificaciones

Son un conjunto de lineamiento que deben contar los cálculos de edificaciones para cumplir con los principios fundamentales como son la prevención de vidas humanas, asegurar

la operatividad de servicios básicos y reducir los daños estructurales que pueda sufrir un edificio ante la ocurrencia de un evento sísmico. (2)

2.2.2. Parámetros de diseño sismorresistente

Se refiere a la amenaza sísmica que se presenta en un determinado lugar, considerando las condiciones de uso de la estructura y las características de la edificación. (2)

Zonificación (Z)

El factor Z de zonificación determina el peligro sísmico, indica la aceleración horizontal máxima del suelo rígido. El territorio peruano está dividido en cuatro zonas. (2)

Tabla 1: Factores de zonificación (NTE E.030).

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

Perfiles de suelo (s)

Para la clasificación se toma en cuenta la velocidad promedio en la que se propaga las ondas de corte, considerando el material que lo conforma el suelo. La norma considera cinco tipos de suelo para el análisis sísmico de una edificación. (2)

Parámetros de sitio (S, TP y TL)

Para estos factores se toma en cuenta el tipo de perfil que mejor represente las condiciones locales. (2)

Tabla 2: Parámetros de sitio (NTE E.030).

PARÁMETROS DE SITIO (S)				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 3: Periodos (NTE E.030).

PERÍODOS “TP” Y “TL”				
S0	S1	S2	S3	

TP(S)	0.3	0.4	0.6	1
TL(S)	3	2.5	2	1.6

Factor de uso (U)

La Norma E.030 especifica que una estructura debe se clasificada según el uso que ha de tener. Las categorías que considera son: las edificaciones esenciales, importantes, comunes y edificaciones temporales.

Sistema estructural (R)

Todos los elementos estructurales de concreto armado que forman parte de un sistema estructural serán considerados como pórticos, muros estructurales, dual o muros de ductilidad limitada. El sistema estructural depende del porcentaje de las fuerzas cortantes en la base de un tipo de elemento estructural predominante. (2)

Periodo fundamental (T)

Se refiere al tiempo que demora una estructura en dar una vibración, en una forma en que moviliza su mayor parte de masa, está en relación con la altura de la edificación y el sistema estructural de la misma. (2)

Espectro de pseudo aceleraciones

Consiste en el cálculo de las aceleraciones máximas para distintos periodos de vibraciones y para una fracción de amortiguamiento, estos tienen formas irregulares y presentan variaciones bruscas, pero influidos por los amortiguamientos son menos bruscos. Aun que muchas veces primero se calcula el espectro de desplazamiento relativo y al llevarlo en términos de masa, pues el espectro de respuesta se convierte en un espectro pseudo aceleración. (18)

2.2.3. Configuración estructural

Irregularidad en planta

Es un factor producto de las verificaciones de formas asimétricas en planta, discontinuidades de elementos, en los que la norma considera los siguientes tipos: irregularidad torsional, esquinas entrantes, discontinuidad en el diafragma y sistemas no paralelos. (2)

Irregularidad en altura

Es un factor que se atribuye según sea la configuración estructural de la edificación, la norma considera lo siguientes tipos de irregularidad: piso blando, irregularidad de masas, irregularidad geométrica y desplazamiento del plano vertical. (2)

2.2.4. Análisis sismorresistente Pseudodinámico

Este método de diseño permite determinar los modos de vibración de la edificación en un evento sísmico, también los periodos naturales y las masas participantes, los cuales se denominan espectro de diseño. (2)

2.2.5. Análisis dinámico tiempo historia

Según el capítulo 4 del artículo 27 de la norma E.030 - 2018 “diseño sismorresistente”, este análisis puede utilizarse para verificar el análisis estático y al análisis dinámico modal espectral. Por lo tanto, este análisis puede emplearse como un modelo matemático para evaluar el comportamiento histórico de los elementos estructurales, mostrando la respuesta sísmica ante las aceleraciones del terreno generado por un evento sísmico, constituyendo ecuaciones de equilibrio. (2)

2.2.6. Análisis estático no lineal (Pushover)

Es un análisis que permite obtener resultados de curva capacidad de un edificio, en relación a su cortante basal y desplazamiento. (19)

Los procedimientos de análisis no lineal que utiliza Pushover, uno de los métodos que se emplea es el espectro de capacidad y sobre todo dependen de tres principales elementos: demanda, capacidad y desempeño. (20)

Rótulas plásticas

Son si dispositivos de amortiguación de energía, poseen la capacidad de captar comportamientos no lineales de los elementos estructurales. (21)

El software Etabs permite aplicar rotulas plásticas para realizar un análisis Pushover, que se basa en las relaciones de tensión - extensión de los materiales. Las rotulas plásticas captan el comportamiento no lineal de los materiales en situaciones de: comportamiento histerético y de rotura. En Etabs las rotulas plásticas pueden ser insertadas en cualquier punto a lo largo del elemento, pues una rotula representa el comportamiento post desempeño en grados de libertad. (22)

Capacidad

La capacidad de una estructura es la suma de capacidades de resistencia y deformaciones de los elementos individuales de la estructura, una de las formas más convenientes de realizar la curva fuerza – desplazamiento consiste en partir de la relación entre la cortante basal y el desplazamiento del techo. (20)

La grafica de la capacidad refleja las características de desempeño de la estructura, para llegar a la aceptación de un objetivo de desempeño se debe realizar una estimación del desplazamiento máximo probable para un determinado movimiento de terreno. (20)

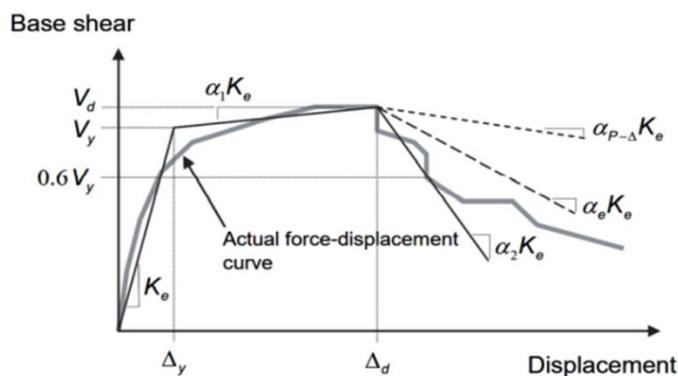


Figura 2: Curva de capacidad idealizada. Tomada de FEMA 356,2000

Demanda sísmica

Los patrones de desplazamiento horizontal en una estructura son producidos por los movimientos del suelo en un terremoto, los cuales pueden variar en el tiempo; para cada estructura en particular y un determinado movimiento de tierra, la demanda sísmica de desplazamiento es una apreciación de la respuesta máxima esperada del edificio en el momento del movimiento de la tierra. (20)

Desempeño sísmico

Es una comprobación a los elementos estructurales y no estructurales, que no presente daños mayores a los límites aceptables del objetivo de desempeño de una estructura para los desplazamientos y fuerzas implicados. (20)

El desplazamiento de la demanda suele ocurrir en un punto de desempeño, el cual es una condicionante de que la capacidad sísmica de la estructura sea igual a la demanda sísmica. (20)

Punto de desempeño

Es la intersección entre el espectro de capacidad y el espectro de demanda en un formato espectral (ADRS), con el único objetivo de obtener el nivel de desempeño deseado ante una demanda sísmica en particular. (20)

El punto de desempeño de una estructura representa el desplazamiento máximo esperado para un determinado movimiento de tierra generado por la demanda del terremoto. (20)

Nivel de desempeño

Son límites máximos de deriva máxima total e inelástica, para la estabilidad de la estructura la deriva máxima en el punto de desempeño del piso no debe exceder la cuantía de $0.33 V_i/P_i$, en donde se define v_i es la fuerza cortante y P_i es la carga de la gravedad. (20)

Existen cuatro niveles de desempeño, entre ellos: nivel ocupación inmediata en el que el sistema resiste cargas laterales y verticales y los daños son muy limitados, nivel control de daño en el que la vida de los ocupantes no está en peligro y los daños varían entre los límites

de ocupación inmediata y seguridad de vida, nivel seguridad de vida en el que los daños después del ocurrido de un sismo aún tienen un margen de seguridad de colapso, el nivel de estabilidad estructural en el que la estructura está al límite del colapso y en la supuesta replica colapsaría. (20)

Nivel de amenaza sísmica

Las estructuras tienen asignados una categoría de diseño sísmico y estas están relacionados con el nivel de amenaza sísmica, estos son como el uso y la ocupación de la estructura. (20)

Tabla 4: Sismos de análisis propuesto por COMITÉ VISIÓN 2000

SISMO	VIDA ÚTIL	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERIODO DE RETORNO
Frecuente	30 años	50%	43 años
Ocasional	50 años	50%	72 años
Raro	50 años	10%	475 años
Muy Raro	100 años	10%	970 años

Objetivo de desempeño

Es el resultado de la combinación de los niveles de desempeño de la estructura con la amenaza sísmica, son tomados en consideración del tipo de uso de la edificación, su importancia, entre otros aspectos. (20)

El COMITÉ VISIÓN 2000 presenta una matriz con diferentes objetivos de desempeño de una estructura, como se muestra en la imagen.

Sismos de Diseño	Nivel de Amenaza Sísmica	Nivel de Desempeño de la Estructura			
		Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad de Vida	Prevención del Colapso
Frecuente	43 años	Objetivos de seguridad crítica	Objetivos Esenciales	Objetivos Básicos	
Ocasional	72 años	Objetivos de seguridad crítica	Objetivos Esenciales	Objetivos Básicos	
Raro	475 años	Objetivos de seguridad crítica	Objetivos Esenciales	Objetivos Básicos	
Muy Raro	970 años	Objetivos de seguridad crítica	Objetivos Esenciales	Objetivos Básicos	Objetivos de seguridad crítica

Figura 3. Objetivos de desempeño sísmico recomendado para edificios (SEOAC Vision 2000 Committe, 1995)

Método FEMA 440

Es una representación gráfica de toda la curva de capacidad de desplazamientos de fuerza de manera global y realiza la comparación con las representaciones de los espectros de respuesta de las demandas de un terremoto. (23)

Para que el desempeño de la estructura sea óptimamente compatible con los objetivos del diseño, la estructura analizada debe poseer la capacidad de resistir la demanda generada por el terremoto (ATC-40 1996).

Norma ATC-40

Es un conjunto de procedimientos que permite la evaluación de estructuras existentes, basando en tres niveles de amenaza sísmica, obteniendo finalmente un objetivo de desempeño de una estructura. (20)

2.2.7. Respuesta sísmica

Es la reducción y control de las vibraciones de una edificación frente a un evento sísmico, conjunto de elementos que forman una estructura que absorberán una fracción de la energía sísmica que ingresa al sistema estructural. (20)

Desplazamientos

Se refiere a la distancia que se mueve un punto en el suelo desde una ubicación inicial generado por las ondas sísmicas, pues estas distancias son muy pequeñas llegan a medir centímetros o pulgadas. (24)

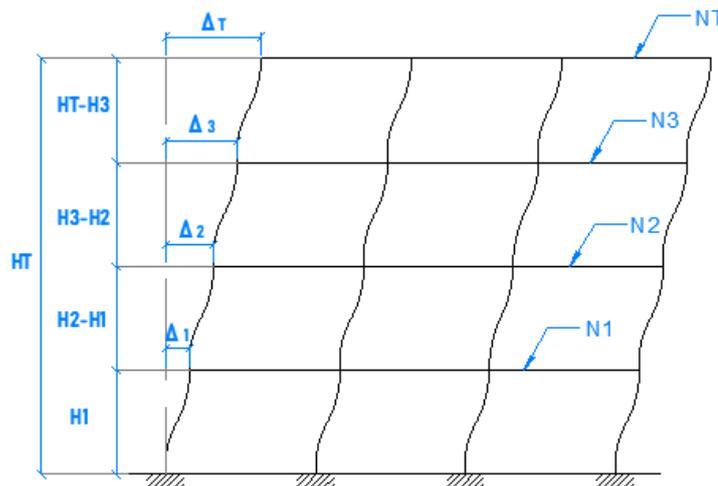


Figura 4: Desplazamientos de una estructura y alturas de entre piso

Derivas

Se denomina a la deflexión que experimentan los elementos estructurales verticales como muros y columnas, y la deriva entre pisos se expresa en función a la diferencia de deflexiones que presentan el piso inferior y superior, para ello existen valores límites permitidos en el diseño sismo resistente. (24)

Tabla 5: Límites de derivas máximas (Norma E.030)

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuerzas cortantes en la base

Se denomina a las aplicaciones de fuerzas sísmicas en un piso determinado de una edificación, estos se van acumulando a medida que se va aproximando a la base de la edificación, el cual se denomina cortante basal. (24)

La Norma peruana E-030 define como la fuerza de reacción que produce un evento sísmico, se presenta en toda la estructura y tiene ubicada una localización en la base de la infraestructura. Pues la fuerza cortante total en función al sentido de la dirección, se calcula con la expresión que se detalla:

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

A su vez C/R no debe ser menor que:

$$\frac{c}{R} \geq 0,125$$

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1. Estructuración

Consiste en determinar las ubicaciones y características de los distintos elementos estructurales, con la finalidad de que tengan un buen comportamiento ante la acción de un evento sísmico. Así mismo lograr transmitir de manera eficiente las cargas hacia la cimentación y el suelo. (25)

2.3.2. Vigas

Son elementos estructurales de forma horizontal cuya función es resistir cargas de origen vertical y soportar momentos de flexión. (26)

2.3.3. Columnas

Elementos estructurales verticales cuya función radica en resistir cargas de compresión axial, en ocasiones un momento de flexión y carga axial simultáneamente llamados columnas de vigas. (26)

2.3.4. Losas

Elementos estructurales bidimensionales, las cargas sobre este son perpendiculares con el plano principal, pues su comportamiento es por flexión. (27)

2.3.5. Edificaciones esenciales

Según la norma de diseño sismorresistente E.030, las edificaciones esenciales lo conforman todos los “establecimientos de salud, puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía”. Cuyo funcionamiento no debe interrumpirse luego del ocurrido de un evento sísmico.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Es descriptiva cuasi experimental, porque se busca conocer el comportamiento de una variable a través de la manipulación de una variable independiente. (28) En esta investigación, para conocer la variación de la respuesta sísmica de una estructura, necesitamos determinar los valores de los desplazamientos, derivas y las fuerzas cortantes y punto de desempeño, utilizando diferentes métodos lineales y no líneas de diseño sismorresistente.

3.1.2. Enfoque de investigación

El presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo, por tanto, se mide la variable dependiente para posteriormente, con el método deductivo que utiliza la lógica y las operaciones matemáticas procesar los datos y validar la hipótesis. (29)

3.1.3. Método de investigación

Es hipotético deductivo, porque se busca conocer las respuestas sísmicas de la edificación ya construida recientemente, puesto que, no existe una certeza que valide la confiabilidad de los métodos de diseño sismorresistente utilizados en la actualidad para estas edificaciones de características esenciales. Se busca comparar los resultados y poder validar la hipótesis de la investigación.

3.1.4. Alcance de investigación

El presente trabajo es de nivel descriptivo, pretende evaluar la variación de la respuesta sísmica de una edificación para uso educativo siguiendo los procedimientos del análisis sismorresistente pseudodinámico, análisis tiempo historia y el análisis sísmico estático no lineal Pushover, los cuales ha de ser de guía para los profesionales de la rama, a su vez los resultados son para tomar en cuenta respecto la normativa que se utiliza en nuestro país.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño es cuasi experimental, porque se podrán manipular parcialmente las variables, pues los parámetros de los métodos de diseño sismorresistente serán manipulables y limitados por las normas, los cuales influyeran en respuesta sísmica del edificio. Además, no se tomarán de manera aleatoria las muestras, pues, todas las muestras serán experimentadas o ensayadas. (29)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población y muestra

Se ha tomado como muestra el diseño de la edificación del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú. Debido a que esta infraestructura se encuentra en una zona sísmica 3, según la zonificación de la norma E.030. Evaluar las

respuestas sísmicas por distintos métodos esta infraestructura educativa sería muy indispensable para el fin de cumplir la función de las edificaciones esenciales de no interrumpirse su funcionamiento y servir de refugio luego de un evento sísmico severo, para poder evaluar los métodos tradicionales con los que se diseña en la actualidad este tipo de estructuras. También ya se cuenta con el estudio de suelos del terreno, las características estructurales y arquitectónicas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de investigación

- **Recolección documental**

Los documentos de carácter técnico del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa – Perú, se obtuvo del portal web Sistema Electrónico de Contrataciones del estado (SEACE).

- **Revisión de documentos**

Mediante esta técnica se ha podido recoger información del expediente técnico existente, se ha tomado datos acerca de la configuración estructural del edificio de uso educativo de los planos existentes del proyecto. Esta información incluye lo siguiente: ubicación, tipo de ocupación, propiedades de los materiales, número de pisos y dimensiones del edificio.

También se realizó la verificación y contraste de los planos de especialidades, como las dimensiones para no tener inconvenientes en los metrados o asignación de cargas, según los materiales y elementos estructurales que lo componen la edificación.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

- **Ficha de recopilación de datos**

Para el presente trabajo, la ficha de recopilación de datos está conformada por los parámetros de diseño sismorresistente establecida la NTE E.030 “diseño sismorresistente” del 2018. En la tabla 6 se muestra dicha ficha.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS RNE E.030			
PROYECTO: I.E. N° 41037 José Gálvez			
PABELLÓN: II			
UBICACIÓN: Distrito Miraflores, Arequipa - Perú			
PARÁMETROS	SEGÚN NORMA E. 030-2018		
	COEFICIENTE	OBSERVACIONES	
Factor de Zona (Z)	$Z3 = 0.35$	Distrito de Miraflores, Arequipa	
Factor de Suelo (S)	$S2 = 1.15$	Suelos intermedios	
Periodos	Periodo Fundamental (T)	$T = 0.20s$	Periodo Fundamental de la estructura para el análisis estático y dinámico
	Período T_p	$T_p = 0.60$	T_p : periodo que define la plataforma del factor C
	Período TL	$TL = 2.00$	TL: periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$C = 2.5$	Factor de la amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo	
Categoría de la Edificación y el Factor de Uso (U)	$U = 1.5$	Categoría A2 (Edificaciones esenciales)	
Sistema Estructural		Eje x-x: Muros estructurales Eje y-y: Muros estructurales	
Coefficiente de Reducción de Fuerza Sísmica (R)	$R_x = 6.0$ $R_y = 6.0$	Ia: No presenta irregularidad Ip: No presenta irregularidad	

Figura 5: Ficha de recolección de datos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Características de la edificación

4.1.1 Descripción arquitectónica del pabellón II

El proyecto "Mejoramiento de los servicios educativos en la institución educativa N° 41037 José Gálvez del distrito de Miraflores, provincia de Arequipa - Arequipa" está conformado por 4 pabellones, de los cuales el pabellón II es el que se ha analizado y evaluado las respuestas sísmicas utilizando los tres métodos de análisis sísmico. La distribución de los ambientes es de la siguiente manera:

- ✓ Primer nivel: 01 Sum, 01 depósito, 01 cocina, 01 zona de servicio, 01 almacén, 01 depósito de gas.
- ✓ Segundo nivel: 02 depósito, 01 laboratorio química y biología, 01 laboratorio de física, 01 almacén central.
- ✓ Tercer nivel: 02 depósito, 01 taller de arte, 01 taller de confección textil.
- ✓ Cuarto nivel: 01 depósito, 01 taller de arte, 02 aulas.

4.1.2 Descripción estructural del pabellón II

- **Propiedades de los materiales**

- ✓ Resistencia a la compresión de concreto: $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Resistencia fluencia de acero $f^y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Coeficiente de poisson del concreto: $\mu_c=0.2$
- ✓ Módulo de elasticidad del concreto: $E_c=217370.651 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Peso específico del C°A°: 2400 kg/m^2

- **Dimensiones de los elementos estructurales**

- ✓ Vigas: Las dimensiones de vigas varían entre 0.30 y 0.25 metros de ancho y una altura entre 0.60 y 0.40, se detalla en los planos adjunto en anexos.
- ✓ Placas: la estructura tiene placas de tipo "L", "T" y también placas rectangulares, cuyo ancho varía entre 0.15, 0.25 y 0.30 metros, especificados a detalle en los planos.
- ✓ Losa aligerada: Es unidireccional en el 1er, 2do, 3er y 4to nivel. Y tiene un espesor de 0.20 m., 0.05 m. de espesor de losa y 0.15 m. de ladrillo en todos los niveles.
- ✓ Altura de piso: La altura en el 1er nivel es 3.95 m. y en 2do, 3er y 4to nivel es de 3 m.

4.1.3 Cargas y combinaciones

Dichas cargas son evaluadas conforma a la Norma Técnica Peruana E.020-2018, considerando el tipo de edificación, por tanto, se considera lo siguiente:

- **Cargas vivas o sobre cargas**

- ✓ En aulas: 250 kg/m^2

- ✓ En corredores y escaleras: 400 kg/m²
- ✓ En techo: 100 kg/m²
- **Cargas muertas**
 - ✓ Peso específico elementos de Concreto Armado = 2400 kg/m³
 - ✓ Muros de Albañilería (unidades cocidas huecas) = 1350 kg/m³
 - ✓ Losa Aligerada = 300 kg/m²
 - ✓ Acabados = 100 kg/m²

4.2. Modelo Numérico

Con los datos de la descripción de la estructura del pabellón II, se ha obtenido el modelamiento numérico en el software Etabs v.19.

Teniendo en cuenta, que el modelado de una estructura es la idealización matemática cuya pretensión es representar la conducta real de la estructura de una edificación, se ha optado por realizar tres modelos, con los detalles que a continuación se menciona.

Modelo 1 (AXAY). Se han modelado los elementos verticales en tipo área (Shell thin) en la dirección “X” y “Y”.

Modelo 2 (FXFY). Se han modelado los elementos verticales como elemento tipo Frame en las dos direcciones “X” y “Y”.

Modelo 3 (AXSY). Se han modelado los elementos verticales como tipo área (Shell thin) en la dirección “Y” y como tipo Frame en la dirección “X”.

Propiedades de materiales

Se ha ingresado a través de la opción de definición de propiedades de materiales para el concreto y el acero de refuerzo. Las propiedades son las mismas para los tres modelos de la estructura.

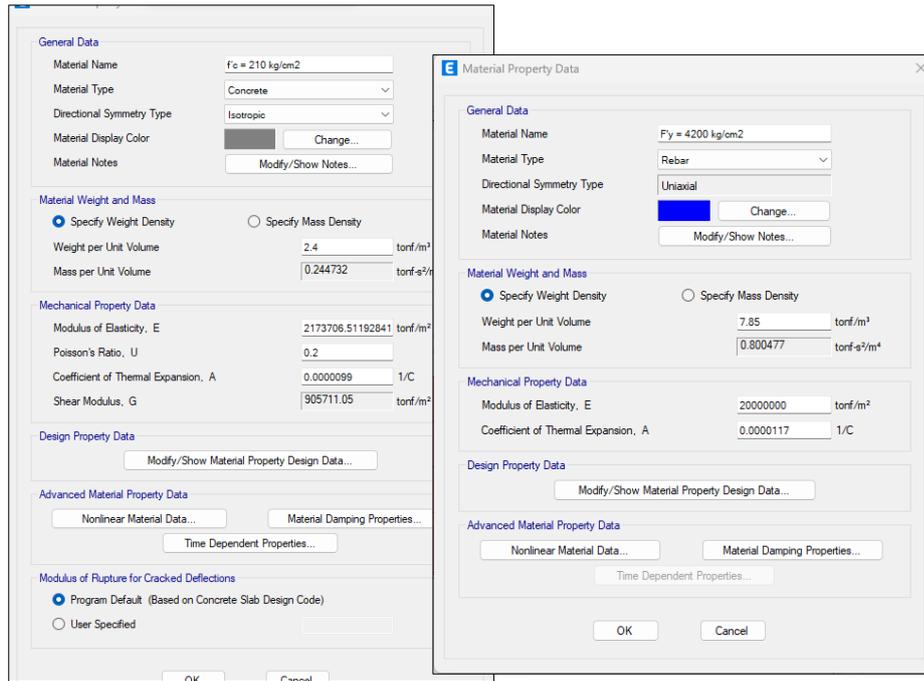


Figura 6: Asignación de propiedades del concreto y acero en Etabs

Definición de secciones de los elementos estructurales

- Vigas

Se ha creado en la opción de frame section, y se ha elegido el tipo de concreto rectangular, debido a que la forma de todas las vigas de la estructura es rectangular. Las vigas son del mismo tipo de modelado para los tres modelos.

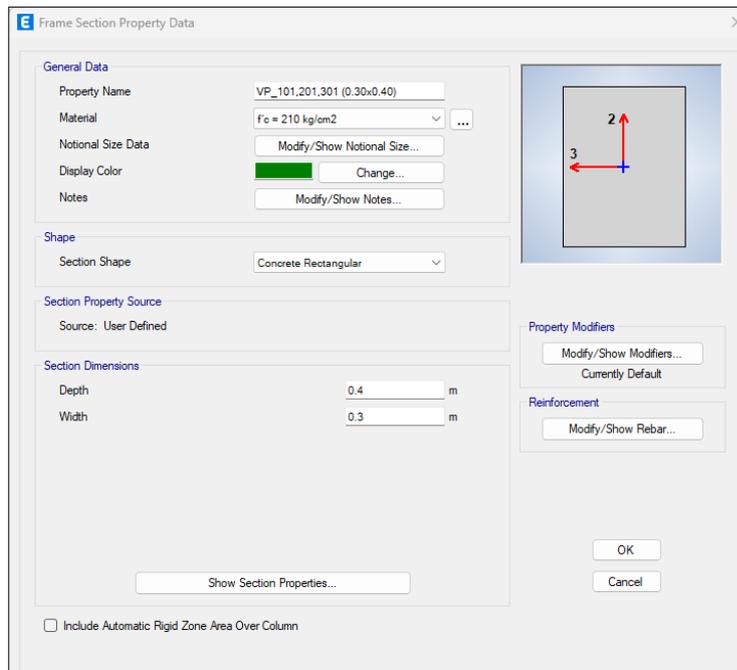


Figura 7: Creación de la sección de VP-101, 201 y 301

- **Muros de corte**

La consideración de tres modelos para esta estructura es por los criterios de modelado de los elementos considerados como placas en los planos, que permitió evaluar de mejor manera las variaciones de la respuesta sísmica.

Muros de corte en modelo 1

Se han creado con la opción wall section y el tipo de modelamiento Shell thin, que es la sección para elementos placas.

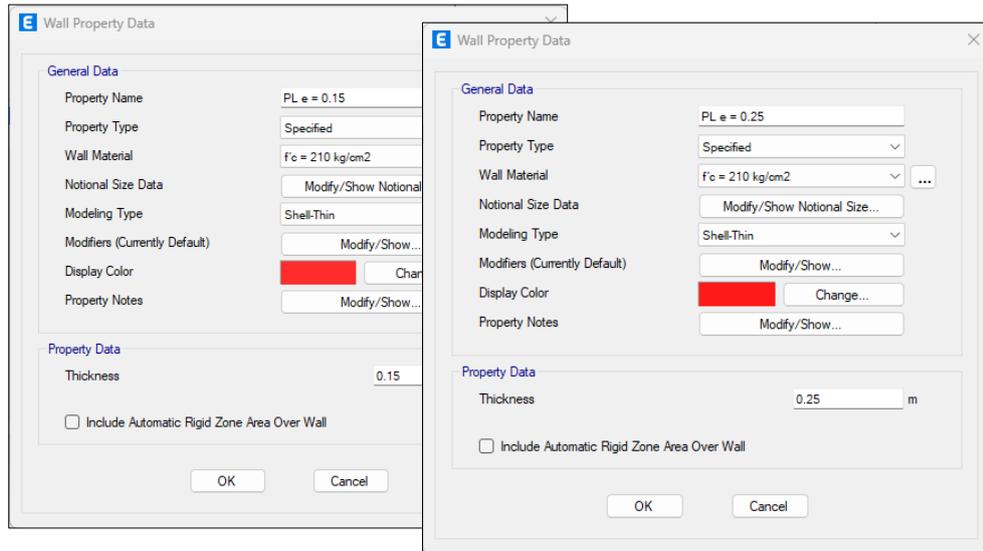


Figura 8: Creación de las secciones Placa de espesor 0.15 y 0.25m

Muros de corte en modelo 2

Se ha modelado con la opción de section designer, que considera al elemento como columna y su vez permite introducir los aceros de diseño que contiene cada elemento, pues la estructura del pabellón II ya cuenta con el diseño estructural.

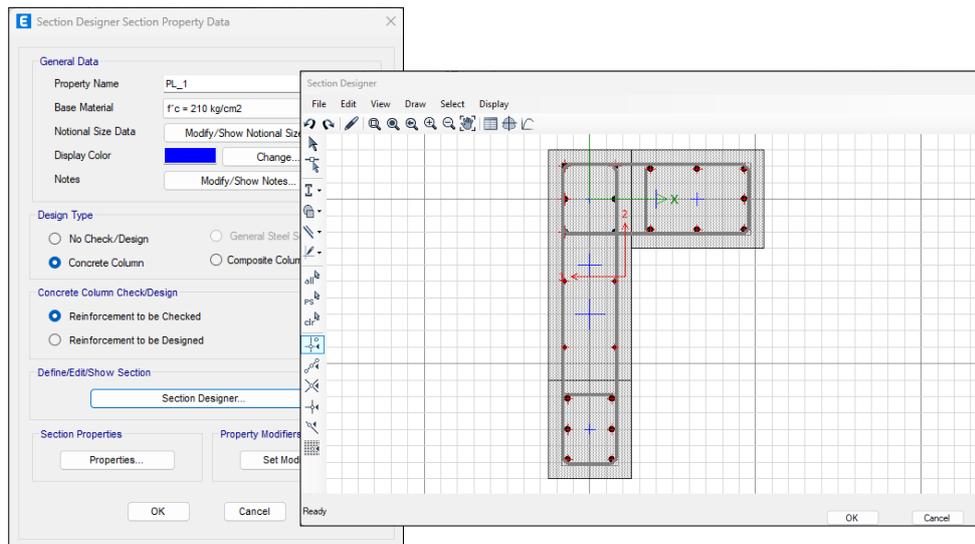


Figura 9: Creación de la sección de PL-1 y su acero de refuerzo

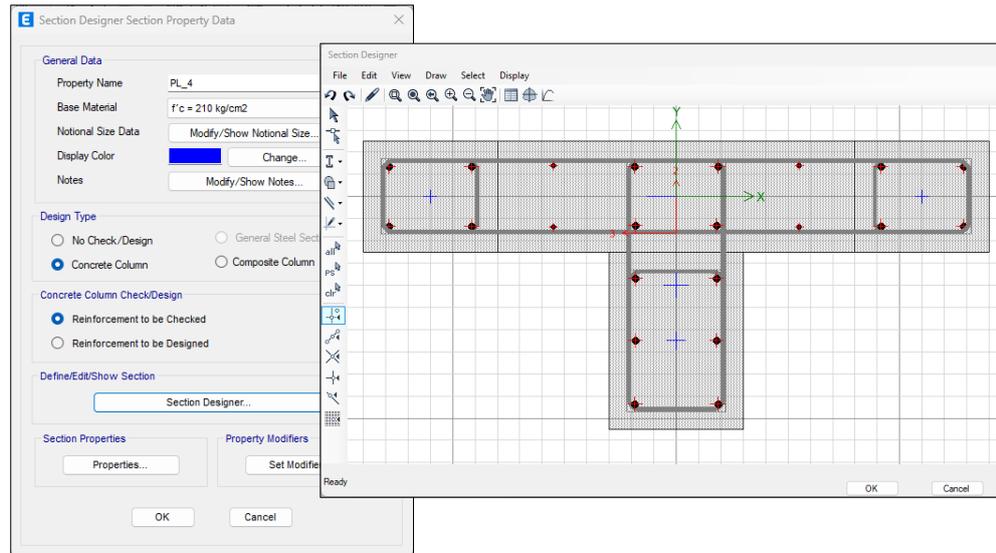


Figura 10: Creación de la sección de PL-4 y su acero de refuerzo

Muros de corte en modelo 3

Se han creado con la opción wall section y el tipo de modelamiento Shell thin para elementos en la dirección “Y” y con frame section para los elementos en la dirección “X”.

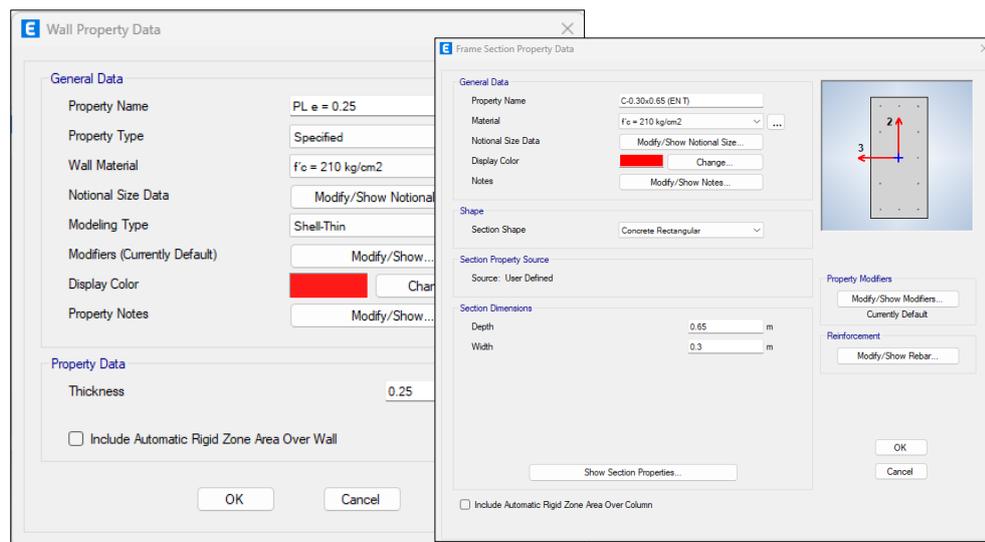


Figura 11: Creación de PL-4, tipo placa en la dirección “Y” y columna en “X”

Modelamiento tridimensional

Teniendo en cuenta las dimensiones de eje a eje en ambos sentidos, se ha creado la grilla y los niveles de la estructura con sus alturas respectivas para los tres modelos. Y luego de determinar las secciones con sus tipos de material, se ha obtenido el modelo tridimensional de la estructura del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez.

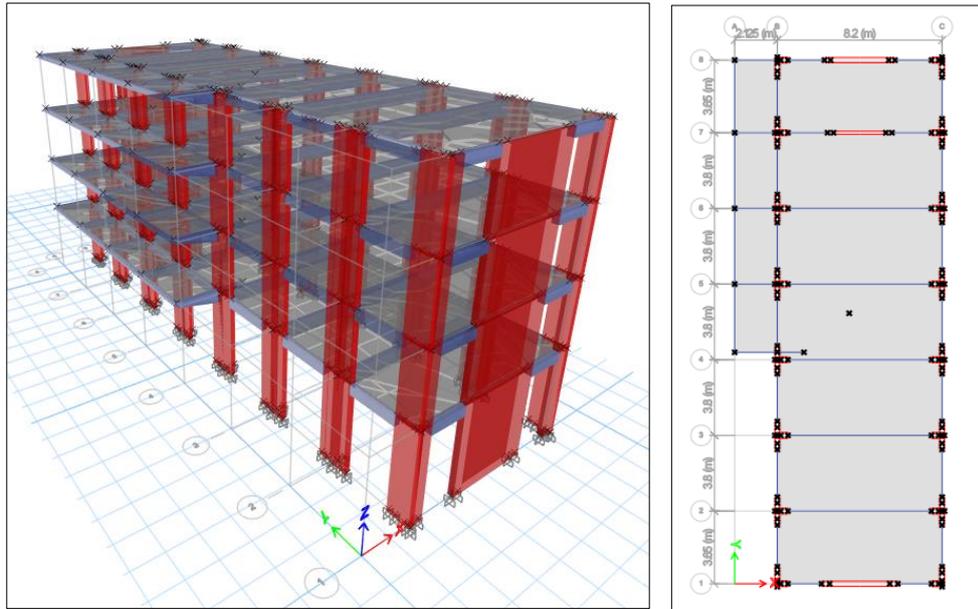


Figura 12: Vista tridimensional y planta modelo 1 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"

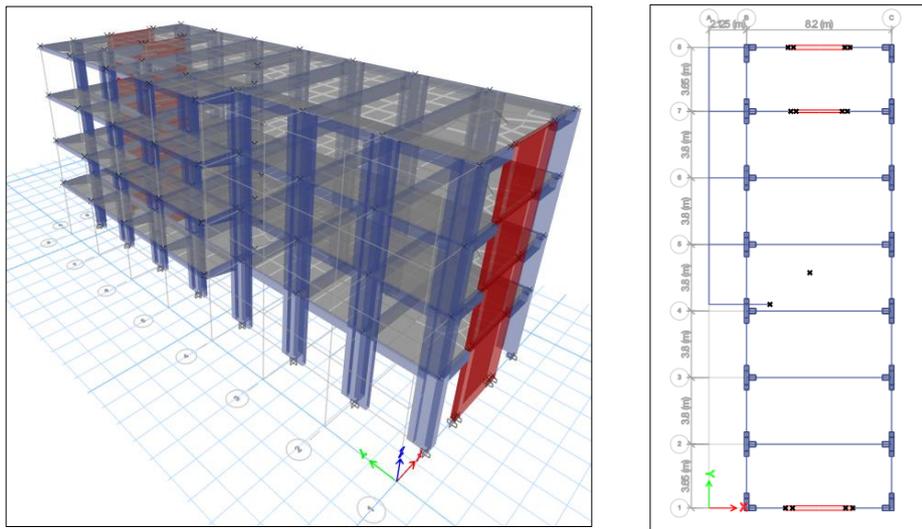


Figura 13: Vista tridimensional y planta modelo 2 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"

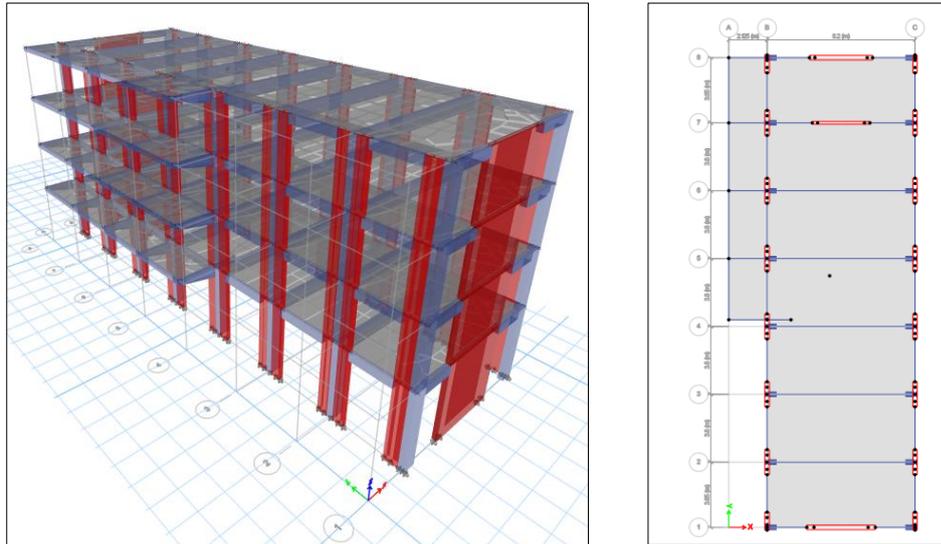


Figura 14: Vista tridimensional y planta modelo 3 del Pabellón "II" de la I.E. "José Galves"

Patrón de carga

Los patrones de carga se han creado en la opción de Load patterns, en los que se ha considerado el peso propio de estructura, la carga muerta adicional al propio modelo estructural, cargas vivas según normativa y la carga de techo.

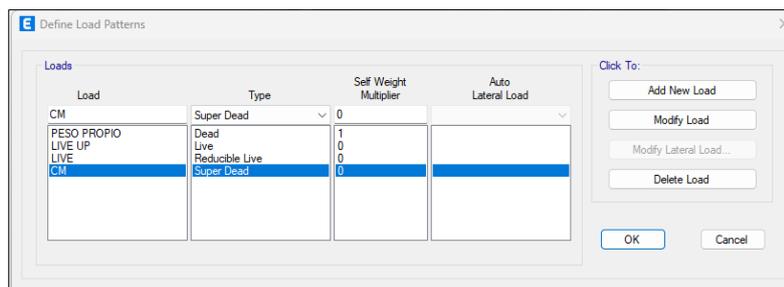


Figura 15: Patrones de carga de la estructura

Masa

Para la masa de la estructura se ha considerado a partir de los patrones de carga, con factores según NTE E.030. Para peso propio y cargas muertas se ha tomado un factor de 1, para cargas vivas 0.50 y para cargas de techo 0.25.

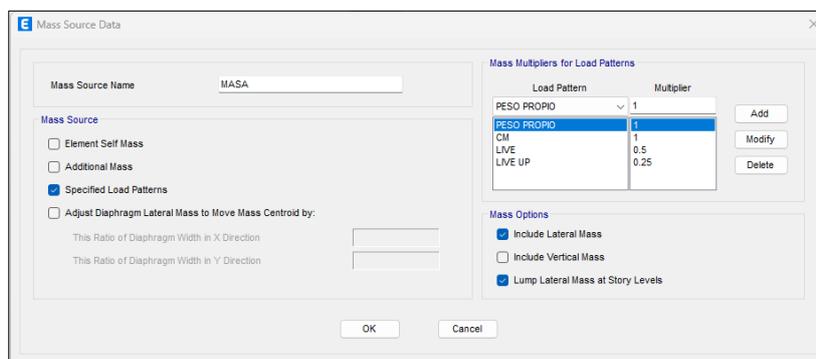


Figura 16: Definición de masa y factores de patrones de carga

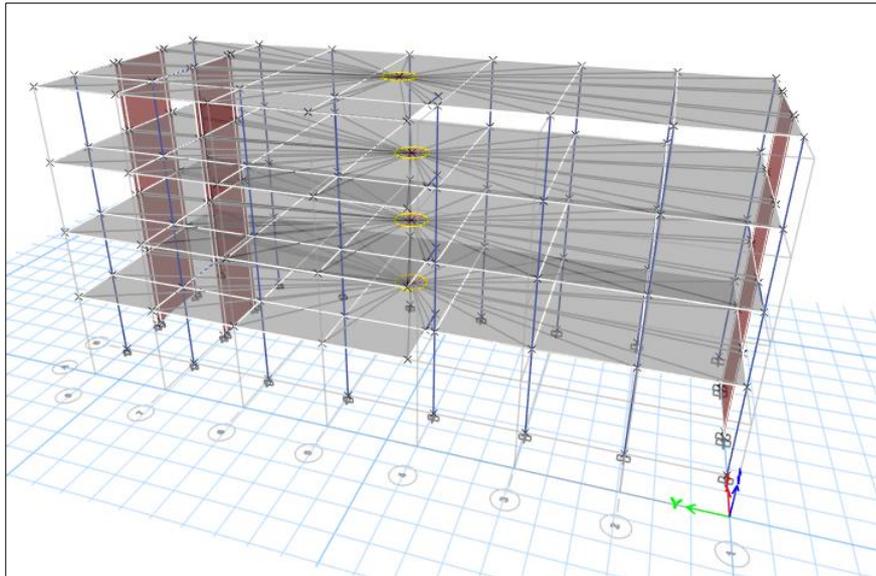


Figura 19: Asignación de diafragmas en todos los niveles, modelo 2

Brazos rígidos

Se ha asignado los brazos rígidos en todas las conexiones de los elementos tipo frame, que permite calcular los esfuerzos efectivos a la cara de los elementos estructurales.

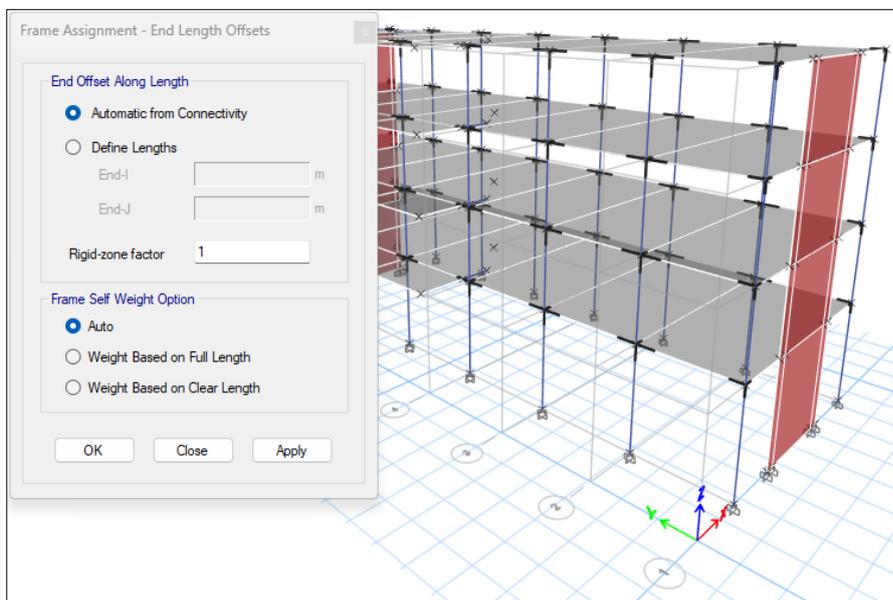


Figura 20: Asignación de brazos rígidos, modelo 2

Restricciones en la base

Los apoyos en la zapata son fijos, por lo que se ha restringido los grados de libertad en sus tres direcciones con la opción de Joint Assignment – Restraints, eligiendo las tres direcciones.

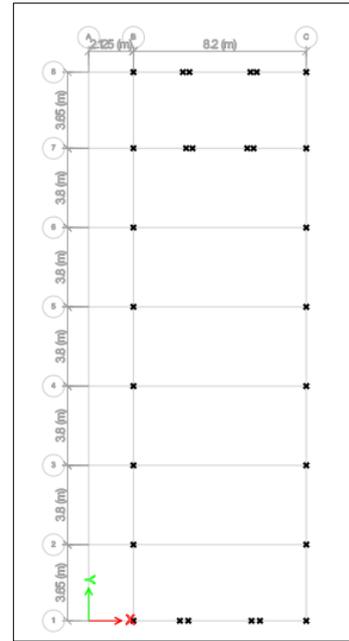
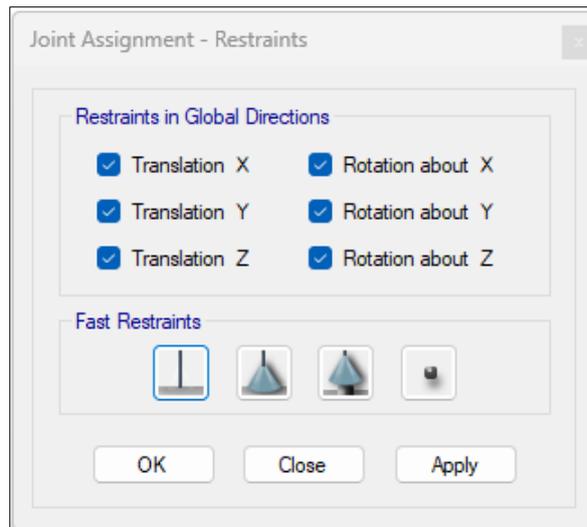


Figura 21: Asignación de restricción en la base, modelo 1

Se ha procesado la información con todas las configuraciones y asignaciones de cargas anteriormente mencionadas. El modo 1 es para la dirección “Y” y su periodo es 0.312 sec, el modo 2 es en la dirección “X” y su periodo es 0.527 sec, finalmente el modo 3 es para la dirección “Z” y su periodo es 0.184 sec.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.312	2.828E-05	0.8339	0	2.828E-05	0.8339	0	0.2448
Modal	2	0.257	0.7887	4.874E-05	0	0.7887	0.8339	0	1.282E-05
Modal	3	0.184	0.0029	0.0005	0	0.7916	0.8345	0	0.0002
Modal	4	0.086	3.408E-06	0.1284	0	0.7916	0.9629	0	0.6406
Modal	5	0.065	0.1632	3.297E-06	0	0.9548	0.9629	0	1.655E-05
Modal	6	0.047	0.0006	0.0001	0	0.9553	0.963	0	0.0003
Modal	7	0.04	7.578E-07	0.032	0	0.9553	0.995	0	0.0922
Modal	8	0.03	0.0381	1.573E-06	0	0.9934	0.995	0	4.465E-06
Modal	9	0.024	5.562E-07	0.0048	0	0.9934	0.9998	0	0.0211
Modal	10	0.022	0.0004	1.092E-05	0	0.9938	0.9998	0	3.056E-05
Modal	11	0.02	0.0059	5.561E-07	0	0.9998	0.9998	0	2.45E-06
Modal	12	0.015	0.0001	8.568E-07	0	0.9999	0.9998	0	3.641E-06

Figura 22: Modos y periodos de vibración, modelo 2

4.3. Análisis Sísmico Pseudodinámico (Modal espectral)

Espectro de pseudo aceleraciones

Con los parámetros sísmicos se genera un espectro de pseudo aceleraciones, los cuales se ha utilizado para el análisis pseudodinámico, con obtener las respuestas sísmicas de este método de análisis.

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y				
2.50	0.00	0.252	0.252	1.76	0.85	0.178	0.178
2.50	0.02	0.252	0.252	1.67	0.90	0.168	0.168
2.50	0.04	0.252	0.252	1.58	0.95	0.159	0.159
2.50	0.06	0.252	0.252	1.50	1.00	0.151	0.151
2.50	0.08	0.252	0.252	1.36	1.10	0.137	0.137
2.50	0.10	0.252	0.252	1.25	1.20	0.126	0.126
2.50	0.12	0.252	0.252	1.15	1.30	0.116	0.116
2.50	0.14	0.252	0.252	1.07	1.40	0.108	0.108
2.50	0.16	0.252	0.252	1.00	1.50	0.101	0.101
2.50	0.18	0.252	0.252	0.94	1.60	0.094	0.094
2.50	0.20	0.252	0.252	0.88	1.70	0.089	0.089
2.50	0.25	0.252	0.252	0.83	1.80	0.084	0.084
2.50	0.30	0.252	0.252	0.79	1.90	0.079	0.079
2.50	0.35	0.252	0.252	0.75	2.00	0.075	0.075
2.50	0.40	0.252	0.252	0.59	2.25	0.060	0.060
2.50	0.45	0.252	0.252	0.48	2.50	0.048	0.048
2.50	0.50	0.252	0.252	0.40	2.75	0.040	0.040
2.50	0.55	0.252	0.252	0.33	3.00	0.034	0.034
2.50	0.60	0.252	0.252	0.19	4.00	0.019	0.019
2.50	0.65	0.232	0.232	0.12	5.00	0.012	0.012
2.50	0.70	0.216	0.216	0.08	6.00	0.008	0.008
2.50	0.75	0.201	0.201	0.06	7.00	0.006	0.006
2.50	0.80	0.189	0.189	0.05	8.00	0.005	0.005
2.31	0.65	0.232	0.232	0.04	9.00	0.004	0.004
2.14	0.70	0.216	0.216	0.03	10.00	0.003	0.003
2.00	0.75	0.201	0.201				
1.88	0.80	0.189	0.189				

Figura 23: Espectro de pseudo aceleraciones en las direcciones X y Y, modelo 1

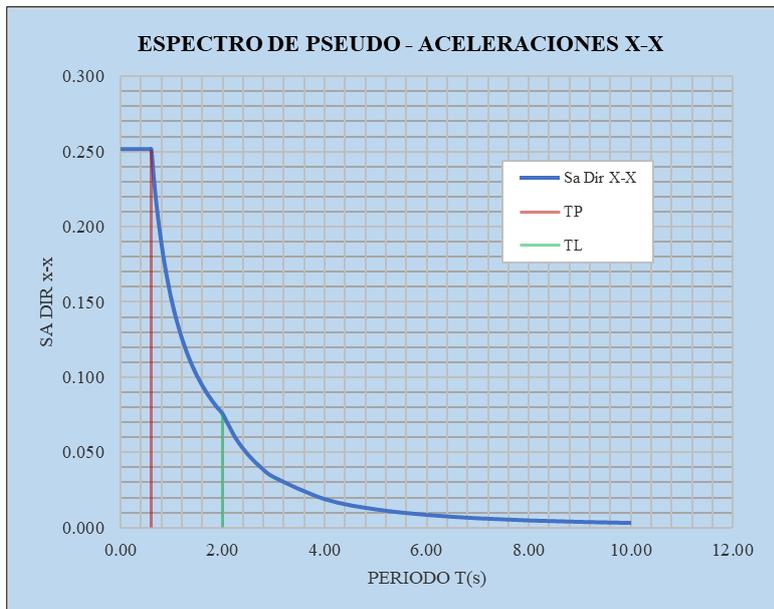


Figura 24: Espectro de pseudo aceleraciones del pabellon II, en la dirección X, modelo 1

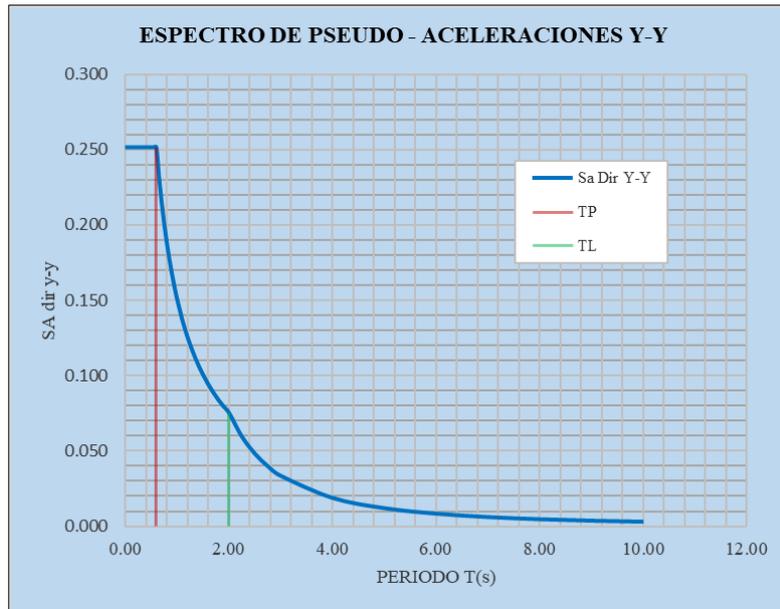


Figura 25: Espectro de pseudo aceleraciones del pabellón II, en la dirección Y, modelo 1

Las pseudo aceleraciones obtenidas son introducidas al software, dentro de sus funciones de espectro, para las direcciones de sismo dinámico en X y Y.

Casos de análisis

Se ha creado los casos para el sismo dinámico en las direcciones X y Y, considerando los espectros de respuesta según la norma peruana de diseño sismorresistente E.030.

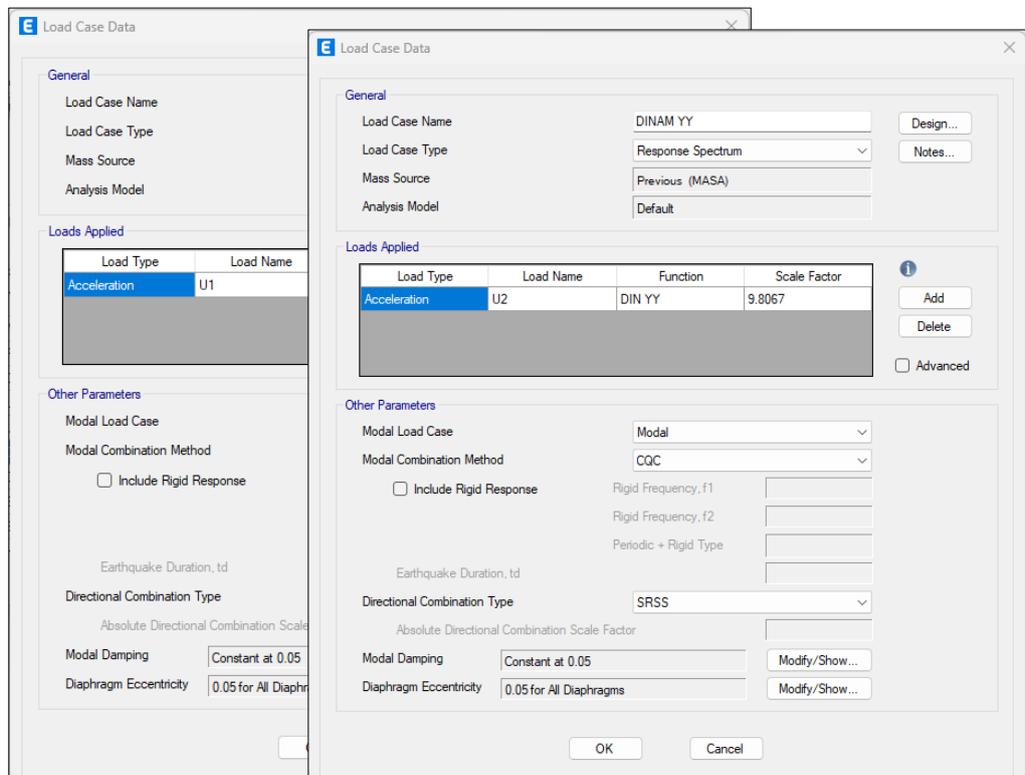


Figura 26: Casos de sismo dinámico en el software

Verificación del sistema estructural

De acuerdo a la Norma NTP E.060, el sistema estructural ha sido determinado en función al porcentaje de la fuerza cortante en la base de las columnas y de las placas o muros estructurales.

SISTEMA ESTRUCTURAL			
Dirección x-x		Dirección y-y	
Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	208.85 Tnf	Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	213.12 Tnf
Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	0.00 Tnf	Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	0.00 Tnf
Fuerza Sísmica Dinamica	208.85 Tnf	Fuerza Sísmica Dinamica	213.12 Tnf
Porcentaje que toman los muros estructurales	100.00%	Porcentaje que toman los muros estructurales	100.00%
Porcentaje que toman los porticos	0.00%	Porcentaje que toman los porticos	0.00%
SISTEMA ESTRUCTURAL		SISTEMA ESTRUCTURAL	
Muros Estructurales		Muros Estructurales	
Ro =		Ro =	
6		6	

Figura 27: Fuerzas cortantes en la base del modelo 1

En el modelo 1 las fuerzas cortantes en la base son un 100% en las placas, por lo que el sistema estructural en la dirección “X” y “Y” es muros estructurales.

SISTEMA ESTRUCTURAL			
Dirección x-x		Dirección y-y	
Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	179.81 Tnf	Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	2.67 Tnf
Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	30.29 Tnf	Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	163.05 Tnf
Fuerza Sísmica Dinamica	209.91 Tnf	Fuerza Sísmica Dinamica	165.72 Tnf
Porcentaje que toman los muros estructurales	85.66%	Porcentaje que toman los muros estructurales	1.61%
Porcentaje que toman los porticos	14.43%	Porcentaje que toman los porticos	98.39%
SISTEMA ESTRUCTURAL		SISTEMA ESTRUCTURAL	
Muros Estructurales		Pórticos	
Ro =		Ro =	
6		8	

Figura 28: Fuerzas cortantes en la base del modelo 2

Para el modelo 2, en la dirección “X” las fuerzas cortantes en la base los soporta un 85.66% las placas y un 14.43% las columnas o pórticos. Mientras que en la dirección “Y” el

porcentaje que toma los muros estructurales es 1.61% y 98.39% los pórticos. Por lo que, el sistema estructural en la dirección “X” es muros estructurales y en la dirección “Y” es pórticos.

SISTEMA ESTRUCTURAL			
Dirección x-x		Dirección y-y	
Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	190.65 Tnf	Fuerza Sísmica que toman los muros estructurales	216.50 Tnf
Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	21.67 Tnf	Fuerza Sísmica que toman las columnas de los porticos	0.00 Tnf
Fuerza Sísmica Dinamica	212.24 Tnf	Fuerza Sísmica Dinamica	216.50 Tnf
Porcentaje que toman los muros estructurales	89.83%	Porcentaje que toman los muros estructurales	100.00%
Porcentaje que toman los porticos	10.21%	Porcentaje que toman los porticos	0.00%
SISTEMA ESTRUCTURAL		SISTEMA ESTRUCTURAL	
Muros Estructurales		Muros Estructurales	
Ro =		Ro =	
6		6	

Figura 29: Fuerzas cortantes en la base del modelo 3

Para el modelo 3, en la dirección “X” las fuerzas cortantes en la base los soporta un 89.93% las placas y un 10.21% las columnas o pórticos. Mientras que en la dirección “Y” el porcentaje que toma los muros estructurales es el 100%. Por lo que, el sistema estructural en la dirección “X” y “Y” es muros estructurales.

Derivas del análisis pseudodinámico

De acuerdo a la Norma NTP E.030, “para el control de los desplazamientos laterales, los resultados los desplazamientos relativos se deberán ser multiplicados por el valor de 0.75R para estructuras regulares y por 0.85R para estructura Irregulares, para pasar de un estado elástico a inelástico”. (2)

Para calcular las máximas derivas laterales de la estructura en los tres modelos se crearon combinaciones en ambas direcciones.

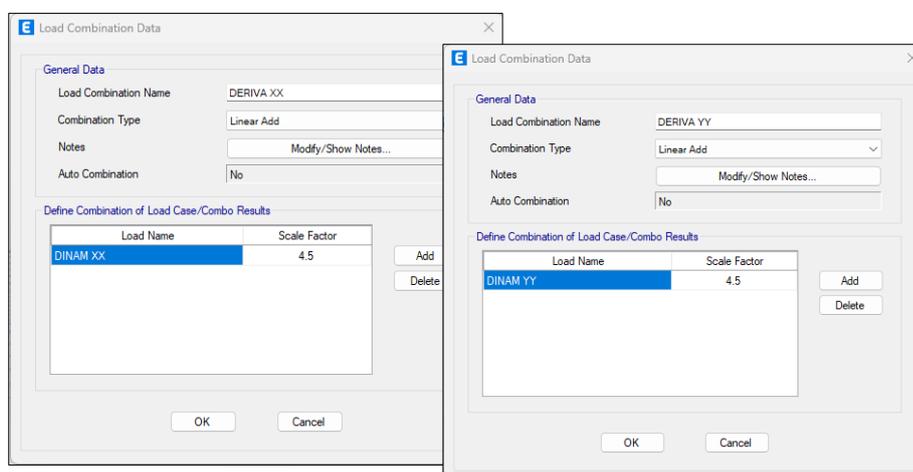


Figura 30: Combinaciones para el sismo dinámico en el software, modelo 1

Luego de procesar la información en el software, se ha obtenido las derivas de entre piso, las cuales se encuentran dentro del límite máximo permitido por la Norma técnica peruana de diseño sismorresistente E.030.

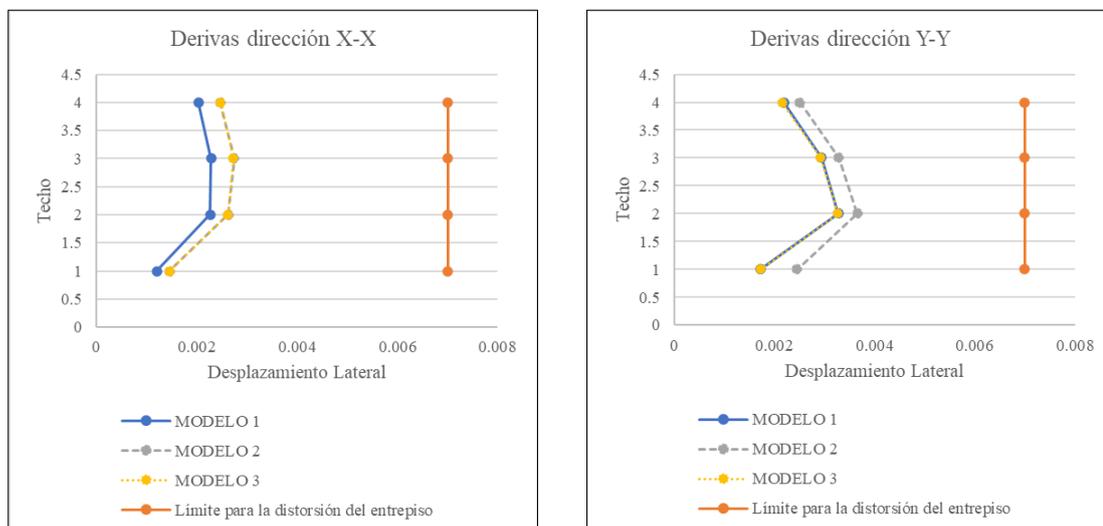


Figura 31: Derivas de entre piso de la edificación en las direcciones “X” y “Y”

En la dirección de análisis “X” deriva máxima es de 0.00274 en el tercer nivel en el modelo 2 de la edificación, y 0.00365 en la dirección “Y” en el segundo nivel.

Tabla 6: Derivas en la dirección “X”

DERIVAS (DIRECCIÓN X-X)					
NIVEL	Dirección	MODELO	MODELO	MODELO	Verificación
		1	2	3	
Story4	X	0.002034	0.002469	0.002475	CUMPLE
Story3	X	0.002282	0.002743	0.002724	CUMPLE
Story2	X	0.002272	0.002626	0.002619	CUMPLE
Story1	X	0.001205	0.00146	0.001456	CUMPLE

Tabla 7: Derivas en la dirección “Y”

DERIVAS (DIRECCIÓN Y-Y)					
NIVEL	Dirección	MODELO	MODELO	MODELO	Verificación
		1	2	3	
Story4	Y	0.002187	0.002506	0.002153	CUMPLE
Story3	Y	0.002934	0.003278	0.002918	CUMPLE
Story2	Y	0.003272	0.003655	0.003267	CUMPLE
Story1	Y	0.001717	0.002449	0.001721	CUMPLE

Tabla 8: Diferencia de derivas entre modelos en la dirección “X”

DIFERENCIA DE DERIVAS (DIRECCIÓN X-X)				
NIVEL	Dirección	Mod	Mod 1(AXAY)	Mod 2(FXFY)
		1(AXAY) VS	VS	VS
		Mod 2(FXFY)	Mod 3(FXAY)	Mod 3(FXAY)
Story4	X	0.000435	0.000441	0.000006
Story3	X	0.000461	0.000442	0.000019
Story2	X	0.000354	0.000347	0.000007
Story1	X	0.000255	0.000251	0.000004

Tabla 9: Diferencia de derivas entre modelos en la dirección “Y”

DIFERENCIA DE DERIVAS (DIRECCIÓN Y-Y)				
NIVEL	Dirección	Mod	Mod 1(AXAY)	Mod 2(FXFY)
		1(AXAY) VS	VS	VS
		Mod 2(FXFY)	Mod 3(FXAY)	Mod 3(FXAY)
Story4	Y	0.000319	0.000034	0.000353
Story3	Y	0.000344	0.000016	0.000360
Story2	Y	0.000383	0.000005	0.000388
Story1	Y	0.000732	0.000004	0.000728

Desplazamientos del análisis pseudodinámico

A partir de las cargas que ejercen verticalmente, el peso propio de la estructura y los sismos según los espectros, se obtiene los desplazamientos máximos.

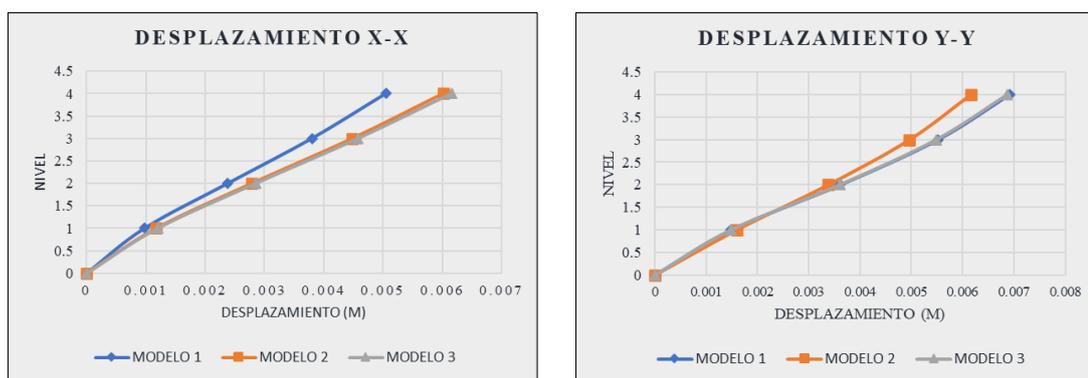


Figura 32: Desplazamientos del análisis pseudodinámico

Los desplazamientos máximos alcanzados en el último nivel fueron de 0.616 cm. en la dirección “X” en el modelo 3, mientras que en la dirección “Y” fue de 0.687 cm.

Tabla 10: Desplazamientos en la dirección “X”

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements				
Story	Case/Combo	Load		
		UX (m)	UX (m)	UX (m)
		MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Story4	DINAM XX	0.005052	0.006018	0.006158
Story3	DINAM XX	0.003802	0.004485	0.00458
Story2	DINAM XX	0.002382	0.002788	0.002853
Story1	DINAM XX	0.000976	0.001171	0.001199

Tabla 11: Desplazamientos en la dirección “Y”

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements				
Story	Case/Combo	Load		
		UY (m)	UY (m)	UY (m)
		MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Story4	DINAM YY	0.006913	0.006159	0.006877
Story3	DINAM YY	0.005512	0.004962	0.005488
Story2	DINAM YY	0.003613	0.003374	0.003604
Story1	DINAM YY	0.001484	0.001592	0.001481

Cortante basal

Las fuerzas cortantes obtenidos por niveles, aplicados en la parte inferior de cada nivel en la dirección “X” y en “Y”.

La NTP 0.30, para el caso de una estructura regular, estipula que la cortante dinámica no debe ser inferior al 80% de la cortante basal estática, por lo que con un análisis estático se ha obtenido los valores de la cortante estática para efectos de verificación.

Tabla 12: Fuerzas cortantes en la base en las direcciones “X” y “Y”

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	Location	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
						-5.94E-	
Story1	ESTATICO XX	Bottom	-272.325	0	3916.209	07	-2535.94

							-9.47E-
Story1	ESTATICO YY	Bottom	0	-272.325	-1618.41	2535.945	07
MODELO 1							
Story1	DINAM XX	Bottom	208.8525	0.6079	2984.621	5.4987	1980.111
Story1	DINAM YY	Bottom	0.6079	213.1191	1221.681	2008.744	5.4437
MODELO 2							
Story1	DINAM XX	Bottom	209.9112	0.9147	2961.707	8.6185	1988.072
Story1	DINAM YY	Bottom	0.6861	165.7486	953.3248	1542.615	6.5266
MODELO 3							
Story1	DINAM XX	Bottom	212.2385	1.0322	2955.511	9.7664	2007.792
Story1	DINAM YY	Bottom	1.0322	216.5124	1207.28	2038.397	9.7697

La mayor fuerza cortante en la base presenta el modelo 3 de 212.248 tn en la dirección “X” y 216.51 tn en la dirección “Y”. Para el diseño de la edificación se tomará en cuenta la cortante estática, debiendo escalar la dinámica, sin embargo, para los objetivos del presente trabajo de investigación se tomará los valores de la cortante dinámica

4.4. Análisis Sísmico Tiempo Historia

Para realizar el análisis tiempo historia se ha seleccionado tres sismos representativos: el sismo de Lima de 1974, Moquegua de 2001 y Pisco de 2007. Los acelerogramas fueron obtenidos del Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres (CISMID).

4.4.1. Sismos representativos seleccionados

Se ha seleccionado los siguientes sismos con datos obtenidos de CISMID.

Sismo de Lima de 1974

- **Información de la estación sísmica**

- ✓ Nombre de la estación sísmica Surco
- ✓ Código de la estación SCO
- ✓ Localización de la estación Casa de Dr. Huaco – Surco – Lima
- ✓ Latitud -12.130
- ✓ Longitud -76.980
- ✓ Modelo de acelerómetro Analógico
- ✓ Frecuencia de muestreo 50 Hz

- **Información del sismo**

- ✓ Fecha 03 de octubre de 1974
- ✓ Hora local de origen 09:21:34
- ✓ Latitud -12.28

- ✓ Longitud -77.54
- ✓ Profundidad 21.20 km
- ✓ Magnitud 6.2 mb
- ✓ Fuente de información IGP

```

SISMO LIMA_1974
Archivo Editar Ver
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION
(CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : Estación Surco
STATION CODE      : SCO
STATION LOCATION  : House of Dr. Huaco, Surco, Lima
LATITUDE          : -12.130
LONGITUDE         : -76.980
ALTITUDE (m)     : ---
ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE              : October 03, 1974
ORIGIN TIME (Local) : 09:21:34
LATITUDE          : -12.28
LONGITUDE         : -77.54
DEPTH (km)        : 21.20
MAGNITUDE         : 6.2 mb
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 09:21:34
NUMBER OF SAMPLES  : 4879
MAXIMUM ACCELERATION : 191.89 -207.35 -125.74
DATA UNITS         : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED. TRAPEZOIDAL BANDPASS FILTERED.

5. ACCELERATION DATA
      T           EW           NS           UD
0.0000      4.9815      6.5102      -4.7185
0.0200     -5.9695     -5.7778     -7.9815

```

Figura 33: Tiempos y aceleraciones del sismo de Lima de 1974 (CISMID)

Sismo de Moquegua de 2001

- **Información de la estación sísmica**

- ✓ Nombre de la estación César Vizcarra Vargas
- ✓ Código de la estación MOQ001
- ✓ Localización de la estación Complejo Deportivo Rolando Catacora –
Gobierno Regional de Moquegua, Moquegua, Mariscal Nieto
- ✓ Latitud -17.186
- ✓ Longitud -70.928
- ✓ Altitud 1461 m
- ✓ Modelo de acelerómetro RION SM-10B
- ✓ Frecuencia de muestreo 100 hz

- **Información del sismo**

- ✓ Fecha 23 de Junio de 2001
- ✓ Hora local de origen 15:33:00
- ✓ Latitud -16.08
- ✓ Longitud -73.77

- ✓ Profundidad 33 Km
- ✓ Magnitud 6.9 Mb
- ✓ Fuente de Información IGP

```

SISMO MOQUEGUA_2001
Archivo Editar Ver

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER
MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : César Vizcarra Vargas
STATION CODE     : MOQ001
STATION LOCATION : Rolando Catacora Sports Complex - Regional
Government of Moquegua, Moquegua, Mariscal Nieto
LATITUDE        : -17.186
LONGITUDE       : -70.928
ALTITUDE (m)    : 1461
ACCELEROMETER MODEL : RION SM-10B
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE            : June 23, 2001
ORIGIN TIME (Local) : 15:33:00
LATITUDE       : -16.08
LONGITUDE      : -73.77
DEPTH (km)     : 33.00
MAGNITUDE      : 6.9 mb
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 15:33:00
NUMBER OF SAMPLES  : 19892
MAXIMUM ACCELERATION : -295.15 219.99 160.74
DATA UNITS        : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED. TRAPEZOIDAL BANDPASS (0.05/0.10-20/50) FILTERED.

5. ACCELERATION DATA
      T          EW          NS          UD
0.0000  0.0687  -0.0497  0.1551
0.0100  0.0691  -0.0498  0.1551
0.0200  0.0712  -0.0495  0.1540

```

Figura 34: Tiempos y aceleraciones del sismo de Moquegua de 2001 (CISMID)

Sismo de Ica 2007

- **Información de la estación sísmica**

- ✓ Nombre de la Estación UNICA
- ✓ Código de la Estación ICA002
- ✓ Localización de la Estación Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica
- ✓ Latitud -14.088
- ✓ Longitud -75.732
- ✓ Altitud 409 M
- ✓ Modelo de acelerómetro RION SM-10B
- ✓ Frecuencia de muestreo 100 Hz

- **Información del sismo**

- ✓ Fecha 15 de Agosto del 2007
- ✓ Hora local de origen 18:40:58
- ✓ Latitud -13.67
- ✓ Longitud -76.76

- ✓ Profundidad 40 Km
- ✓ Magnitud 7.0 ML
- ✓ Fuente de información IGP

```

SISMO ICA_2007
Archivo  Editar  Ver
MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe  http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : UNICA
STATION CODE     : ICA002
STATION LOCATION : San Luis Gonzaga National University, Ica,
Ica
LATITUDE         : -14.088
LONGITUDE        : -75.732
ALTITUDE (m)    : 409
ACCELEROMETER MODEL : RION SM-10B
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE             : August 15, 2007
ORIGIN TIME (Local) : 18:40:58
LATITUDE         : -13.67
LONGITUDE        : -76.76
DEPTH (km)       : 40.00
MAGNITUDE        : 7.0 ML
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 18:40:58
NUMBER OF SAMPLES  : 21807
MAXIMUM ACCELERATION : -272.82  333.66  192.04
DATA UNITS         : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED. BANDPASS (0.01-25) FILTERED. PROCESSED THANKS TO DR.
AKIO ABE
AND TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

5. ACCELERATION DATA
      T           EW           NS           UD
0.0000  -0.2015  -0.7075  1.3257
0.0100   0.1538   0.3101  -0.6201
0.0200  -0.4800   0.6862  -2.0637
0.0300  -0.6667   0.2348   0.2742
0.0400   0.3037  -0.1436   3.5169
0.0500   1.5446   0.1427   2.1567
0.0600   2.2671   0.7676  -3.3594

```

Figura 35: Tiempos y aceleraciones del sismo de Ica 2007 (CISMID)

Dichos tiempos y aceleraciones son introducidos al software Etabs en la función de espectro tiempo historia, esto en los tres modelos.

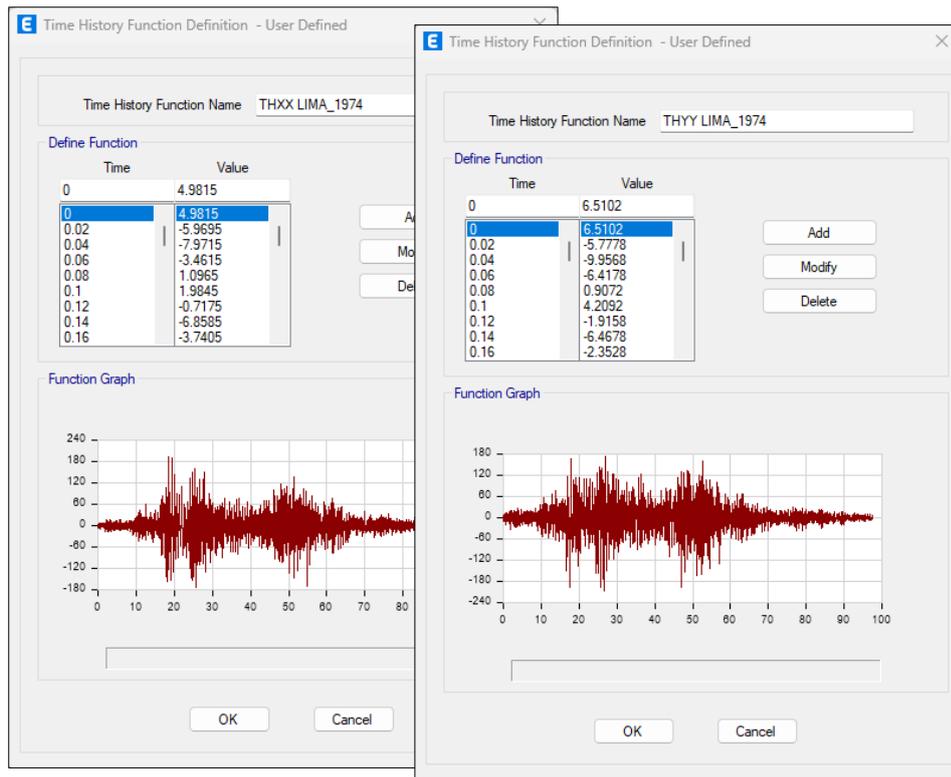


Figura 36: Creación registro del sismo de Lima 1974

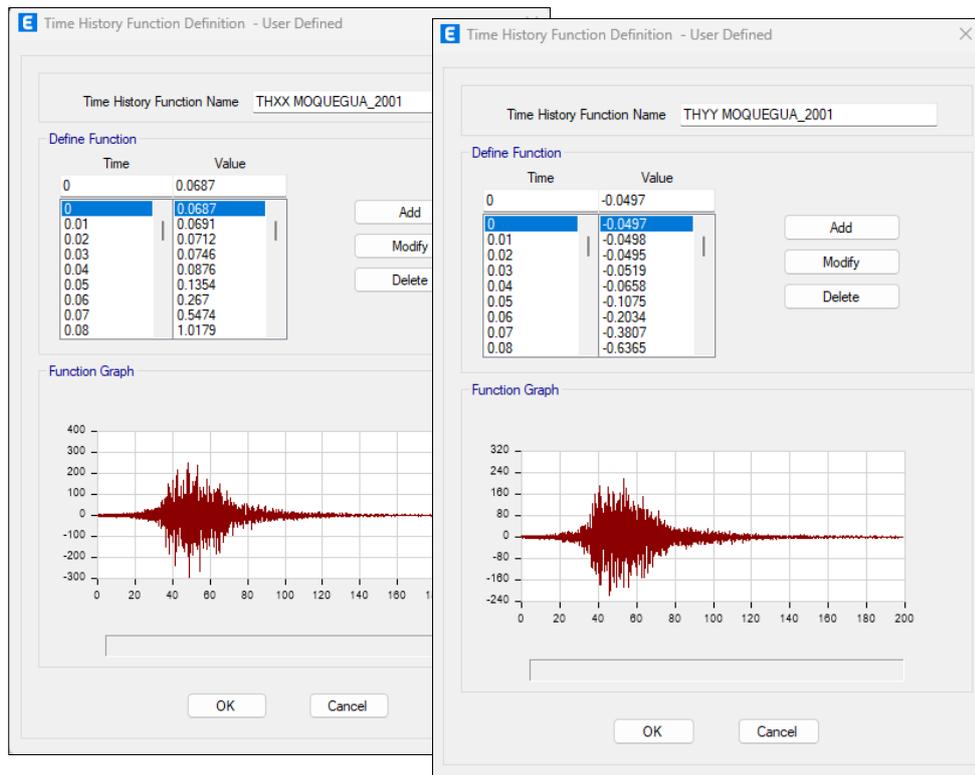


Figura 37: Creación registro del sismo de Moquegua 2001

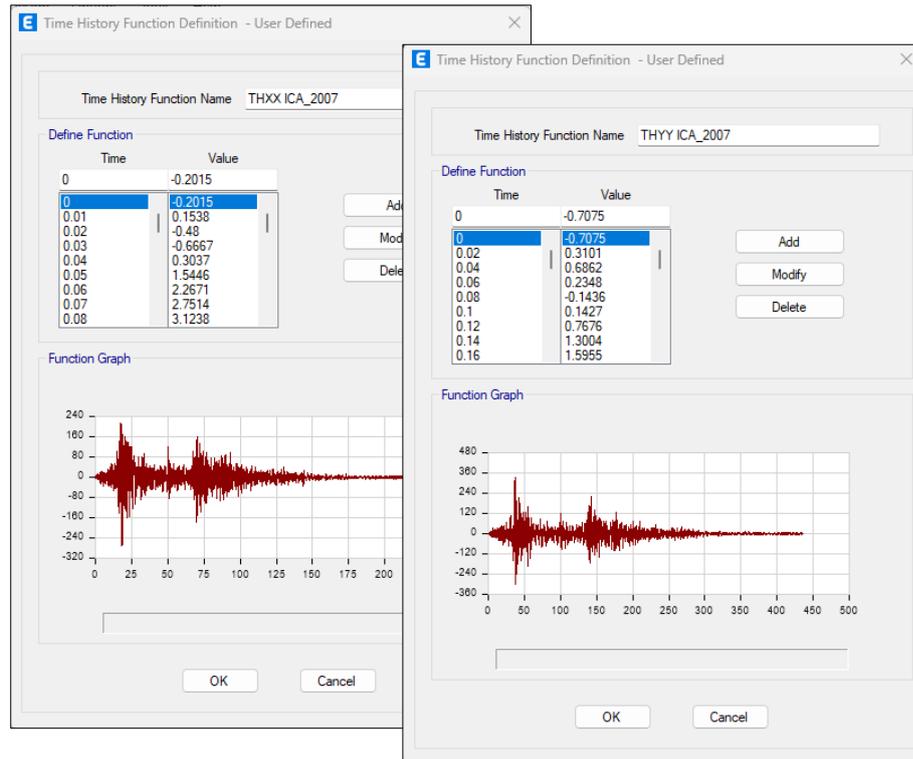
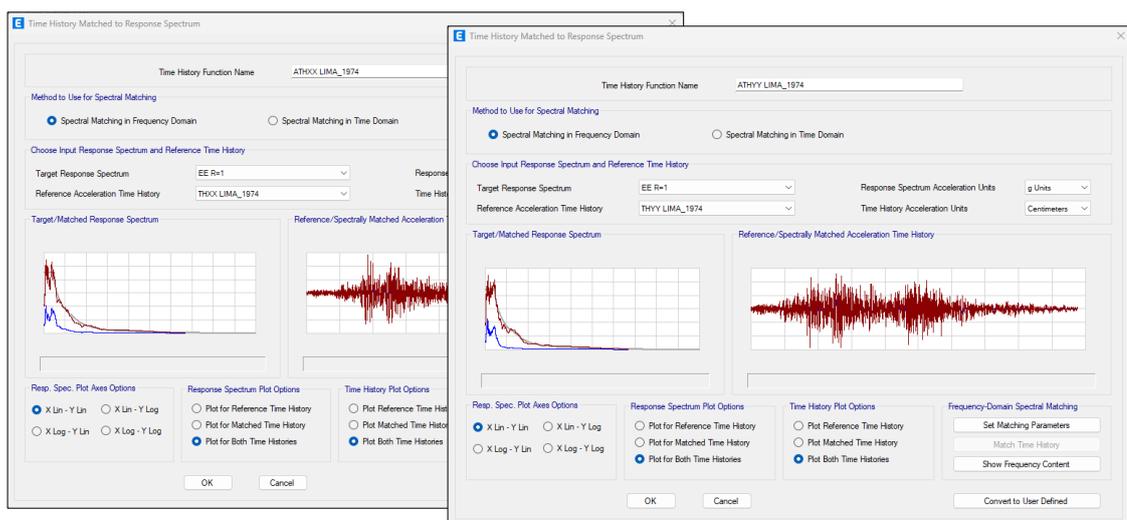


Figura 38: Creación registro del sismo de Ica 2007.

4.4.2. Escalamiento de registros sísmicos al espectro de diseño

Consiste en un escalamiento del espectro de respuesta para obtener un espectro objetivo, que es el de diseño según la NTP E.030.

Para ello se ha creado un espectro inelástico con $R=1$, con a ello compatibilizar los acelerogramas ajustando hasta que sea muy parecido al espectro objetivo.



39: Acelerogramas Lima 1974 escalado

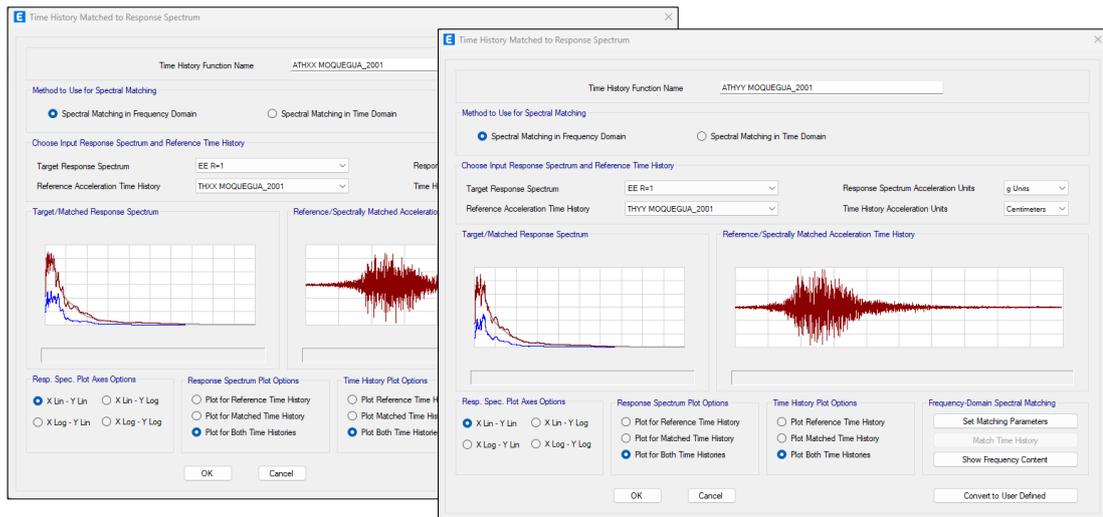


Figura 40: Acelerogramas Moquegua 2001 escalado

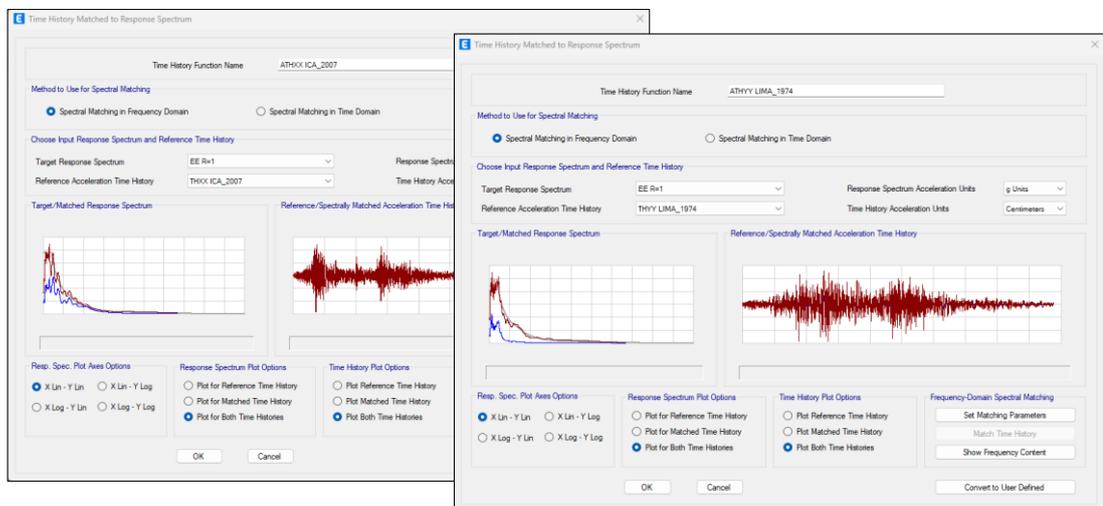


Figura 41: Acelerogramas Moquegua 2001 escalado

Luego del escalamiento se ha creado los casos de sismo para los tres registros en las direcciones “X” y “Y”.

Para finalizar el procedimiento se ha procesado la información y obtenido los resultados de las respuestas sísmicas de la edificación.

4.4.3. Derivas del análisis sísmico Tiempo Historia

De la misma manera que el análisis pseudodinámico, basados en la Norma NTP E.030, para el control de los desplazamientos laterales, los resultados los desplazamientos relativos se ha multiplicado por el valor de 0.75R por ser una estructura regular

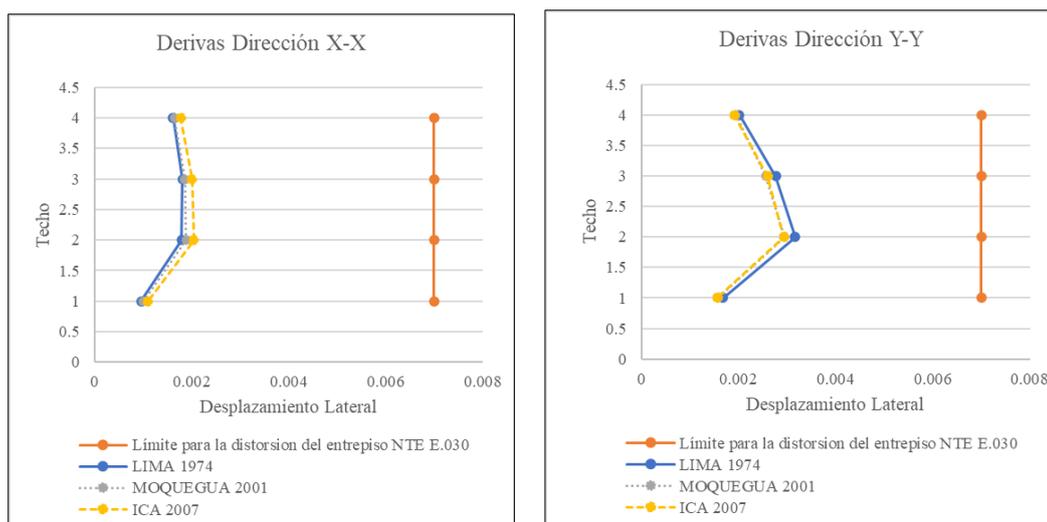


Figura 42: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 1

La estructura en el modelamiento 1 tiene una deriva máxima 0.0020 en el segundo nivel de la edificación para sismo de Ica del 2007 en la dirección “X” y 0.00316 en el segundo nivel para el sismo de Lima 1974 en la dirección “Y”, ambos cumplen la el límite máximo de distorsión de entre pisos para concreto armado de 0.007, establecido por la NTP E.030.

Tabla 13: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 1

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN X				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.001619	0.00165	0.0018	CUMPLE
Story3	0.001819	0.001866	0.002	CUMPLE
Story2	0.001802	0.001887	0.002	CUMPLE
Story1	0.000967	0.00101	0.0011	CUMPLE

Tabla 14: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 1

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN Y				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.00202	0.001942	0.00191	CUMPLE
Story3	0.002772	0.002568	0.0026	CUMPLE
Story2	0.003164	0.002943	0.00293	CUMPLE
Story1	0.001687	0.001577	0.00156	CUMPLE

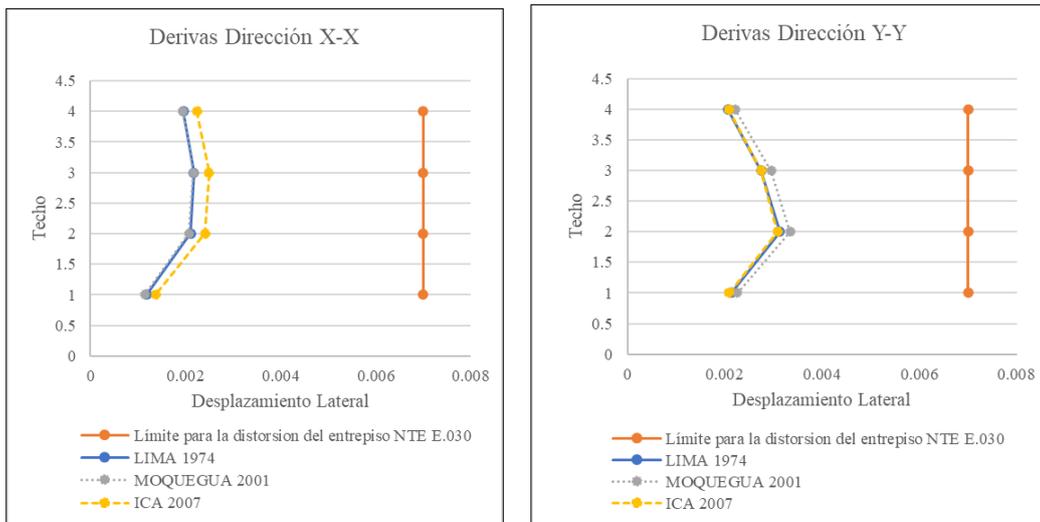


Figura 43: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 2

La estructura en el modelamiento 2 tiene una deriva máxima 0.00249 en el tercer nivel de la edificación para sismo de Ica del 2007 en la dirección “X” y 0.00334 en el segundo nivel para el sismo de Moquegua 2001 en la dirección “Y”, ambos cumplen la el límite máximo de distorsión de entre pisos para concreto armado de 0.007, establecido por la NTP E.030.

Tabla 15: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 2

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN X				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.00195	0.001949	0.0022	CUMPLE
Story3	0.002176	0.002161	0.0025	CUMPLE
Story2	0.002105	0.002065	0.0024	CUMPLE
Story1	0.001179	0.001139	0.0014	CUMPLE

Tabla 16: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 2

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN Y				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.002061	0.00221	0.00208	CUMPLE
Story3	0.002752	0.00295	0.00275	CUMPLE
Story2	0.003135	0.003342	0.00308	CUMPLE
Story1	0.002138	0.002255	0.00209	CUMPLE

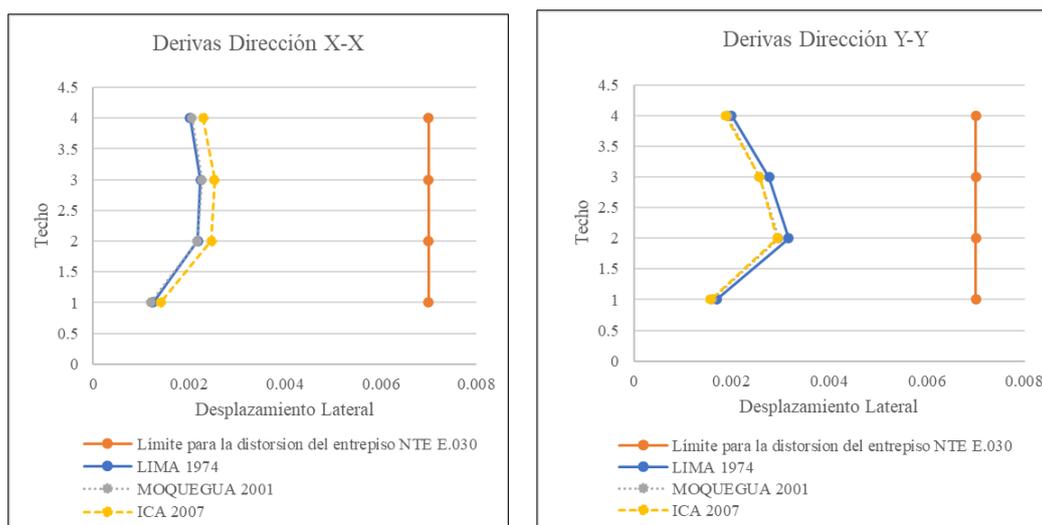


Figura 44: Derivas de los tres sismos en las direcciones “X” y “Y”, modelo 3

La estructura en el modelamiento 3 tiene una deriva máxima 0.00253 en el tercer nivel de la edificación para sismo de Ica del 2007 en la dirección “X” y 0.00317 en el segundo nivel para el sismo de Lima 1974 en la dirección “Y”, ambos cumplen la el límite máximo de distorsión de entre pisos para concreto armado de 0.007, establecido por la NTP E.030.

Tabla 17: Derivas de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 3

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN X				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.002018	0.002055	0.0023	CUMPLE
Story3	0.002239	0.002263	0.0025	CUMPLE
Story2	0.002184	0.00217	0.0025	CUMPLE
Story1	0.001245	0.001193	0.0014	CUMPLE

Tabla 18: Derivas de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 3

DERIVAS EN LA DIRECCIÓN Y				
NIVEL	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007	Verificación
Story4	0.001997	0.001915	0.00188	CUMPLE
Story3	0.002768	0.002572	0.00258	CUMPLE
Story2	0.003172	0.002968	0.00294	CUMPLE
Story1	0.001695	0.001595	0.00157	CUMPLE

Tabla 19: Diferencia de derivas de los tres modelados para los tres sismos.

NIVEL	DIFERENCIA DE DERIVAS (DIRECCIÓN X-X)			DIFERENCIA DE DERIVAS (DIRECCIÓN Y-Y)		
	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod
	1(AXAY)	1(AXAY)	2(FXFY)	1(AXAY)	1(AXAY)	2(FXFY) VS
	VS	VS	VS	VS	VS	Mod
	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod	3(FXAY)
	2(FXFY)	3(FXAY)	3(FXAY)	2(FXFY)	3(FXAY)	
LIMA 1974						
Story4	0.000331	0.000399	0.000068	0.000041	0.000023	0.000064
Story3	0.000357	0.000420	0.000063	0.000020	0.000004	0.000016
Story2	0.000303	0.000382	0.000079	0.000029	0.000008	0.000037
Story1	0.000212	0.000278	0.000066	0.000451	0.000008	0.000443
MOQUEGUA 2001						
Story4	0.000299	0.000405	0.000055	0.000268	0.000027	0.000295
Story3	0.000295	0.000397	0.000041	0.000382	0.000004	0.000378
Story2	0.000178	0.000283	0.000050	0.000399	0.000025	0.000374
Story1	0.000129	0.000183	0.000043	0.000678	0.000018	0.000660
ICA 2007						
Story4	0.00046	0.000515	0.000055	0.000168	0.000036	0.000204
Story3	0.000482	0.000523	0.000041	0.000146	0.000025	0.000171
Story2	0.000363	0.000413	0.000050	0.000151	0.000003	0.000148
Story1	0.000256	0.000299	0.000043	0.000527	0.000006	0.000521

4.4.4. Desplazamientos del análisis sísmico Tiempo Historia

Los desplazamientos se han obtenido para cada caso de sismo, considerando un centro de diafragma en cada nivel de la edificación.

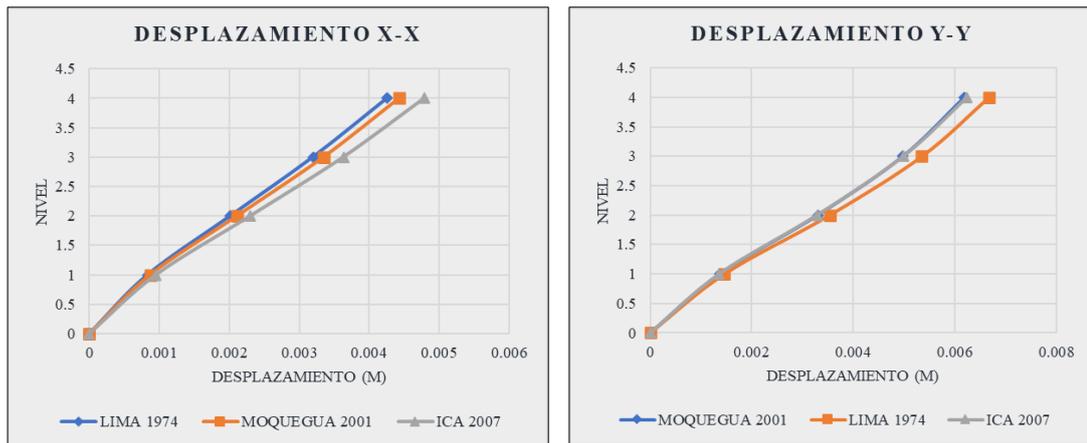


Figura 45: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 1

Se aprecia que la estructura de modelamiento 1 presenta un máximo desplazamiento de 0.479 cm. en la dirección “X” para el sismo de Ica del 2007 y un desplazamiento máximo de 0.667 cm. en la dirección “Y” para el sismo de Lima 1974.

Tabla 20: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 1

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (X-X)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.004257	0.004425	0.004791
Story3	0.003196	0.003345	0.003632
Story2	0.002014	0.002109	0.002301
Story1	0.000832	0.000869	0.000954

Tabla 21: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 1

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (Y-Y)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.006668	0.006186	0.006242
Story3	0.005351	0.004976	0.004988
Story2	0.003537	0.003299	0.003286
Story1	0.001463	0.001369	0.001358

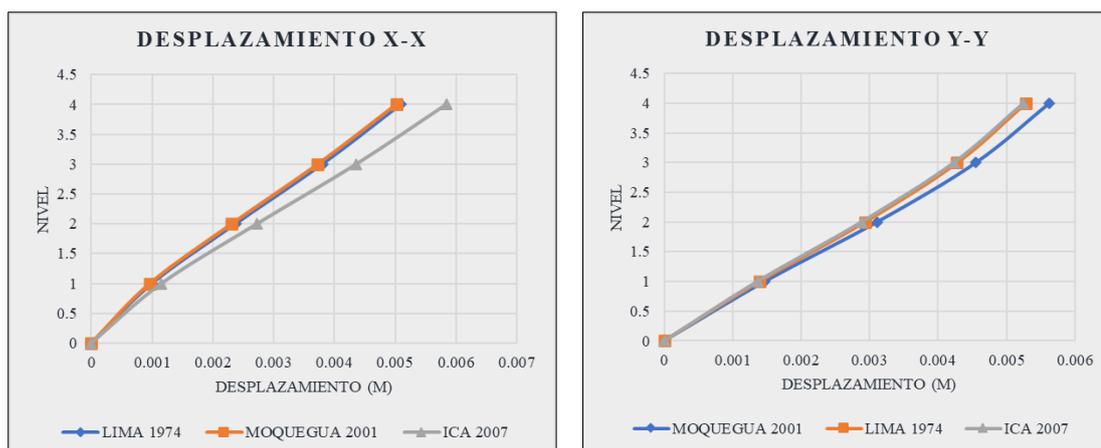


Figura 46: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 2

Se aprecia que la estructura de modelamiento 2 presenta un máximo desplazamiento de 0.584 cm. en la dirección “X” para el sismo de Ica del 2007 y un desplazamiento máximo de 0.562 cm. en la dirección “Y” para el sismo de Moquegua 2001.

Tabla 22: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 2

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (X-X)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.005094	0.005018	0.005842
Story3	0.003804	0.003728	0.004362
Story2	0.002374	0.002311	0.002728
Story1	0.001	0.000965	0.001156

Tabla 23: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 2

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (Y-Y)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.005277	0.005624	0.005251
Story3	0.004277	0.004552	0.004233
Story2	0.002931	0.003109	0.002882
Story1	0.001393	0.00147	0.001363

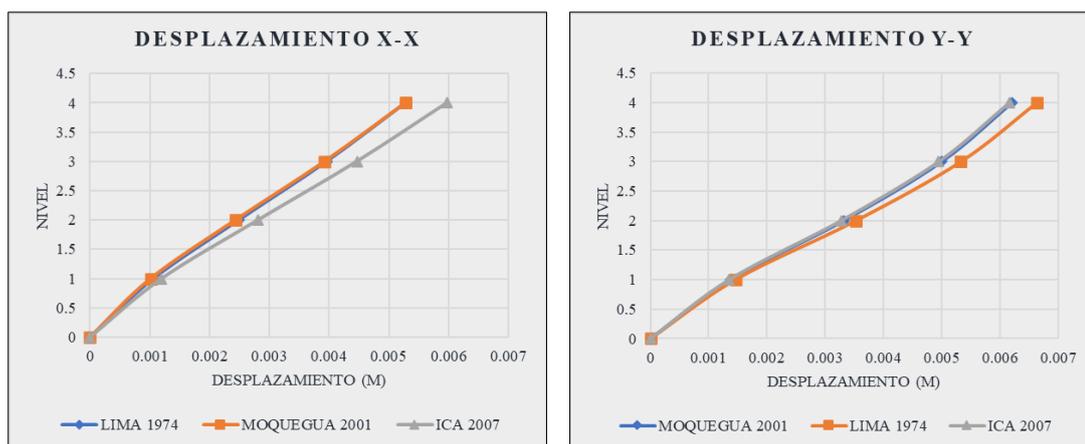


Figura 47: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 3

Se aprecia que la estructura de modelamiento 3 presenta un máximo desplazamiento de 0.598 cm. en la dirección “X” para el sismo de Ica del 2007 y un desplazamiento máximo de 0.663 cm. en la dirección “Y” para el sismo de Lima 1974.

Tabla 24: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “X”, modelo 3

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (X-X)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.005286	0.005281	0.005977
Story3	0.003965	0.003927	0.004469
Story2	0.002494	0.002435	0.002813
Story1	0.001063	0.001015	0.001199

Tabla 25: Desplazamientos de los tres sismos en la dirección “Y”, modelo 3

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements (Y-Y)			
Story	LIMA 1974	MOQUEGUA 2001	ICA 2007
	m	m	m
Story4	0.00663	0.006202	0.006159
Story3	0.005327	0.004994	0.004946
Story2	0.003528	0.003317	0.003273
Story1	0.001461	0.001377	0.001353

4.4.5. Cortante basal del análisis sísmico Tiempo Historia

Se ha obtenido las fuerzas cortantes en la base en el modelamiento 1, para la dirección “X” la máxima fuerza cortante se encuentra en el sismo de Lima 1974 con un valor de 205.87 tn y 194.88 tn para la dirección “Y” en el sismo de Moquegua del 2001.

Tabla 26: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 1

TABLE: Story Forces						
Story	Output Case	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	ATHXX ICA_2007	156.8075	0.4602	2845.916	4.2696	1507.899
Story1	ATHYY ICA_2007	0.3488	169.2316	915.2138	1826.776	3.3787
Story1	ATHXX LIMA_1974	205.8711	0.4412	2459.535	4.1693	1926.023
Story1	ATHYY LIMA_1974	0.4405	177.9135	984.7852	1963.696	3.9212
Story1	ATHXX MOQUEGUA_2001	168.1501	0.4384	2546.226	3.6933	1500.155
Story1	ATHYY MOQUEGUA_2001	0.5674	194.881	1086.801	1829.111	5.3114

Los valores de las fuerzas cortantes en la base en el modelamiento 2 son: para la dirección “X” la máxima fuerza cortante se encuentra en el sismo de Ica 2007 con un valor de 175.49 tn y 145.72 tn para la dirección “Y” en el sismo de Moquegua del 2001.

Tabla 27: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 2

TABLE: Story Forces						
Story	Output Case	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	ATHXX ICA_2007	175.4933	0.781	2851.601	7.622	1576.009
Story1	ATHYY ICA_2007	0.4451	139.8706	773.7772	1319.254	4.2803
Story1	ATHXX LIMA_1974	175.0087	0.7109	2527.425	6.6923	1581.73
Story1	ATHYY LIMA_1974	0.5627	130.659	733.6695	1333.48	5.4742
Story1	ATHXX MOQUEGUA_2001	174.7952	0.716	2265.269	6.9472	1569.18
Story1	ATHYY MOQUEGUA_2001	0.5582	145.7175	813.3476	1415.297	5.3435

Las fuerzas cortantes en la base en el modelamiento 3 son: para la dirección “X” la máxima fuerza cortante se encuentra en el sismo de Moquegua 2001 con un valor de 186.55 tn y 196.74 tn para la dirección “Y” en el sismo de Moquegua del 2001.

Tabla 28: Fuerzas cortante en la base de los tres sismos en la dirección “X” y “Y”, modelo 3

TABLE: Story Forces						
Story	Output Case	VX	VY	T	MX	MY

		tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	ATHXX ICA_2007	175.8386	0.8039	2953.718	7.6191	1643.85
Story1	ATHYY ICA_2007	0.6083	172.2039	909.1743	1847.423	5.788
Story1	ATHXX LIMA_1974	179.4507	0.7754	2676.99	7.4518	1627.914
Story1	ATHYY LIMA_1974	0.7318	180.3551	985.0802	1991.549	6.7494
Story1	ATHXX MOQUEGUA_2001	186.5535	0.7192	2358.438	7.1787	1666.35
Story1	ATHYY MOQUEGUA_2001	0.7375	196.7425	1089.279	1870.686	6.8464

4.5. Análisis Estático no lineal Pushover

Para análisis estático no lineal Pushover, se ha realizado únicamente en el modelamiento 1, debido a que las placas se analizan con un tipo de modelamiento “Shell - tin” que considera el elemento como fibra y se asemeja más al comportamiento real de los elementos tipo placa, a su vez la unión de elementos verticales con las vigas es rígida desde los cantos. Sin embargo, en el modelamiento de tipo columna de concreto armado la rigidez de las uniones es desde el punto medio del elemento vertical imposibilitando el desarrollo correcto de las rotulas plásticas.

4.4.1. Propiedades no lineales del concreto

Para la obtención de la curva esfuerzo – deformación, se ha utilizado el modelo del análisis lineal, incrementando en el software datos adicionales para un análisis no lineal como: peso volumétrico del concreto, el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson. Para la curva capacidad se ha elegido el tipo Mander, porque, posee dos modelos de comportamiento; para un concreto sin confinar y uno confinado, asimismo se ha tomado en consideración la deformación última del concreto, que según normas internacionales y la NTP E.030 de análisis lineal es $\epsilon_{cu} = 0.003$, en el caso de Mander el valor de $\epsilon_{cu} = 0.0025$, por otro lado, la deformidad unitaria en relación a la resistencia máxima es aproximadamente $\epsilon_{cmáx} = 0.002$, todos estos datos son introducidos al software.

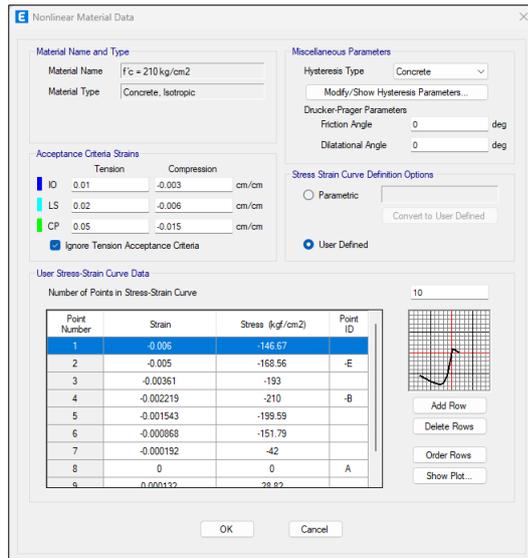


Figura 48: propiedades no lineales del concreto

4.4.2. Propiedades no lineales del acero

Para que el concreto pueda resistir esfuerzos a tracción, se refuerza con acero, pues sin ella es débil en tracción, así mismo, el acero contribuye al concreto en la capacidad para soportar esfuerzos a compresión. Para la obtención de la curva esfuerzo – deformación, se ha utilizado el modelo del análisis lineal, incrementando en el software los valores del peso volumétrico del acero y el módulo de elasticidad. Posteriormente se coloca los valores de la no linealidad del material.

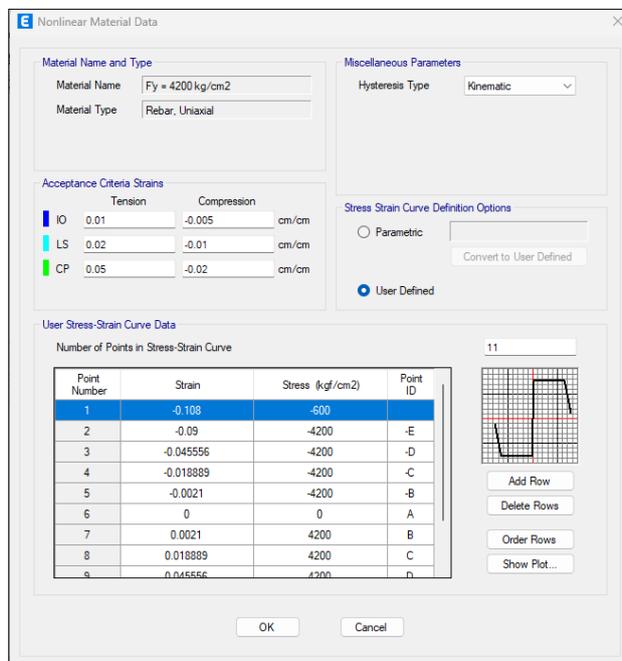


Figura 49: Propiedades no lineales del acero.

Posterior a ello se ha asignado a cada elemento estructural la cantidad de acero que tienen según los planos de diseño, expresados en cuantía de cm² de los aceros comerciales estipulados.

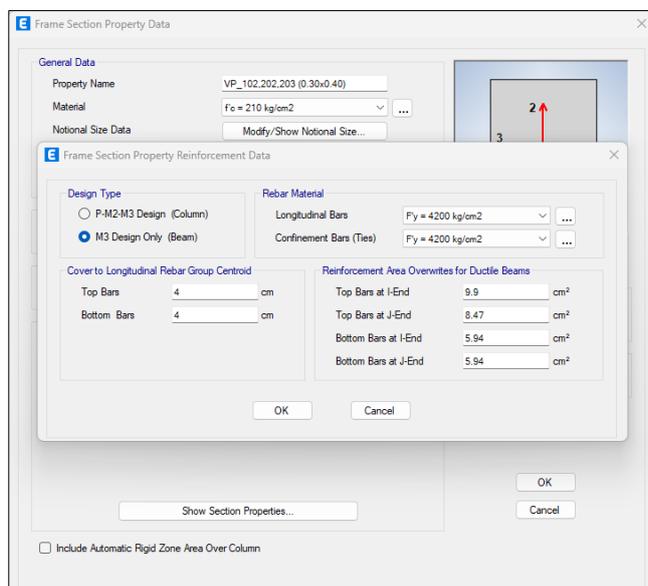


Figura 50: Asignación de cuantías de acero en VP 102, 202, 303

Del mismo modo se ha asignado en el software Etabs para todas las vigas de los cuatro niveles de la edificación.

La asignación de acero para muros estructurales se ha tomado en consideración la separación y diámetro de los aceros en el sentido vertical y horizontal de cada placa.

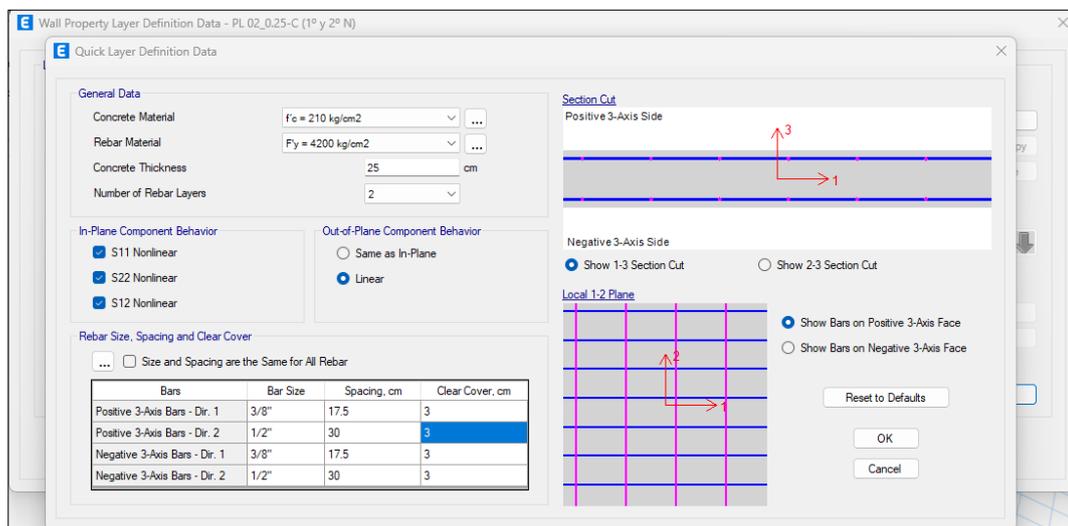


Figura 51: asignación de acero PL 02 1er y 2do nivel

Se ha asignado las cuantías de acero para todas las placas, considerando las variaciones según los niveles de la edificación.

4.4.3. Carga gravitacional no lineal (CGNL)

Se creó el caso considerando la masa de la edificación y los patrones de carga según la normativa para edificaciones con características de uso esencial: carga muerta a un 100%, la carga viva a un 50% y carga de techo un 25%.

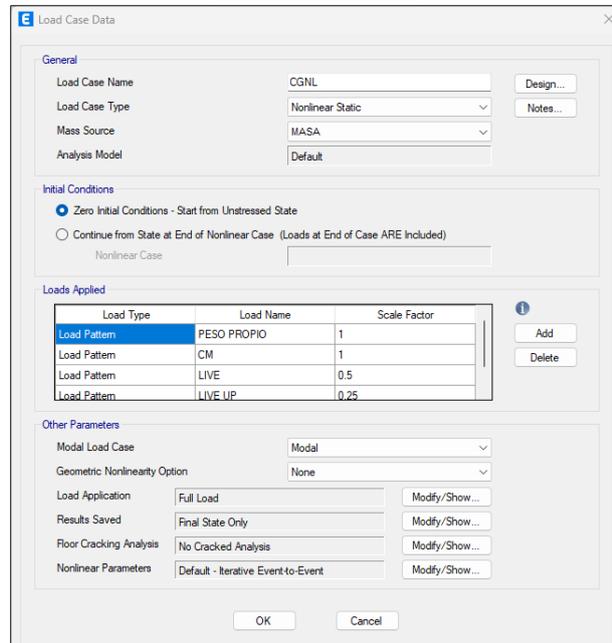


Figura 52: Carga gravitacional no lineal

4.4.4. Casos de carga gravitacional no lineal

Se creó el caso considerando los modos de vibración para cada dirección de análisis, el caso continúa después de la carga gravitacional no lineal anteriormente creado.

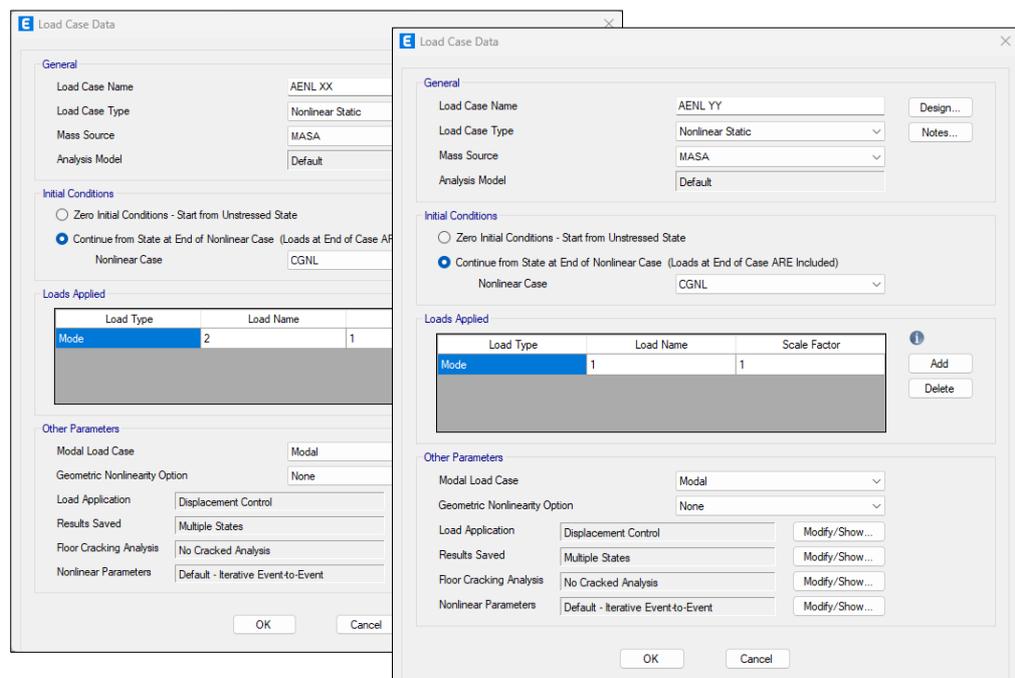


Figura 53: Carga gravitacional no lineal

4.4.5. Rótulas plásticas

La asignación de rotulas plásticas se ha añadido a un 5% de las vigas y columnas, de ambos lados de la luz del elemento estructural.

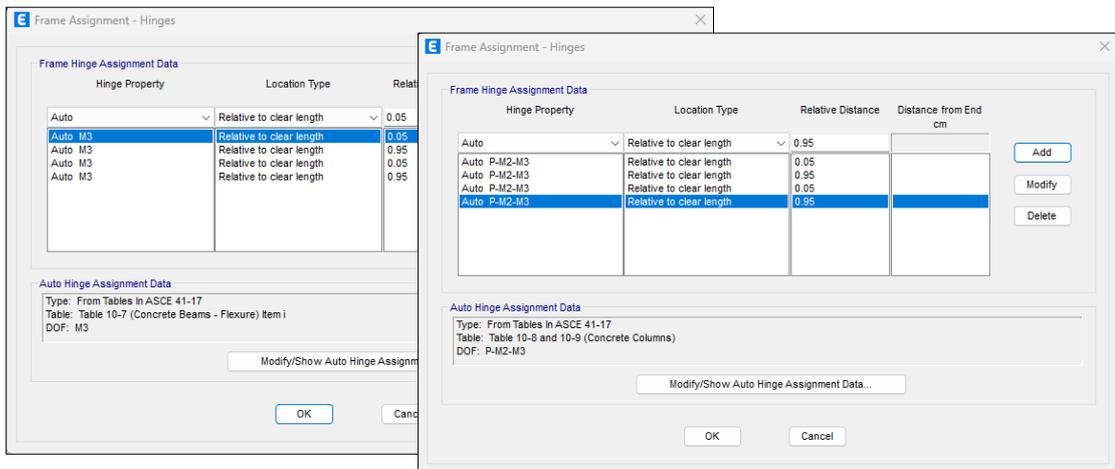


Figura 54: Asignación de rotulas plásticas en Vigas y Columnas

Para muros estructurales las rotulas plásticas se ha añadido de forma automática.

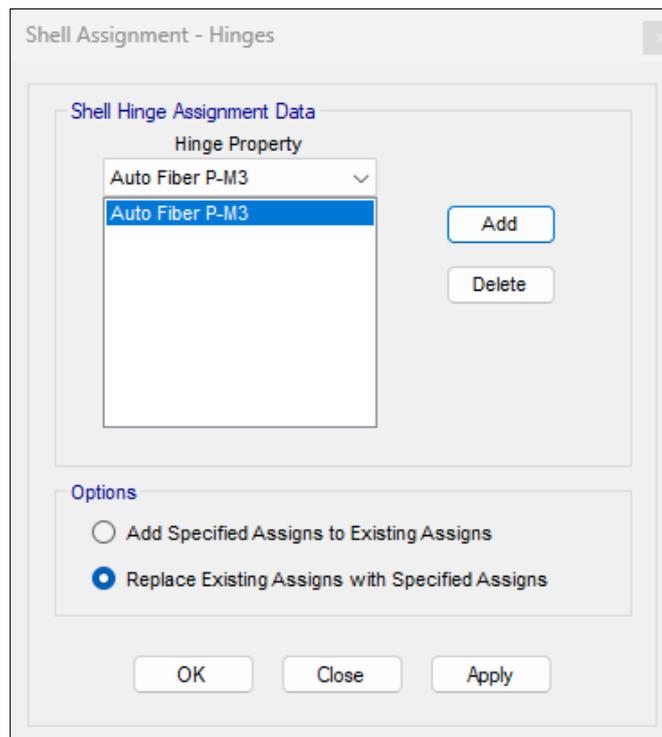


Figura 55: Asignación de rotulas plásticas en Placas

Luego de añadir las rotulas plásticas a los elementos estructurales, se ha procesado la información en el software. En lo que se ha observado la aparición de las rótulas para cada modo en las direcciones “X” y “Y”.

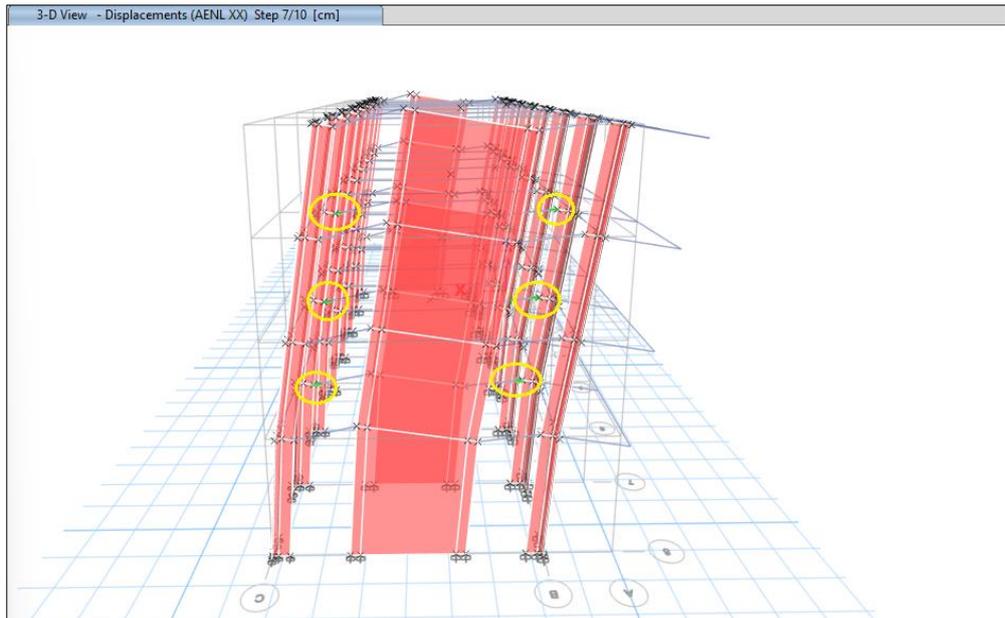


Figura 56: Aparición de rótulas plásticas para el modo 7 en VP-102,202,203. En la dirección “X”.

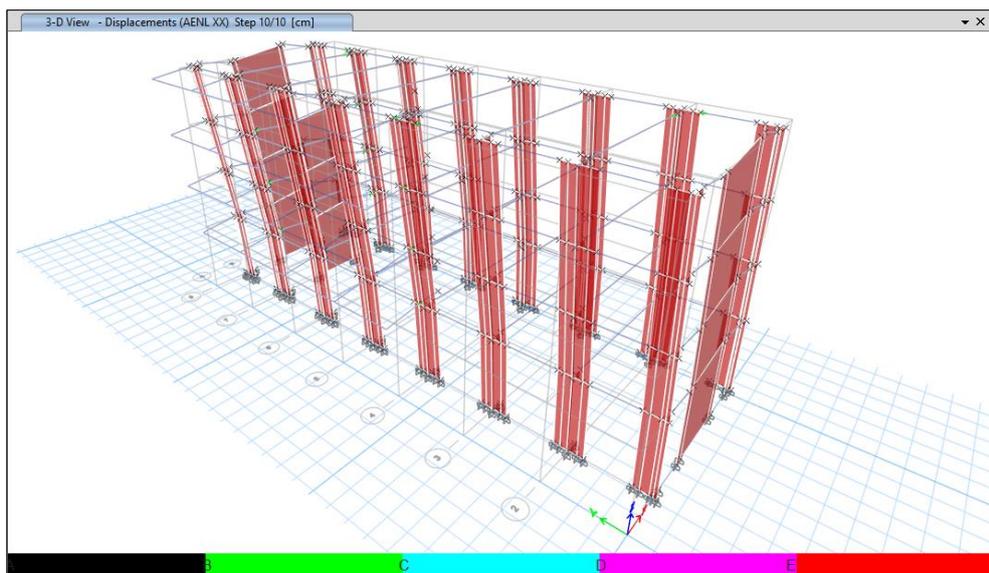


Figura 57: Rótulas plásticas para el modo 10 en la dirección “X”.

En la figura 52, se observa rotulas plásticas que se encuentran en el rango B – C, que es un estado de fluencia de los elementos estructurales, aun no alcanzan a la capacidad ultima de Pushover.

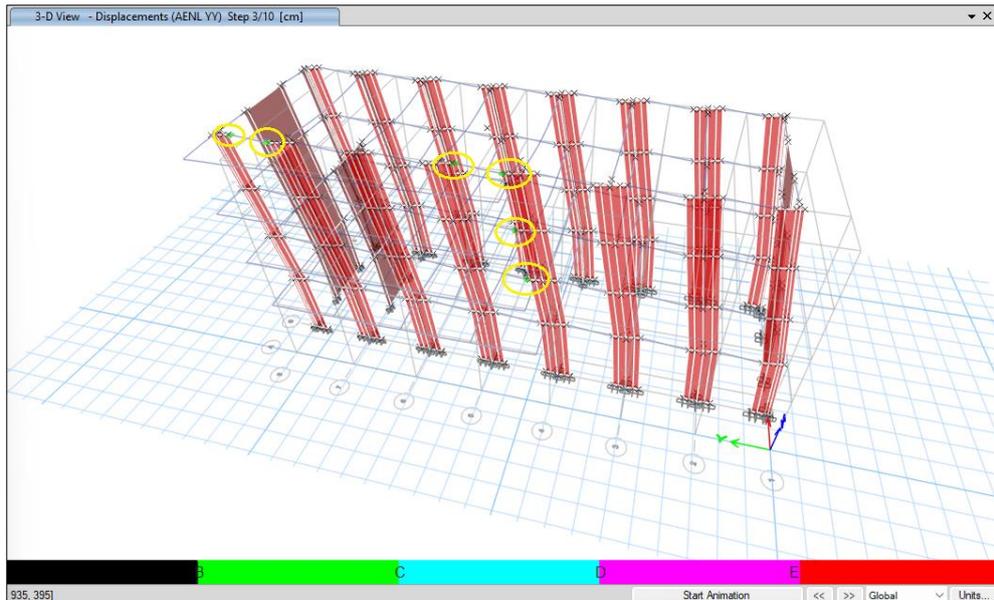


Figura 58: Aparición de rótulas plásticas para el modo 3 en VP-109,209,309 y VP-409. En la dirección “Y”.

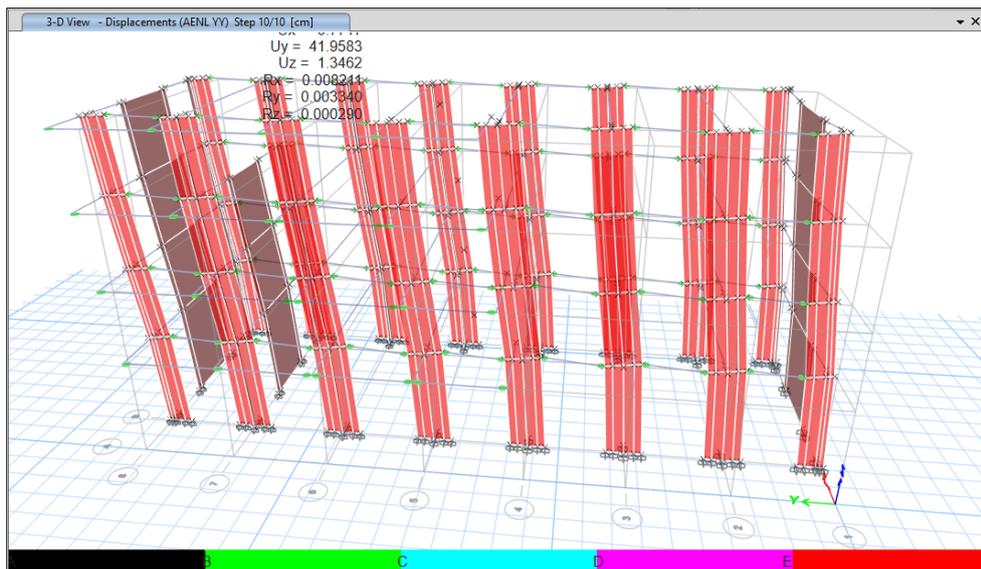


Figura 59: Rótulas plásticas para el modo 10 en la dirección “Y”.

En la figura 54, se observa rotulas plásticas que se encuentran en el rango B – C, que es un estado de fluencia de los elementos estructurales.

4.4.6. Curva capacidad

La curva capacidad en dirección “X” alcanza un desplazamiento de 50 cm para una fuerza cortante en la base de 793112.38 kg, mientras en la dirección “Y” alcanza un desplazamiento de -39.68 cm para una fuerza cortante de 2209908.81 kg.

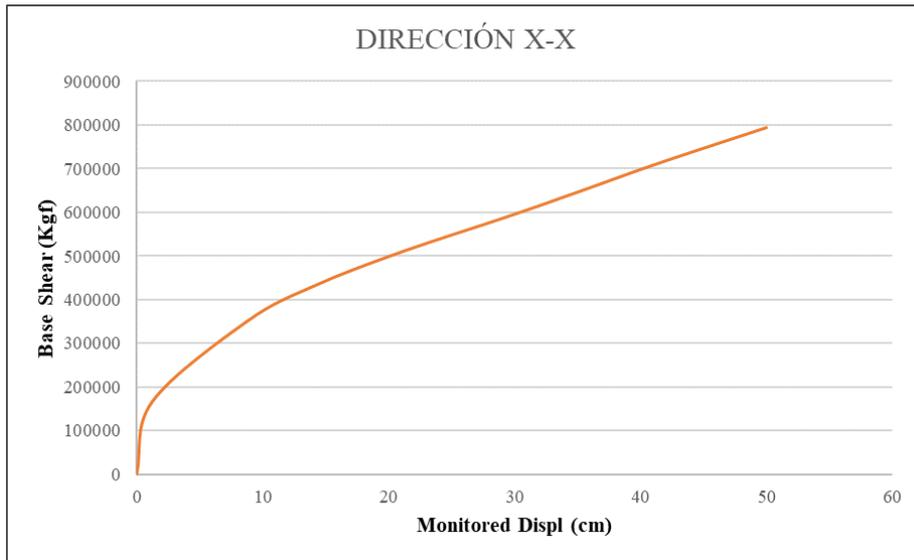


Figura 60: Curva capacidad dirección “X”

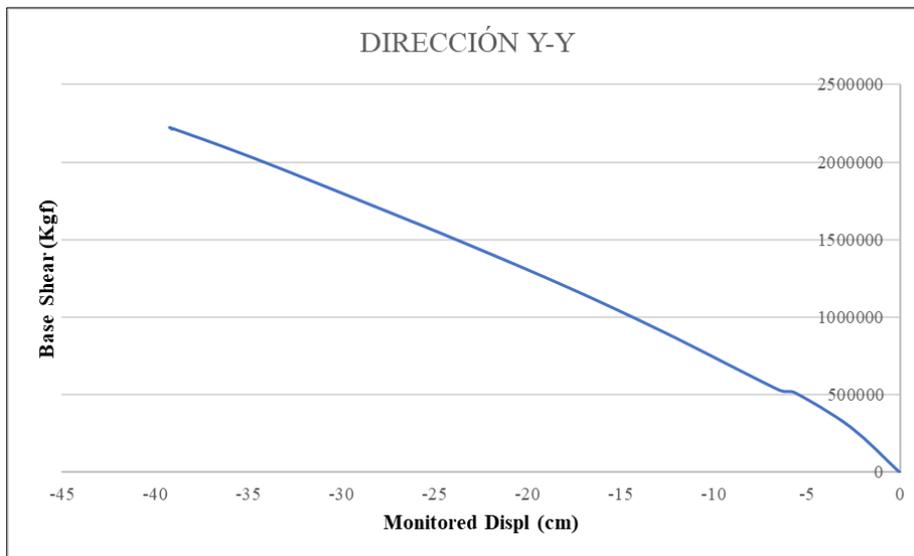


Figura 61: Curva capacidad dirección “Y”

4.4.7. Espectro de demanda

La conversión a espectro de demanda se ha realizado según lo establecido en la normativa internacional FEMA 440, para sismo frecuente, ocasional, raro y muy raro.

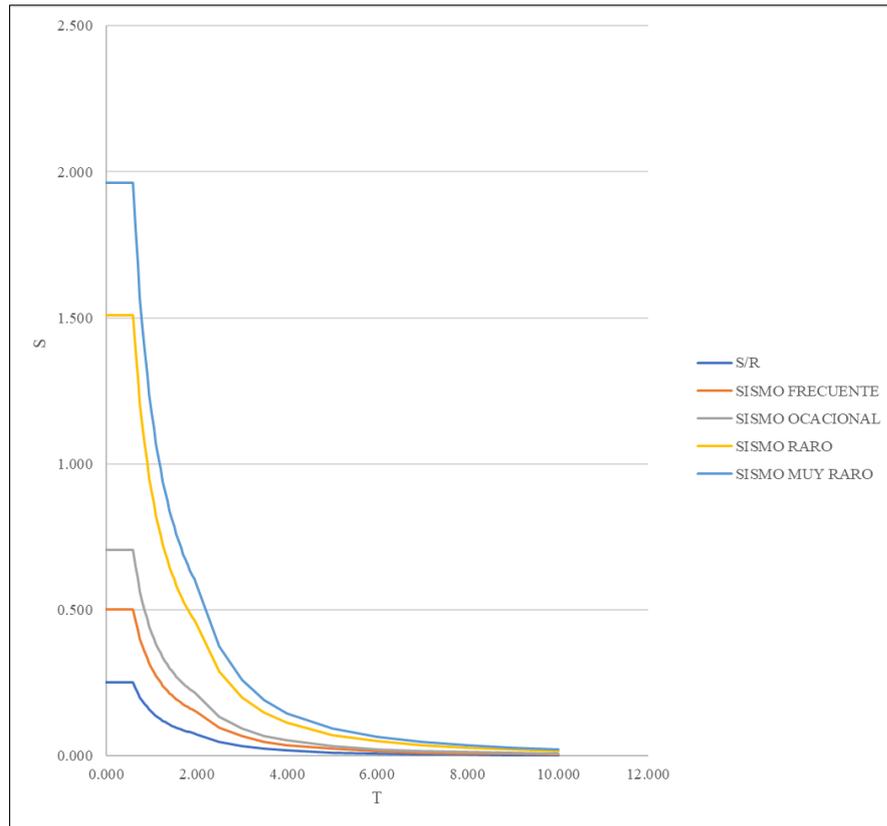


Figura 62: espectros de demanda según FEMA 440

Todos los espectros de amenaza sísmica no consideran el sistema estructural de la edificación (R).

ESPECTROS DE DEMANDA

DATOS	FACTORES
Z	0.35
U	1.50
S	1.15
TP	0.60
TL	2.00

DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Ro	6	6
Ia	1	1
Ip	1	1
R	6	6

g	9.81
---	------

FEMA 440											
T	C	Sa	Sa/R	FRECUENTE		OCASIONAL		RARO		MUY RARO	
				Sa1= 0.33	Sa	Sa2= 1.40	Sa1	Sa3= 1.00	Sa	Sa4= 1.30	Sa
				Sa 1	Sa 2	Sa 3	Sa 4				
0.000	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.050	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.100	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.150	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.200	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.250	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.300	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.350	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.400	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.450	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.500	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.550	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.600	2.500	1.509	0.252	0.5031	0.7044	1.5094	1.9622				
0.650	2.308	1.393	0.232	0.4644	0.6502	1.3933	1.8113				
0.700	2.143	1.294	0.216	0.4313	0.6038	1.2938	1.6819				
0.750	2.000	1.208	0.201	0.4025	0.5635	1.2075	1.5698				
0.800	1.875	1.132	0.189	0.3773	0.5283	1.1320	1.4716				
0.850	1.765	1.065	0.178	0.3551	0.4972	1.0654	1.3851				
0.900	1.667	1.006	0.168	0.3354	0.4696	1.0063	1.3081				
0.950	1.579	0.953	0.159	0.3178	0.4449	0.9533	1.2393				
1.000	1.500	0.906	0.151	0.3019	0.4226	0.9056	1.1773				
1.050	1.429	0.863	0.144	0.2875	0.4025	0.8625	1.1213				
1.100	1.364	0.823	0.137	0.2744	0.3842	0.8233	1.0703				
1.150	1.304	0.788	0.131	0.2625	0.3675	0.7875	1.0238				
1.200	1.250	0.755	0.126	0.2516	0.3522	0.7547	0.9811				
1.250	1.200	0.725	0.121	0.2415	0.3381	0.7245	0.9419				
1.300	1.154	0.697	0.116	0.2322	0.3251	0.6966	0.9056				
1.350	1.111	0.671	0.112	0.2236	0.3131	0.6708	0.8721				
1.400	1.071	0.647	0.108	0.2156	0.3019	0.6469	0.8409				
1.450	1.034	0.625	0.104	0.2082	0.2915	0.6246	0.8119				
1.500	1.000	0.604	0.101	0.2013	0.2818	0.6038	0.7849				
1.550	0.968	0.584	0.097	0.1948	0.2727	0.5843	0.7596				
1.600	0.938	0.566	0.094	0.1887	0.2641	0.5660	0.7358				
1.650	0.909	0.549	0.091	0.1830	0.2561	0.5489	0.7135				
1.700	0.882	0.533	0.089	0.1776	0.2486	0.5327	0.6925				
1.750	0.857	0.518	0.086	0.1725	0.2415	0.5175	0.6728				
1.800	0.833	0.503	0.084	0.1677	0.2348	0.5031	0.6541				
1.850	0.811	0.490	0.082	0.1632	0.2284	0.4895	0.6364				
1.900	0.789	0.477	0.079	0.1589	0.2224	0.4766	0.6196				
1.950	0.769	0.464	0.077	0.1548	0.2167	0.4644	0.6038				
2.000	0.750	0.453	0.075	0.1509	0.2113	0.4528	0.5887				
2.500	0.480	0.290	0.048	0.0966	0.1352	0.2898	0.3767				
3.000	0.333	0.201	0.034	0.0671	0.0939	0.2013	0.2616				
3.500	0.245	0.148	0.025	0.0493	0.0690	0.1479	0.1922				
4.000	0.188	0.113	0.019	0.0377	0.0528	0.1132	0.1472				
5.000	0.120	0.072	0.012	0.0242	0.0338	0.0725	0.0942				
6.000	0.083	0.050	0.008	0.0168	0.0235	0.0503	0.0654				
7.000	0.061	0.037	0.006	0.0123	0.0173	0.0370	0.0481				
8.000	0.047	0.028	0.005	0.0094	0.0132	0.0283	0.0368				
9.000	0.037	0.022	0.004	0.0075	0.0104	0.0224	0.0291				
10.000	0.030	0.018	0.003	0.0060	0.0085	0.0181	0.0235				

Figura 63: espectros de demanda según FEMA 440

Dichos espectros son introducidos al programa Etabs, y finalmente procesar la información.

4.4.8. Punto de desempeño

Con los casos Pushover en ambas direcciones que se ha creado se puede visualizar el punto de desempeño sísmico al interceptar la curva capacidad con los espectros de diseño para sismo frecuente, ocasional, raro y sismo muy raro, considerando un valor de la gravedad de 9.81 m/s².

- Sismo frecuente en la dirección “X”

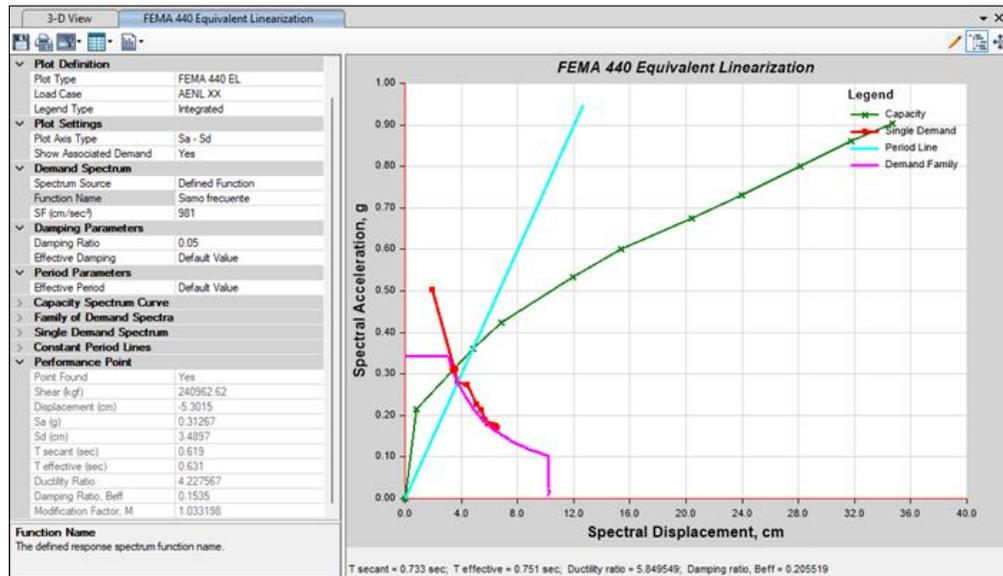


Figura 64: Punto de desempeño para sismo frecuente en la dirección “X”

- Sismo frecuente en la dirección “Y”

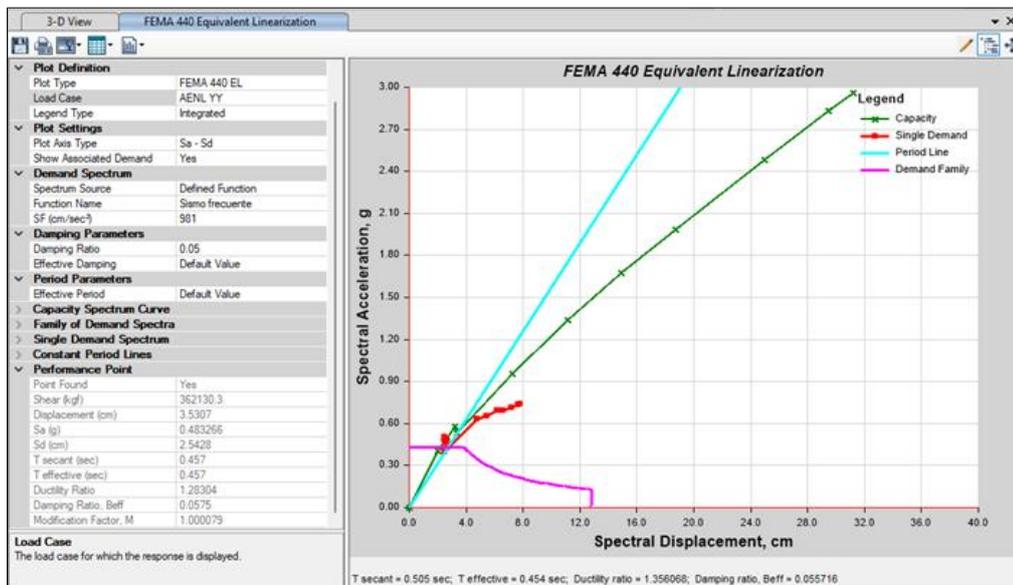


Figura 65: Punto de desempeño para sismo frecuente en la dirección “Y”

Para un sismo frecuente la estructura alcanza un desplazamiento de 5.30 cm para una fuerza cortante en la base de 240.96 tn en la dirección “X” y para la dirección “Y” tiene un desplazamiento de 3.53 cm, y una fuerza cortante en la base de 362.13 tn.

- Sismo ocasional en la dirección “X”

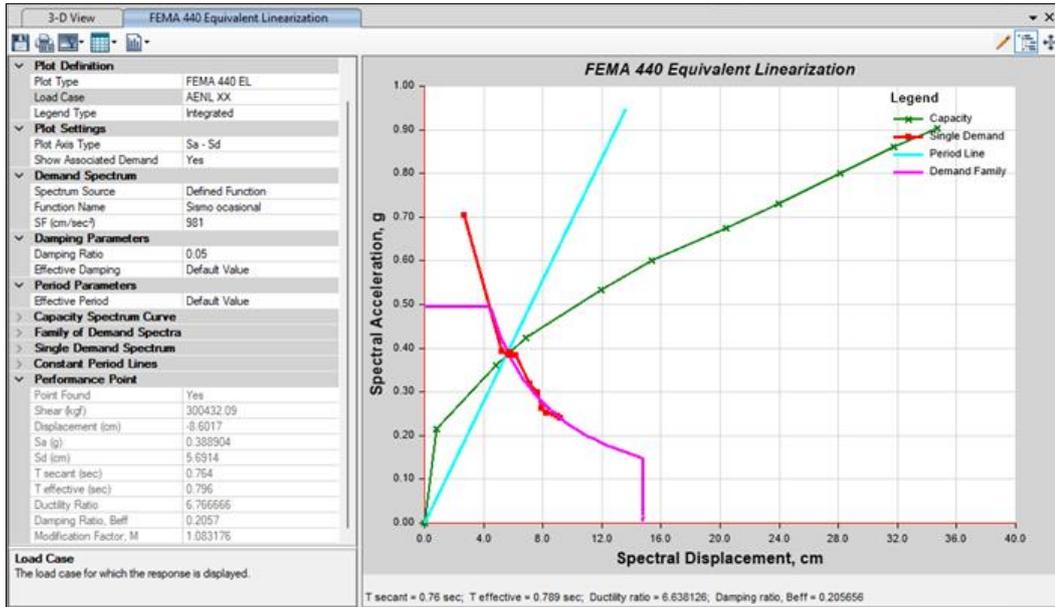


Figura 66: Punto de desempeño para sismo Ocasional en la dirección “X”

- Sismo ocasional en la dirección “Y”

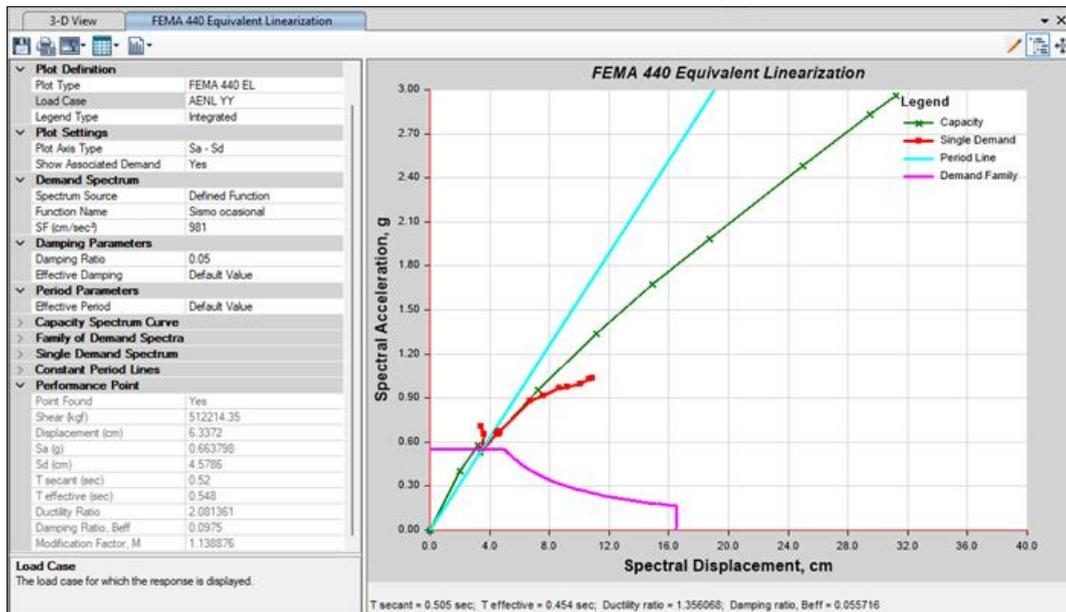


Figura 67: Punto de desempeño para sismo Ocasional en la dirección “Y”

Para un sismo ocasional la estructura alcanza un desplazamiento de 8.60 cm para una fuerza cortante en la base de 300.432 tn en la dirección “X” y para la dirección “Y” tiene un desplazamiento de 6.337 cm, y una fuerza cortante en la base de 512.214 tn.

- Sismo raro en la dirección “X”

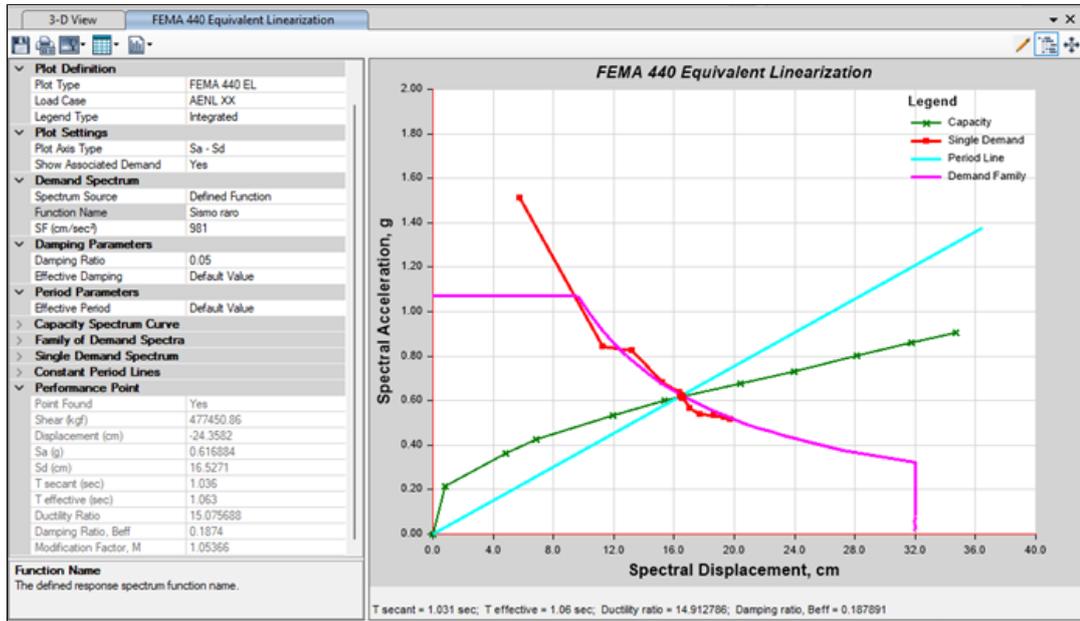


Figura 68: Punto de desempeño para sismo Raro en la dirección “X”

- Sismo raro en la dirección “Y”

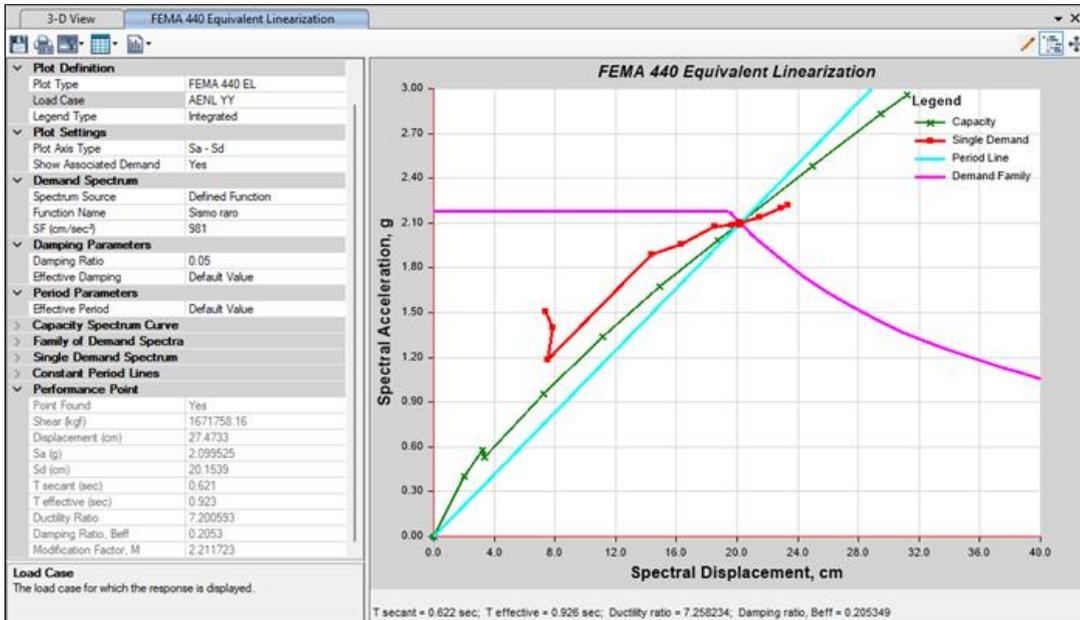


Figura 69: Punto de desempeño para sismo Raro en la dirección “Y”

Para un sismo ocasional la estructura alcanza un desplazamiento de 24.358 cm para una fuerza cortante en la base de 477.45 tn en la dirección “X” y para la dirección “Y” tiene un desplazamiento de 27.47 cm, y una fuerza cortante en la base de 1671.758 tn.

- Sismo muy raro en la dirección “X”

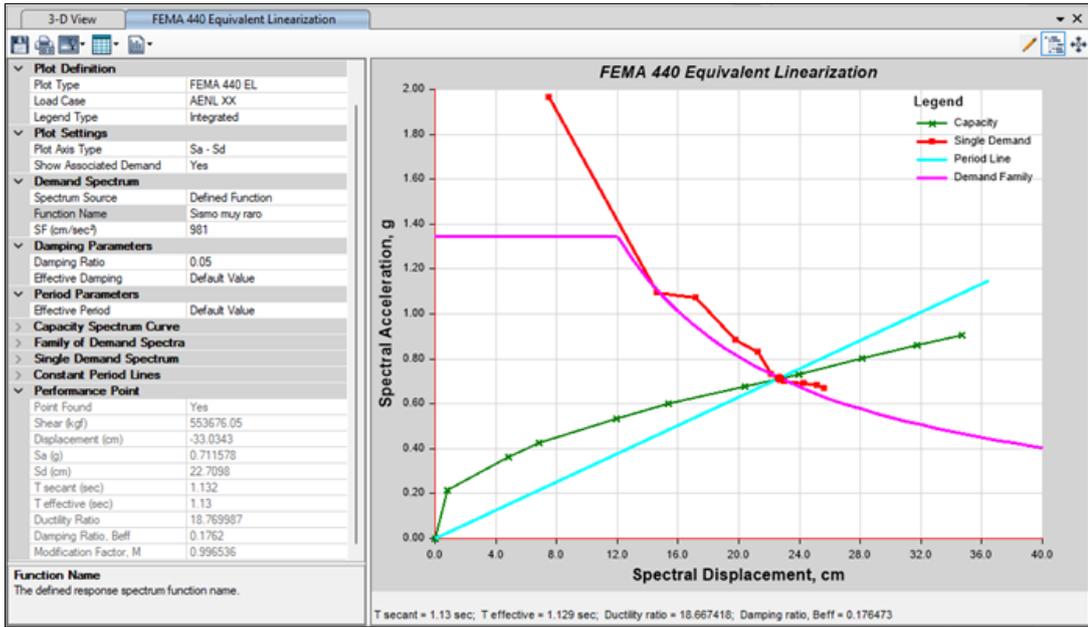


Figura 70: Punto de desempeño para sismo Muy Raro en la dirección “X”

- Sismo muy raro en la dirección “Y”

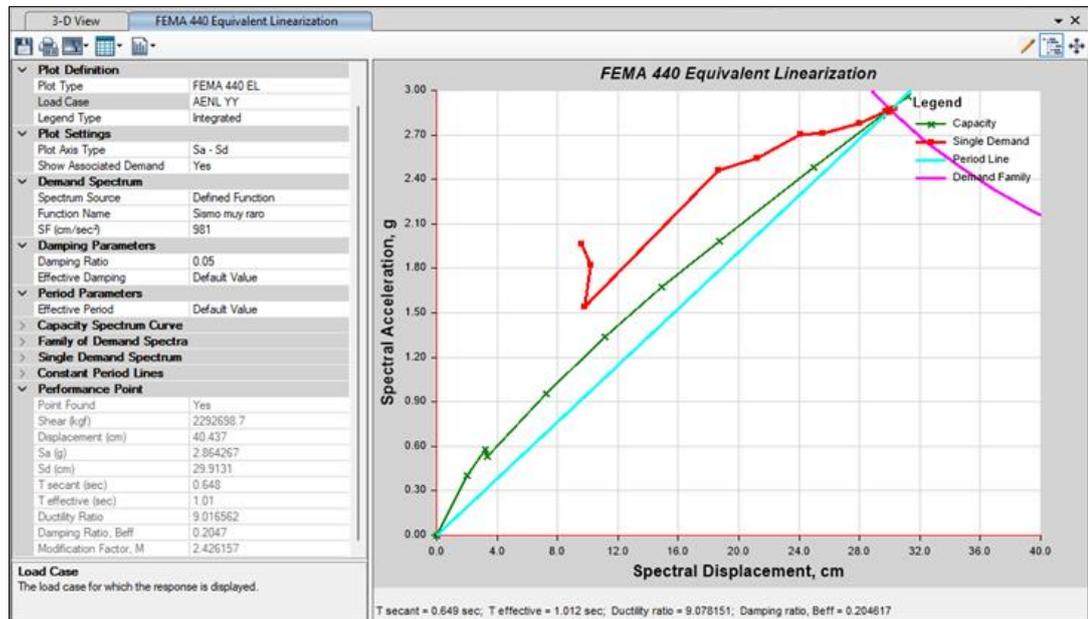


Figura 71: Punto de desempeño para sismo Muy Raro en la dirección “Y”

Para un sismo ocasional la estructura alcanza un desplazamiento de 33.03 cm para una fuerza cortante en la base de 553.676 tn en la dirección “X” y para la dirección “Y” tiene un desplazamiento de 40.437 cm, y una fuerza cortante en la base de 2292.698 tn.

4.5. Discusión de resultados

Se han realizado tres tipos de análisis sismorresistente: un análisis pseudodinámico (Modal espectral); un análisis tiempo historia, los sismos seleccionados para este análisis fueron de Lima 1974, Moquegua 2001 e Ica 2007; y un análisis estático no lineal Pushover.

Para el análisis sismorresistente pseudodinámico y tiempo historia se ha utilizado tres criterios de modelamiento: modelo 1 (AXAY), modelo 2 (FXFY) y modelo 3 (FXAY). En la tabla 12, se aprecia que la deriva máxima del modelo 1 es inferior a la del modelo 2 en 0.000461 y 0.000442 del modelo 3 en la dirección “X” ubicados en el tercer nivel, y en la dirección “Y” la deriva máxima del modelo 2 supera en 0.000383 a la del modelo 1 y 0.000388 del modelo 3 ubicados en el segundo nivel; esto porque los modelados han sido unos con “Shell – Thin” y otros con “Section Designer” que no difiere con “Frame Section”. Siendo no muy considerable la variación de los modelados.

El análisis estático no lineal Pushover se ha realizado con el modelo 1 (AXAY), porque el modelo 2 (FXFY) en la dirección “Y” llega a ser un sistema estructural aporticado, que la norma E.030 no recomienda, especificado en la tabla N° 06; mientras que el modelo 3 (FXAY) presenta modelamiento “Frame Section” tipo columna de concreto armado, en el cual, la conexión entre las uniones es desde el punto medio del elemento vertical imposibilitando el desarrollo correcto de las rótulas plásticas en los elementos horizontales.

En el análisis sismorresistente pseudodinámico modelo 1 (AXAY), la edificación tiene un desplazamiento máximo de 0.0050 m en la dirección “X” y 0.0069 m en la dirección “Y” ambos en el último nivel. La deriva máxima se encuentra en el nivel 3 con valores de 0.00228 en la dirección “X” y 0.00327 en el nivel 2 dirección “Y”, estas derivas cumplen con la NTE E.030. La fuerza cortante máxima es 208.8525 t en la dirección “X” y 213.119 t en el sentido “Y”.

Tabla 29: Máximas derivas, desplazamientos y fuerzas cortantes en el análisis sismorresistente pseudodinámico (modal espectral).

NIVEL	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
DERIVAS MÁXIMAS						
NIVEL 3	0.002282	0.002743	0.002724	0.002934	0.003278	0.002918
NIVEL 2	0.002272	0.002626	0.002619	0.003272	0.003655	0.003267
DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS (m)						
NIVEL 4	0.005052	0.006018	0.006158	0.006913	0.006159	0.006877
FUERZA CORTANTE EN LA BASE (ton)						

NIVEL 1	208.8525	209.9112	212.2385	213.1191	165.7486	216.5124
---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

En el análisis sismorresistente tiempo historia modelo 1 (AXAY), la edificación tiene un desplazamiento máximo en el último nivel de 0.00479 m en la dirección “X” para el sismo de Ica del 2007 y 0.00667 m en la dirección “Y” para el sismo de Lima de 1974. La deriva máxima se encuentra en el nivel 2 con valores de 0.00205 en la dirección “X” para el sismo de Ica del 2007 y 0.00316 en la dirección “Y” para el sismo de Lima de 1974, estas derivas cumplen con la NTE E.030. La fuerza cortante envolvente es 205.87 t en la dirección “X” para el sismo de Lima de 1974 y 194.88 t en el sentido “Y” para el sismo de Moquegua del 2001.

Tabla 30: derivas máximas en el análisis sismorresistente tiempo historia

NIVEL	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO
	1	2	3	1	2	3
DERIVAS MÁXIMAS (LIMA 1974)						
NIVEL 3	0.001819	0.002176	0.002239	0.002772	0.002752	0.002768
NIVEL 2	0.001802	0.002105	0.002184	0.003164	0.003135	0.003172
DERIVAS MÁXIMAS (MOQUEGUA 2001)						
NIVEL 3	0.001866	0.002161	0.002263	0.002568	0.00295	0.002572
NIVEL 2	0.001887	0.002065	0.00217	0.002943	0.003342	0.002968
DERIVAS MÁXIMAS (ICA 2007)						
NIVEL 3	0.002008	0.00249	0.002531	0.002602	0.002748	0.002577
NIVEL 2	0.002048	0.002411	0.002461	0.002933	0.003084	0.002936

Tabla 31: Desplazamientos máximos en el análisis sismorresistente tiempo historia

NIVEL	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO	MODELO
	1	2	3	1	2	3
DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS (m) (LIMA 1974)						
NIVEL 4	0.004257	0.005094	0.005286	0.006668	0.005277	0.00663
DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS (m) (MOQUEGUA 2001)						
NIVEL 4	0.004425	0.005018	0.005281	0.006186	0.005624	0.006202
DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS (m) (ICA 2007)						
NIVEL 4	0.004791	0.005842	0.005977	0.006242	0.005251	0.006159

Tabla 32: Fuerza cortante en la base máximos en el análisis sismorresistente tiempo historia

NIVEL	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
FUERZA CORTANTE EN LA BASE (ton) (LIMA 1974)						
NIVEL 1	156.8075	175.4933	175.8386	169.2316	139.8706	172.2039
FUERZA CORTANTE EN LA BASE (ton) (LIMA 1974)						
NIVEL 1	205.8711	175.0087	179.4507	177.9135	130.659	180.3551
FUERZA CORTANTE EN LA BASE (ton) (LIMA 1974)						
NIVEL 1	168.1501	174.7952	186.5535	194.881	145.7175	196.7425

Los valores de deriva, desplazamiento y fuerzas cortantes en la base del análisis sismorresistente pseudodinámico y tiempo historia no varían mucho. Sin embargo, para el diseño de la estructura se recomienda tomar los máximos valores y escalar según la comparación de las fuerzas cortantes del análisis dinámico y estático, tal como se establece en la NTE E.030.

En el análisis estático no lineal Pushover la estructura tiene un desplazamiento de 24.358 cm, fuerza cortante de 477.45 t, en la dirección “X” y 27.47 cm de desplazamiento con 1671.758 t de fuerza cortante en la dirección “Y”; para un sismo RARO, que según Visión 2000 su ocurrencia es cada 475 años, alcanza un nivel de desempeño OPERACIONAL, quiere decir que la estructura presentará daños, pero serán moderados en los elementos estructurales y no estructurales, con un daño limitado y sin comprometer a la estructura.

En la imagen 52 se visualiza la aparición de rótulas plásticas en las vigas VP-102. 202 y 203 en la dirección “X”, y en la imagen 54 se aprecia rótulas plásticas en todas las vigas en la dirección “Y”, todas de color verde, que indica que dichos elementos estructurales aún se encuentran en un estado de fluencia y no alcanzan la capacidad última de Pushover. Por lo tanto, ningún elemento estructural horizontales y verticales de la edificación requieren un reforzamiento estructural.

Alonso (12) plantea mostrar la importancia y las ventajas entre los métodos de análisis sísmico lineales y el no lineal, en cual, obtuvo como resultado que los análisis lineales no son representativos respecto a la respuesta de la estructura; Por ello, recomienda realizar cálculos con la filosofía no lineal a nivel de desempeño, por presentar ventajas respecto al diseño tradicional lineal. En contraste a nuestro estudio, la estructura cumple con lo estipulado de las normas que rigen el análisis lineal y el no lineal, sin embargo, el análisis estático no lineal (Pushover) permite ver el comportamiento individualizado de cada elemento estructural a través de las rotulas plásticas.

Martínez (16) en su tesis, evalúa la vulnerabilidad estructural de la I.E. 14011 Nuestra Señora del Pilar, del Distrito de 26 de Octubre, mediante un análisis dinámico modal espectral y un análisis estático no lineal; concluye que, la estructura cumple con los requerimientos para ambos métodos de análisis, sin embargo, mediante el análisis estático no lineal (Pushover), la vulnerabilidad estructurales baja. En comparación de los resultados obtenidos de nuestra investigación, la vulnerabilidad estructural del pabellón 2 de la de la I.E. N° 41037 José Gálvez del Distrito Miraflores, es baja, porque para un sismo raro alcanza un nivel de desempeño operacional.

Delgadillo (17) realizó un estudio para demostrar la eficacia del análisis estático no lineal (Pushover) con respecto al diseño lineal basado en la NTP E.030, como resultado obtiene que el análisis Pushover permite conocer la magnitud del daño y poder calificar si son o no daños aceptables, así mismo recomienda verificar los diseños con los análisis no lineales por su cercanía a la realidad. En contraste a nuestra investigación, mediante el análisis Pushover se ha verificado el comportamiento de cada elemento estructural, así como de vigas, columnas y placas, en los cuales las primeras apariciones de las rotulas plásticas fue en las vigas, sin embargo, se encuentran en un estado de fluencia de los materiales que componen dicha estructura.

La interpretación de los resultados sugiere la utilización del método estático no lineal Pushover en el desarrollo del análisis sismorresistente sobre todo de edificaciones esenciales, como un complemento adicional de verificación de cada elemento estructural individualmente, puesto que, a través de las rotulas plásticas podemos observar el comportamiento de cada elemento estructural como de las vigas, columnas y muros de corte, para los sismos frecuente, ocasional, raro y muy raro. Por lo tanto, los elementos que no alcancen los objetivos de demanda sísmica sean rediseñadas. En cambio, los análisis lineales han permitido evaluar el comportamiento global de la estructura

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La hipótesis planteada ha sido confirmada ya que el análisis estático no lineal Pushover permite evaluar de mejor manera en la respuesta sísmica de una edificación de uso educativo respecto al diseño sismorresistente pseudodinámico y tiempo historia porque ha permitido evaluar la respuesta de cada elemento estructural mediante las rotulas plásticas, mostrando el comportamiento de cada elemento estructural frente a los espectros de demanda.
2. En comparación de resultados por el método de análisis sísmico estático no lineal respecto al análisis pseudodinámico y tiempo historia se obtiene, que la estructura es más dúctil en la dirección “X” cuya relación de ductilidad es 15.176 y en la dirección “Y” es más rígida y su relación de ductilidad es 7.2, debido a la cantidad de acero en cada dirección dentro de los elementos estructurales.
3. Los resultados obtenidos en esta investigación han permitido alcanzar los objetivos propuestos. Se logró demostrar que el análisis estático no lineal por Pushover que incluye las propiedades de ductilidad del concreto y acero permite obtener respuesta sísmica de mejor manera, con respecto al diseño sismorresistente pseudodinámico y tiempo historia que considera la rigidez de los elementos estructurales para la determinación de la respuesta sísmica.
4. Los hallazgos de esta investigación tienen implicaciones importantes para el desarrollo de la ingeniería. El empleo de la metodología del análisis sismorresistente no lineal, al obtener valores más cercanos al comportamiento real, también serán confiable, implicando el cumplimiento de las edificaciones en sus funciones luego de un eventual sismo. También genera las optimizaciones de diseño mejorando el costo de la construcción de las edificaciones.

5.2. Recomendaciones

1. Con base en los beneficios del análisis sismorresistente no lineal, se recomienda emplear este método para el análisis sismorresistente de edificaciones importantes, para llegar a conocer mejor la respuesta sísmica.
2. Se recomienda utilizar para estructuras regulares, según FEMA, también para los datos sísmicos utilizar la norma peruana E.030
3. Políticas y Normativas: Las autoridades y entidades encargadas de la regulación y la elaboración de normativas en el ámbito de la construcción deben considerar la inclusión de pautas o recomendaciones relacionadas al análisis no lineal establecidas por normas internacionales como FEMA, VISION 2000 y ATC 40.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PEÑALOZA, R. Análisis estático incremental para estimar el desempeño sísmico de la “Institución Educativa G.U.E. San Carlos Puno. Tesis de maestría - Ingeniero Civil. Universidad Privada De Tacna, 2018.
2. SENCICO. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, 2018.
3. MAMANI, E. Evaluación de Riesgo Sísmico de Centros Educativos de Nivel Secundario de la Ciudad de Puno. Tesis de Grado - Ingeniero Civil. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019.
4. MARTÍNEZ, Q. Teorías que marcaron el estudio científico de los sismos. Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
5. TAVERA, H. La sismicidad en el mundo. Revista del Capítulo de Ingeniería Geológica, 5, 25-27, 2008.
6. QUISPE, R., TAVERA, H. y BERNAL, I. Geometría de la Placa de Nazca en el Borde Occidental de Sudamérica a Partir de las Tendencias Medias de Sismicidad. Centro Nacional de Datos Geofísicos - Sismología Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú, 2003.
7. EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE. The Pisco, Perú, Earthquake of August 15. EERI Special Earthquake Report, 12, 2007.
8. GÁLVEZ, A. Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.
9. ELNASHAI, A.y DI SARNO, L. Fundamentals of Earthquake Engineering. 1ª ed. Chichester: Wiley & Sons, 2008. 374 pp. ISBN: 9780470024836
10. CENTENO, I. y PÉREZ, CH. Análisis comparativo entre el método estático equivalente y el método por desempeño sísmico en el diseño de edificios de estructuras de acero. Tesis de Grado - Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador, Ecuador, 2017.
11. TAPIA, J. y VILLAVICENCIO, M. Comparación de resultados entre análisis sísmico dinámico modal espectral y análisis estático no lineal (pushover) del edificio centinela

town house 300 de 4 niveles ubicado en la provincia de Santa Elena. Tesis - Ingeniero Civil. Universidad de Guayaquil. Ecuador, 2019.

12. ALONSO, R. Cálculo sísmico de estructuras convencionales de edificación aplicando métodos lineales y no lineales implementados en diferentes normas. Estudio comparativo. Tesis de master - Ingeniería Sísmica: Dinámica de suelos y estructuras. Universidad Politécnica de Madrid, 2016.
13. ESPINOZA, N. y PAREDES, V. Análisis de vulnerabilidad sísmica de una estructura especial de hormigón armado de cinco pisos ubicada en la ciudad de Cuenca. Tesis de grado - Ingeniero civil con énfasis en gerencia de construcciones. Universidad Del Azuay. Ecuador, 2021.
14. EDUARDO, D. Verificación de la confiabilidad del análisis dinámico espectral mediante el análisis no lineal (push-over) de un edificio de 5 niveles. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, 2019.
15. MAMANI, P. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio de oficinas, analizado y diseñado con el método convencional. Tesis de Grado - Ingeniero Civil. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, 2015.
16. MARTINEZ, C. Evaluación de la vulnerabilidad estructural, mediante el análisis estático no lineal, a la i.e. 14011 Nuestra Señora del Pilar, distrito 26 de Octubre - 2021. Tesis - Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Piura, 2022.
17. DELGADILLO, J. Análisis no lineal estático de estructuras y la norma E-030. Tesis - Maestro con Mención en Ingeniería Estructural. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2005.
18. BULLÓN, S. Diseño de un edificio de concreto armado de cuatro pisos más un sótano proporcionando seguridad adecuada y buen comportamiento en condiciones normales de funcionamiento. Huancayo Tesis de Grado - Ingeniero Civil. Universidad Continental. Huancayo, 2019.
19. CABRERA, E., DRIGO, R., LUZI, G., VARGAS, Y. & PUJADES, L. Real Aperture Radar. An Interferometric Technique to Assess Earthquake Damaged Structures Earthquake Engineering. 1-12, 2019.

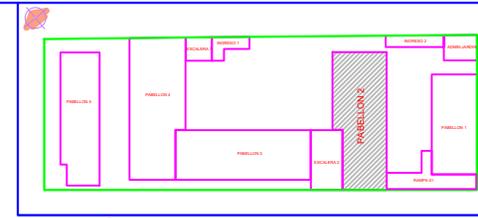
20. ATC-40. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1.: Applied Technology Council. California, Estados Unidos, 1996.
21. DUARTE, C., MARTÍNEZ, M. y SANTAMARÍA, M. Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 2017.
22. ETABS. *Computers and Structures Inc. ETABS – Analysis Reference Manual*. 2019.
23. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. Designing for Earthquake: A Manual for Architects, Estados Unidos: National Earthquake Hazards Reduction Program, 2006.
24. RUIZ, P. Análisis sísmico de una edificación de nueve niveles diseñada con la norma E.030 2006 en comparación con la norma vigente al 2021, en la ciudad de Chiclayo. Tesis de maestría - Ingeniero Civil. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
25. APAZA, Á. Análisis y diseño de un edificio irregular de 5 niveles de muros de concreto armado aplicando la norma de diseño sismorresistente E.030 - 2006 y la norma vigente E.030 – 2016. Tesis de grado - Ingeniería civil. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2020.
26. Hibbeler, R. C. Análisis Estructural. México: Pearson, 2012.
27. ROMO, M. Temas de Hormigón Armado. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador, 2008.
28. SUPO, José. Cómo empezar una tesis. Bioestadístico EIRL, 2015.
29. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Maria del Pilar. Metodología de la investigación. Mexico : Jesús Mares Chacón, 2010. 978-607-15-0291-9.

ANEXOS

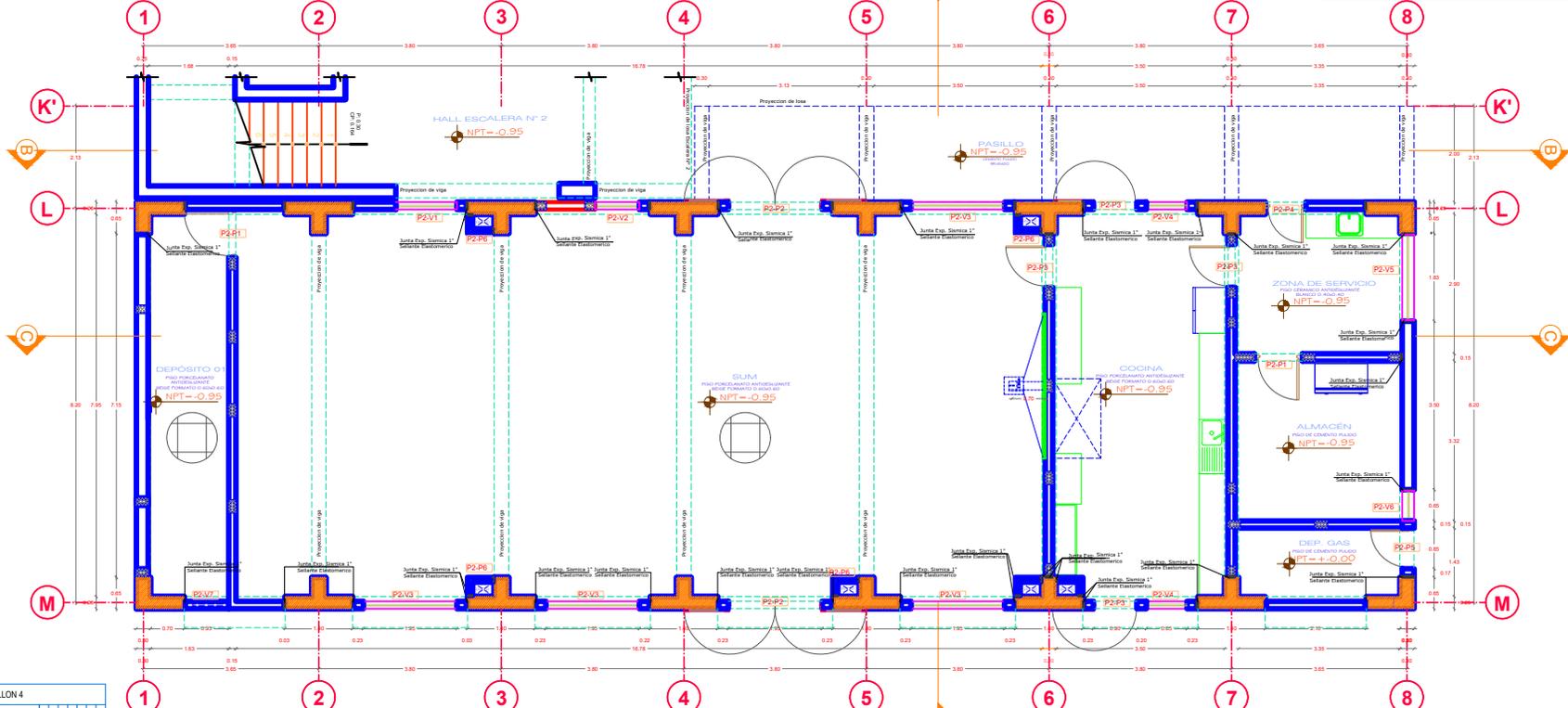
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología				
<p>¿Cómo varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente estático no lineal pushover con respecto a un análisis pseudodinámico y un análisis dinámico tiempo historia?</p> <p>¿Cómo varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sísmico estático no lineal (Pushover) respecto a un análisis pseudodinámico y un análisis dinámico tiempo historia?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar como varía la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente estático no lineal pushover con respecto a un análisis pseudodinámico y un análisis dinámico tiempo historia.</p>	<p>El análisis sísmico estático no lineal Pushover permite evaluar de mejor manera la respuesta sísmica del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, con respecto a un análisis sismorresistente pseudodinámico y un análisis tiempo historia.</p>	<p>VI: Características estructurales de la edificación</p>	<p>Propiedades de los materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm2) - Resistencia a la fluencia del acero (kg/cm2) - Módulo de elasticidad del Concreto (kg/cm2) 	<p>Normativa vigente NTP E-030 TÉCNICA: Modelamiento matemático y análisis. INSTRUMENTO: Tabla de resultados.</p>	<p>DISEÑO: (Cuasi Experimental). Porque se podrá manipular parcialmente las variables. TIPO: Cuasi experimental NIVEL: Descriptivo POBLACIÓN: La población lo conforman las edificaciones de característica según clasificación NTP "esencial" de uso educativo en la ciudad de Arequipa, Perú. MUESTRA: El diseño de la edificación del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú</p>				
	<p>Objetivos Específicos: OE 01. Evaluar el comportamiento sismorresistente del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente Pseudodinámico. OE 02. Evaluar el comportamiento sismorresistente del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sismorresistente tiempo - historia. OE 03. Evaluar el comportamiento sismorresistente del pabellón II de la I.E. N° 41037 José Gálvez del distrito Miraflores, Arequipa - Perú, aplicando un análisis sísmico estático no lineal (Pushover)</p>		<p>VI: Parámetros de análisis sismorresistente de la edificación</p>	<p>Secciones de elementos estructurales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Largo (cm) - Ancho (cm) - Altura (cm) 			<p>Configuración sismorresistente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema estructural - Factor de Irregularidad estructural 		
			<p>Parámetros sísmicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Factor zona (Z) - Factor de uso (U) - Factor de suelo (s) - Factor de amplificación sísmica (C) - Periodo fundamental "T" (seg.) 	<p>Desplazamientos laterales (cm)</p>			<p>Distorsiones de entre piso (Deriva) (cm)</p>	<p>Fuerzas cortantes en la base (kg)</p>		
			<p>VD: Respuesta sísmica de la edificación con un análisis Pseudodinámico</p>	<p>Registros Sísmicos</p>	<p>Distribución de fuerzas</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza lateral (kg) 	<p>Rótulas plásticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación (cm) 	
			<p>VD: Respuesta sísmica de la edificación con un análisis Tiempo - Historia</p>	<p>VD: Respuesta sísmica de la edificación con un análisis estático no lineal pushover.</p>	<p>Curva de Capacidad</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Cortante en la base (kg) - Desplazamiento en el techo (cm) 	<p>Niveles de desempeño sísmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Operacional - Ocupación inmediata - Seguridad de vida - Prevención de colapso 	
					<p>Objetivos de desempeño</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Niveles de desempeño - Amenaza sísmica 	<p>Punto de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espectro de capacidad - Espectro de demanda 	
								<p>Distribución de fuerzas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza lateral (kg) 	<p>Rótulas plásticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación (cm)
								<p>Curva de Capacidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Cortante en la base (kg) - Desplazamiento en el techo (cm) 	<p>Niveles de desempeño sísmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Operacional - Ocupación inmediata - Seguridad de vida - Prevención de colapso
								<p>Objetivos de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niveles de desempeño - Amenaza sísmica 	<p>Punto de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espectro de capacidad - Espectro de demanda
								<p>Distribución de fuerzas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza lateral (kg) 	<p>Rótulas plásticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación (cm)
								<p>Curva de Capacidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Cortante en la base (kg) - Desplazamiento en el techo (cm) 	<p>Niveles de desempeño sísmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Operacional - Ocupación inmediata - Seguridad de vida - Prevención de colapso
								<p>Objetivos de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niveles de desempeño - Amenaza sísmica 	<p>Punto de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espectro de capacidad - Espectro de demanda

PLANOS



PLANO CLAVE



PABELLON 2
PRIMERA PLANTA
ESCALA1/50

CUADRO DE ACABADOS PABELLON 4

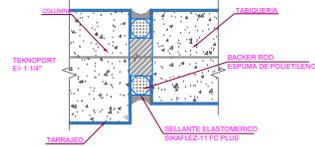
AMBIENTES	ACABADOS	COCINA	ZONA DE SERVICIO	ALMACEN	DEPOSITO	PABELLON 2 PABEL
PORCELANATO ANTIDESLIZANTE BEIGE 0.40 X 0.40	0	0	0	0	0	0
CERAMICO ANTIDESLIZANTE BLANCO 0.40 X 0.40	0	0	0	0	0	0
CEM. PULCO BRUNADO 42	0	0	0	0	0	0
CER. ANTIDESLIZANTE ALTO TRAFITO GRIS 0.40X0.40	0	0	0	0	0	0
TARRAJEO FROTACHADO EN EXTERIORES BRUNAS	0	0	0	0	0	0
TARRAJEO FROTACHADO EN INTERIORES BRUNAS	0	0	0	0	0	0
CONTRA ZOCALO PORCELANATO BEIGE DE H=8.10	0	0	0	0	0	0
CONTRA ZOCALO CERAMICA GRIS 0.40 X 0.40 H=8.10	0	0	0	0	0	0
CONTRA ZOCALO DE CEMENTO PULCO H=8.10	0	0	0	0	0	0
ZOCALO DE CERAMICA BLANCA DE 40X30CM H=1.80M	0	0	0	0	0	0
TARRAJEO FROTACHO	0	0	0	0	0	0
COBERTURA DE MALLA RACHEL	0	0	0	0	0	0
COBERTURA PARA ESTRUCTURA AUTOSOPORTADA	0	0	0	0	0	0
LATEX ACRILICO SATINADO EN PAREDES EXTERIORES	0	0	0	0	0	0
LATEX ACRILICO SATINADO EN PAREDES INTERIORES	0	0	0	0	0	0
LATEX SUPER MATE EN PAREDES INTERIORES	0	0	0	0	0	0
LATEX SUPER MATE EN CIELO RASO	0	0	0	0	0	0
BARNIZ EN CARPINTERIA DE MADERA	0	0	0	0	0	0
ANTICORROS Y ESMALTE CARPINTERIA METALICA	0	0	0	0	0	0
VIDRIO TEMPLADO TRANSLUCIDO 6mm SIST. PIVOT	0	0	0	0	0	0
PUERTAS DE TABLERO MACHHEBRADO	0	0	0	0	0	0
PUERTAS CONTRAPLACADA	0	0	0	0	0	0
PUERTAS MELAMINE DE 18MM	0	0	0	0	0	0
PUERTA METALICA PRINCIPAL	0	0	0	0	0	0
ARMADURA LIVIANA (VARANDAS)	0	0	0	0	0	0
PUERTA CORTAFUEGO	0	0	0	0	0	0
DIVISION VIDRO/CARPINTERIA METALICA	0	0	0	0	0	0
DIVISION DE DRYWALL	0	0	0	0	0	0
CHAPA FORTE 3 SÓLIDAS	0	0	0	0	0	0
CHAPAS DE PERILLA	0	0	0	0	0	0
BISAGRA ACERO INOX. DE 3.0" X 3.0" X 2.5 mm	0	0	0	0	0	0
BISAGRA ACERO INOX. DE 4" X 4" X 2.5 mm	0	0	0	0	0	0

CUADRO DE VANOS - PUERTAS - PABELLON 2

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACIONES
P2-P1	1.00 m	3.00 m	-----	2	PUERTA CONTRAPLACADA
P2-P2	1.95 m	3.00 m	-----	2	PUERTA DOBLE DE TABLERO MACHHEBRADO CON VISOR
P2-P3	0.80 m	3.00 m	-----	4	PUERTA DE TABLERO MACHHEBRADO
P2-P4	0.85 m	3.00 m	-----	1	PUERTA DE TABLERO MACHHEBRADO
P2-P5	0.85 m	2.60 m	-----	1	PUERTA METALICA CORTA FUEGO
P2-P6	0.45 m	0.80 m	1.60 m	4	PUERTA METALICA DE INSPECCION PARA DUCTO

CUADRO DE VANOS - VENTANAS - PABELLON 2 - 1er nivel

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACIONES
P2-V1	1.27 m	1.50 m	1.50 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V2	0.82 m	1.50 m	1.50 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V3	1.95 m	1.50 m	1.50 m	4	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V4	0.85 m	1.50 m	1.50 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V5	1.83 m	1.55 m	1.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V6	0.85 m	1.55 m	1.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V7	0.75 m	0.80 m	2.70 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE



DETALLE D-1
JUNTA DE EXP. SISM.
e= 1"
ESCALA1/5

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 4187 JOSE GÁLVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, C.U. CODIGO SMP 30229

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

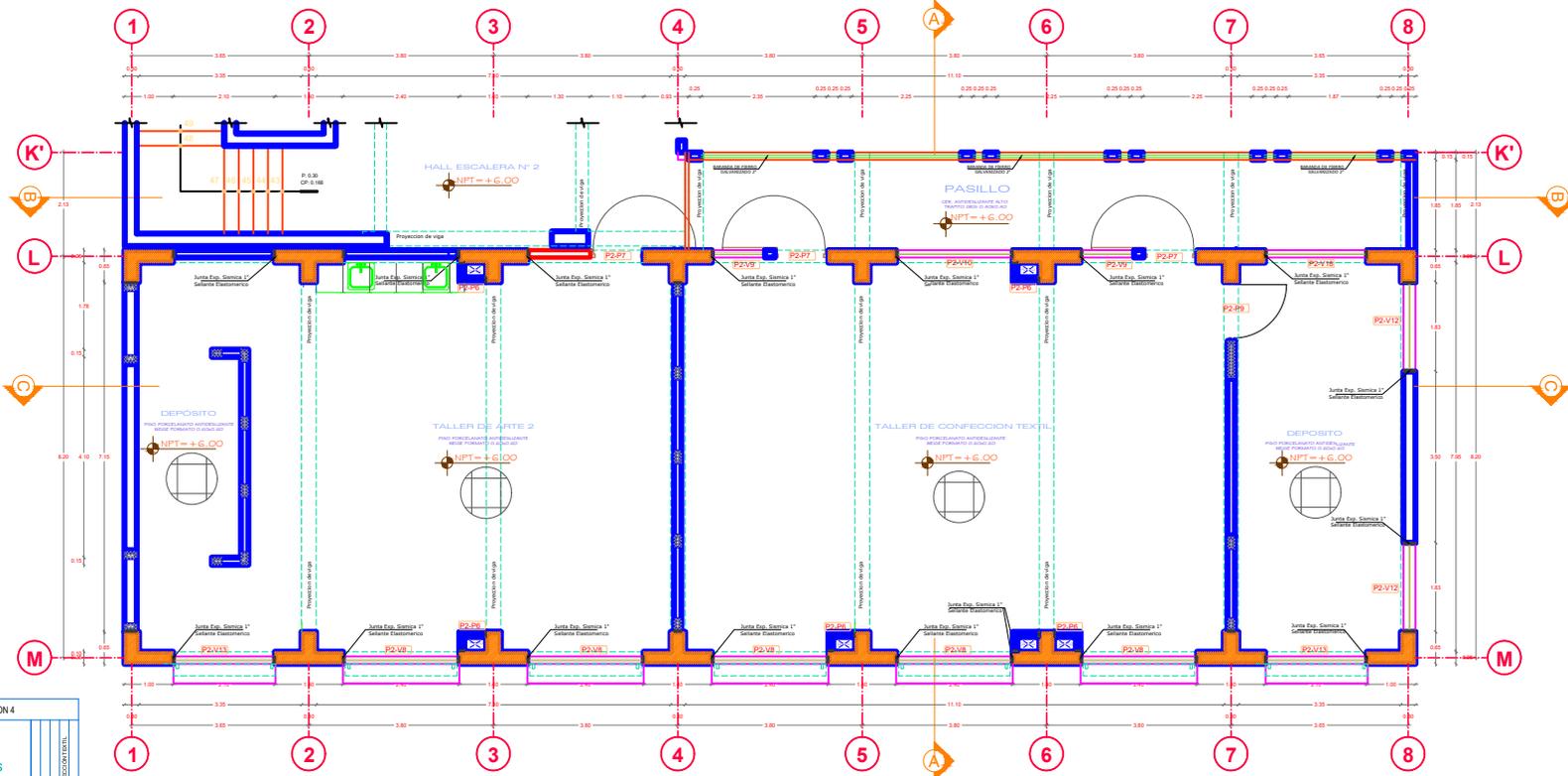
PABELLON 2- PRIMERA PLANTA

FECHA: 13/04/2023

A-06



PLANO CLAVE



PABELLON 2
TERCERA PLANTA
ESCALA 1:150

CUADRO DE ACABADOS PABELLON 4

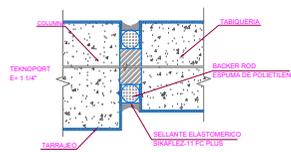
ACABADOS	AMBIENTES
FORSELANATO ANTIRESILANTE BEIGE 600 X 600	
CERAMICO ANTIRESILANTE BLANCO 40 X 40	
CEP ANTIRESILANTE ALTO TRUETO GRIS 0.40X0.40	
TARSALES FROTACHADO EN EXTERIORES BRUNAS	
TARSALES FROTACHADO EN INTERIORES BRUNAS	
CONTRA ZOCALO PORSELANATO BEIGE DE 11x10	
CONTRA ZOCALO CERAMICA GRIS 0.40 X 0.40 H=0.10	
ZOCALO DE CERAMICA BLANCA DE 400X600 H=1.00M	
TARSALES FROTACHO	
COBERTURA DE MALLA RACHEL	
COBERTURA PARA ESTRUCTURA AUTOSOPORTADA	
LATEX ACRILICO SATINADO EN PAREDES EXTERIORES	
LATEX ACRILICO SATINADO EN PAREDES INTERIORES	
LATEX SUPER MATE EN PAREDES INTERIORES	
LATEX SUPER MATE EN CIELO PISO	
BARNIZ EN CARPINTERIA DE MADERA	
ANTICOR y ESMALTE CARPINTERIA METALICA	
VIDRIO TEMPLADO TRANSLUCIDO 6mm SIST. PIVOT	
PUERTAS DE TABLERO MACHEMBRADO	
PUERTAS CONTRAPLACADA	
PUERTAS MELAMINE DE 16MM	
PUERTA METALICA PRINCIPAL	
ARMADURA LOGIANS (VARANOS)	
DIVISION VERTICAL CARPINTERIA METALICA	
DIVISION DE DRYWALL	
CHAPA FORTI 3 GOLPES	
CHAPAS DE PERILLA	
BISAGRA ACERO INOX. DE 3.5" x 3.5" x 2.5 mm	
BISAGRA ACERO INOX. DE 4" x 4" x 2.5 mm	

CUADRO DE VANOS - VENTANAS - PABELLON 2 - 3er nivel

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEZAR	CANT.	OBSERVACIONES
PS-VI	2.40 m	2.15 m	0.40 m	5	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
PS-VII	1.10 m	1.60 m	0.95 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
PS-VIII	2.80 m	1.60 m	0.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
PS-VI-1	1.83 m	1.60 m	0.95 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
PS-VI-2	2.10 m	2.15 m	0.40 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
PS-VI-3	2.10 m	1.60 m	0.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE

CUADRO DE VANOS - PUERTAS - PABELLON 2

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEZAR	CANT.	OBSERVACIONES
PS-P6	0.45 m	0.60 m	1.60 m	5	PUERTA METALICA DE INSPECCION PARA DUCTO
PS-P7	1.10 m	2.30 m	---	3	PUERTA DE TABLERO MACHEMBRADO CON VISOR
PS-P8	1.20 m	2.30 m	---	1	PUERTA CONTRAPLACADA



DETALLE D-1
JUNTA DE EXP. SISM.
e = 1"
ESCALA 1:15

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE EJECUCION DE PROYECTOS DE INVERSION

PROYECTO: MINISTERIO DE EDUCACION
OBJETIVO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 4187 JOSE CALVAZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA, AREQUIPA, COI - COORDINAR NOE

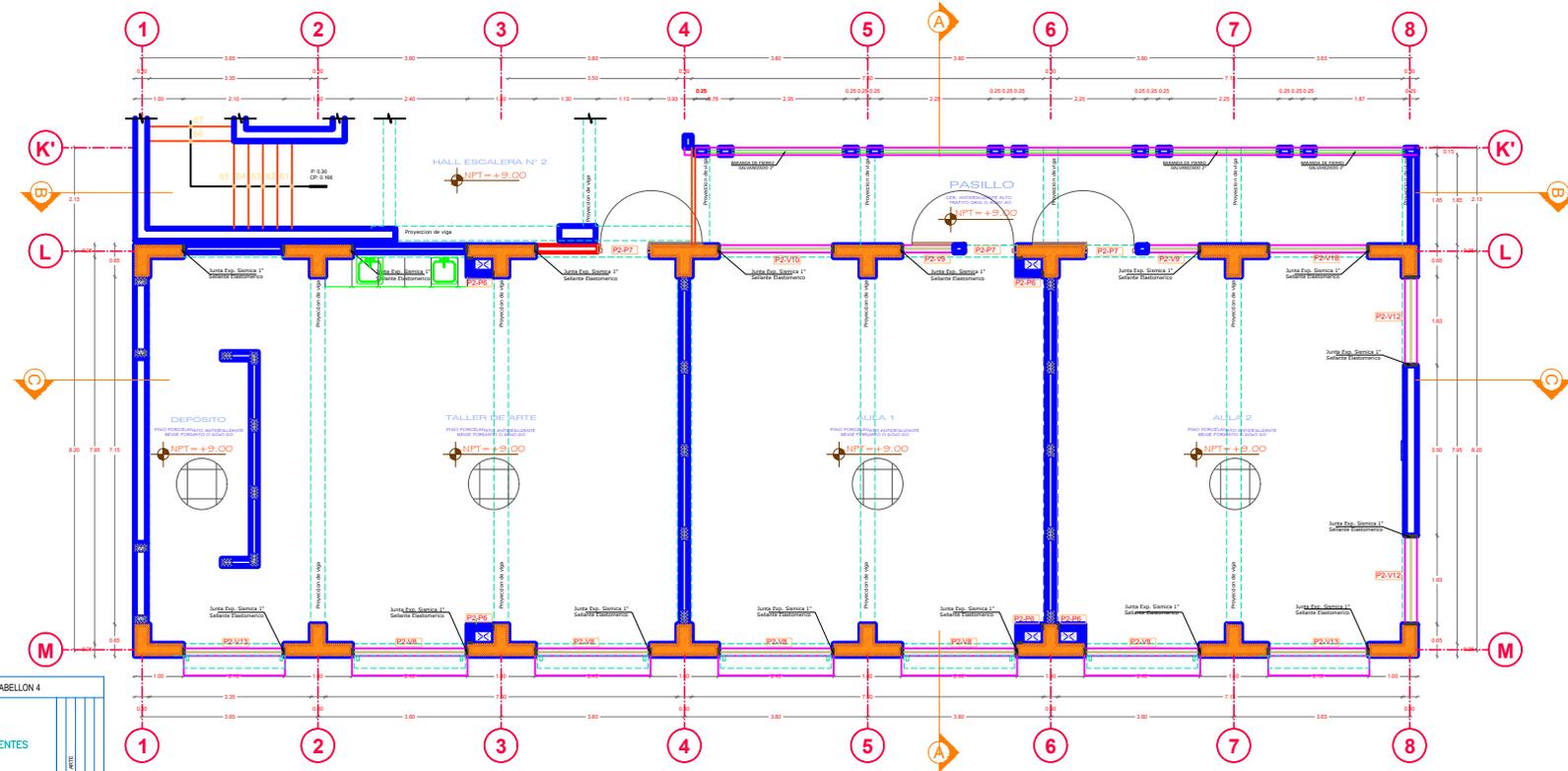
PLANO: PABELLON 2 - TERCERA PLANTA

ESCALA: SIGPFI. GRIGUA. FECHA: LUGO. ABRIL 2022

A-03



PLANO CLAVE



PABELLON 2
CUARTA PLANTA
ESCALA: 1/100

CUADRO DE ACABADOS

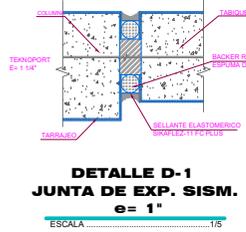
ACABADOS	AMBIENTES
01	01
02	02
03	03
04	04
05	05
06	06
07	07
08	08
09	09
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

CUADRO DE VANOS - VENTANAS - PABELLON 2 - 4to nivel

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACIONES
P2-V8	2.40 m	2.15 m	0.40 m	5	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V9	1.10 m	1.60 m	0.95 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V10	2.40 m	1.60 m	0.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V12	1.60 m	1.60 m	0.95 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V13	2.10 m	2.15 m	0.40 m	2	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE
P2-V18	2.10 m	1.60 m	0.95 m	1	VIDRIO TEMPLADO TRANSPARENTE 6mm SIST. PIVOTANTE

CUADRO DE VANOS - PUERTAS - PABELLON 2

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACIONES
P2-P6	0.45 m	0.60 m	1.60 m	5	PUERTA METALICA DE INSPECCION PARA DUCTO
P2-P7	1.10 m	2.55 m	---	3	PUERTA DE TABLERO MACHEMBRADO CON VISOR



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE EJECUCION DE PROYECTOS DE INVERSION

PROYECTO: MINISTERIO DE EDUCACION
OBJETIVO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 8187 JOSE GALEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA (C/ COORDENADOR)

PLANO: PABELLON 2- CUARTA PLANTA

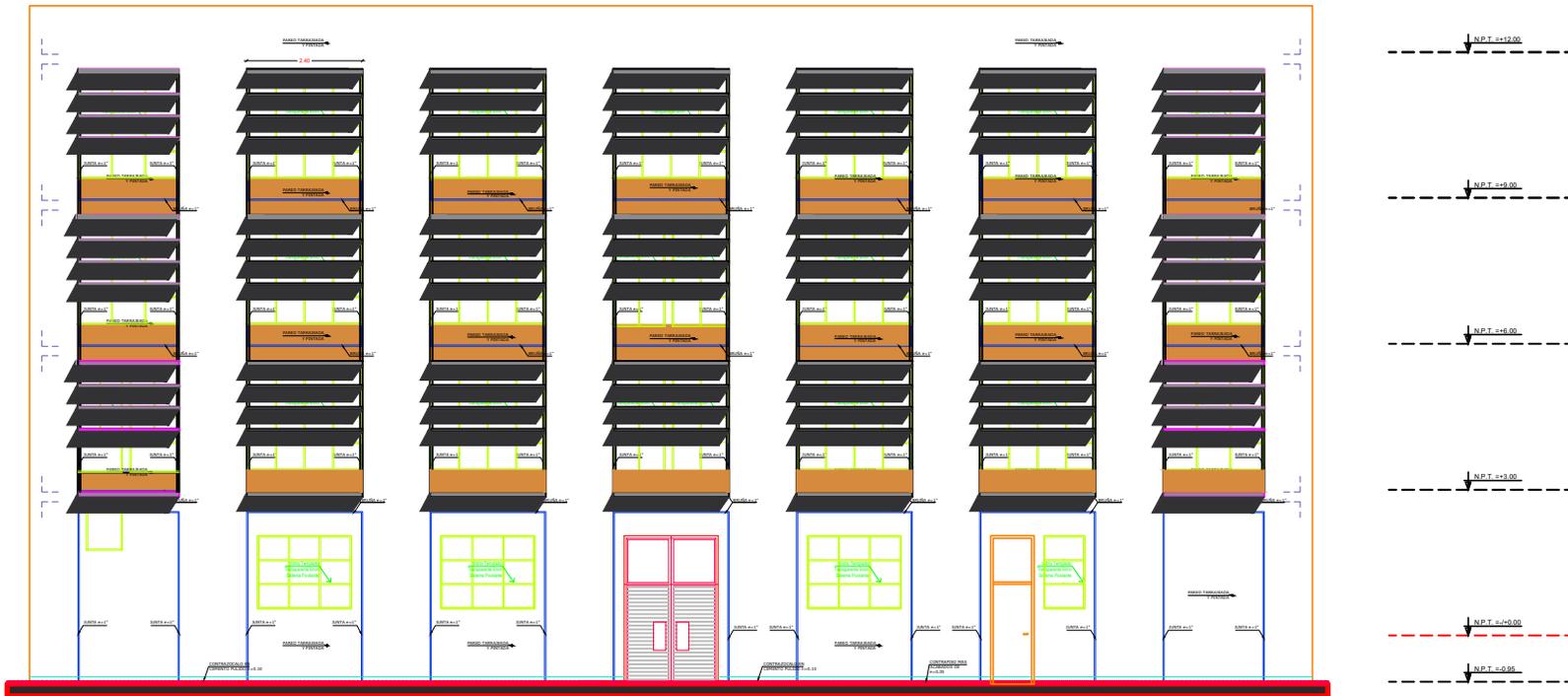
ELABORADO: SGGFI-GRUPO
REVISADO: SGGFI-GRUPO
FECHA: 1/2024
LUGAR: AREQUIPA

A-09



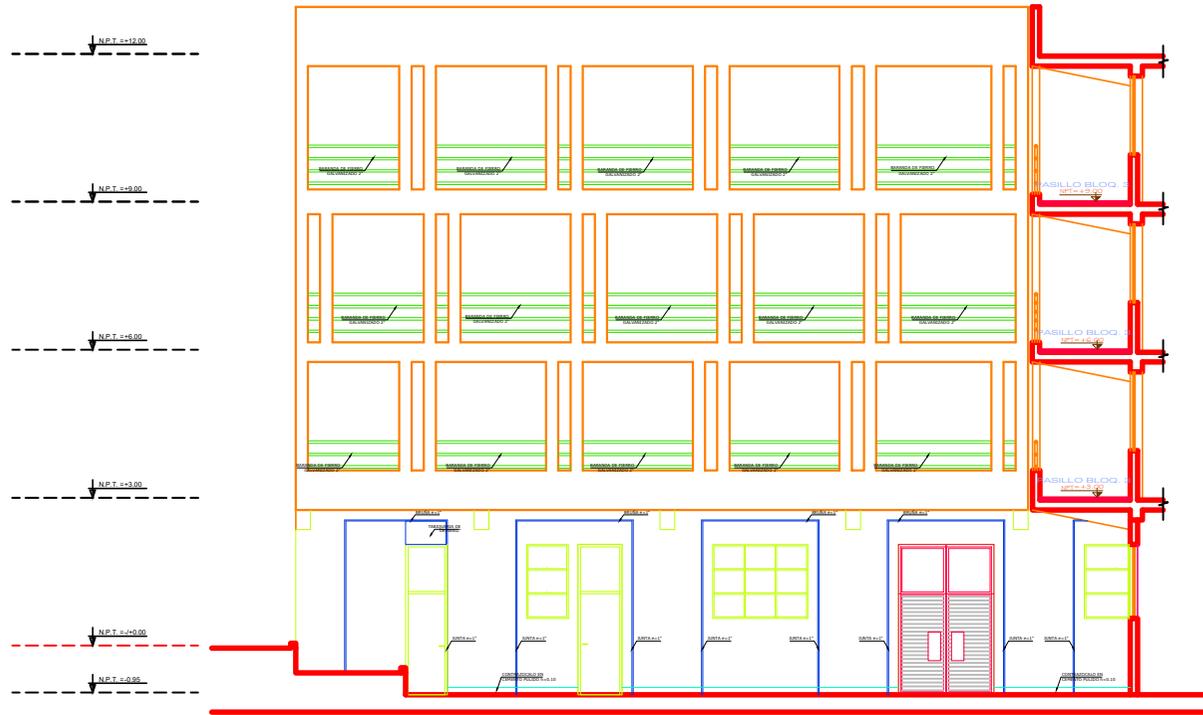
SECCION B-B
ESCALA 1/50

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA			
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA			
SUB GERENCIA DE FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION			
PROYECTO:	MINISTERIO DE EDUCACION		OPORTUNIDAD:
UBICACION:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 4187 JOSE GARCIA DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA (C/ CONDOR PAF N° 102)		FECHA:
REGION:	AREQUIPA		A-11
PROYECTO:	PABELLON 2- CORTES Y ELEVACIONES		
PROYECTISTA:	SGPFI GRUPO	FECHA:	10/04/2022
PROYECTISTA:	SGPFI GRUPO	FECHA:	10/04/2022



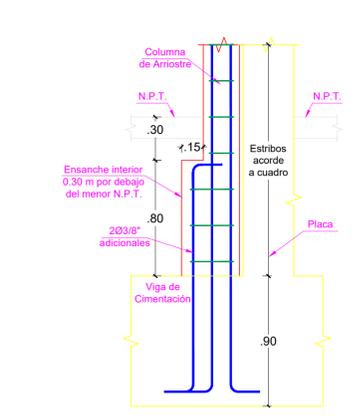
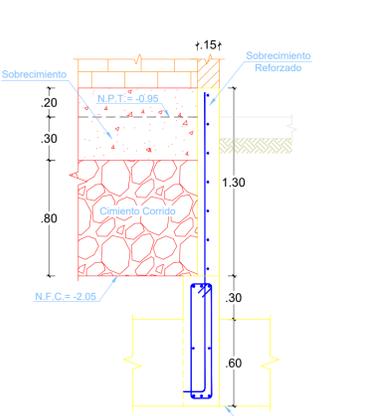
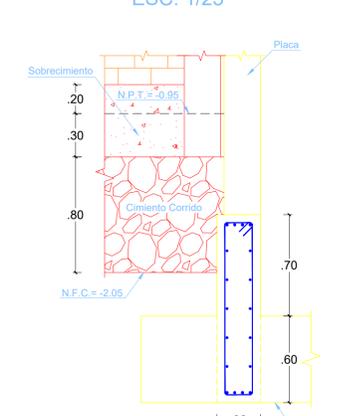
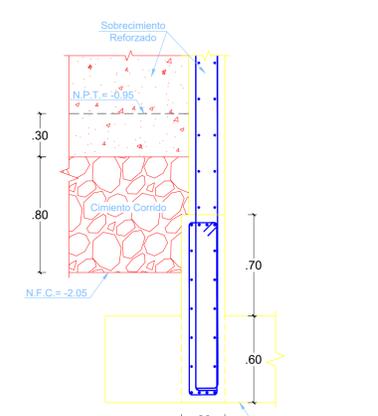
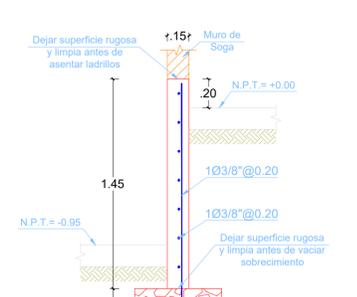
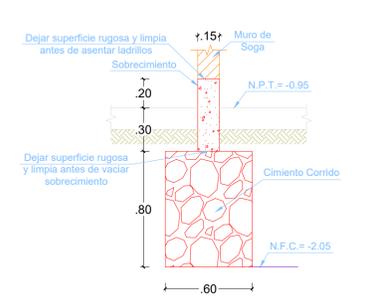
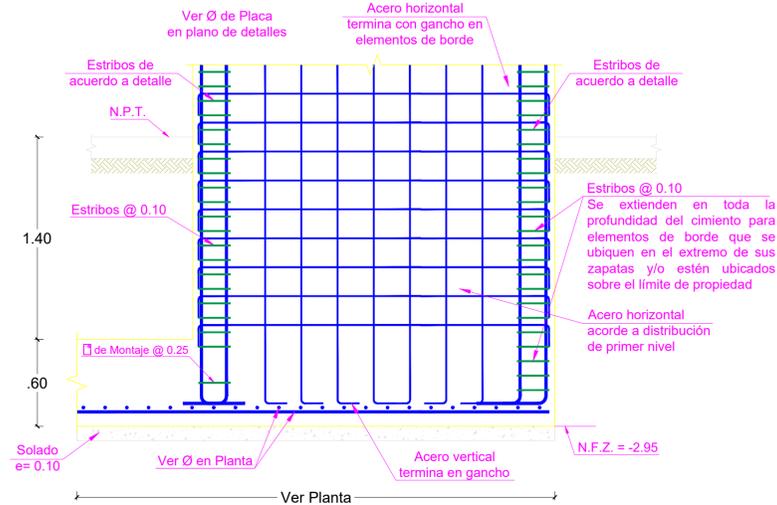
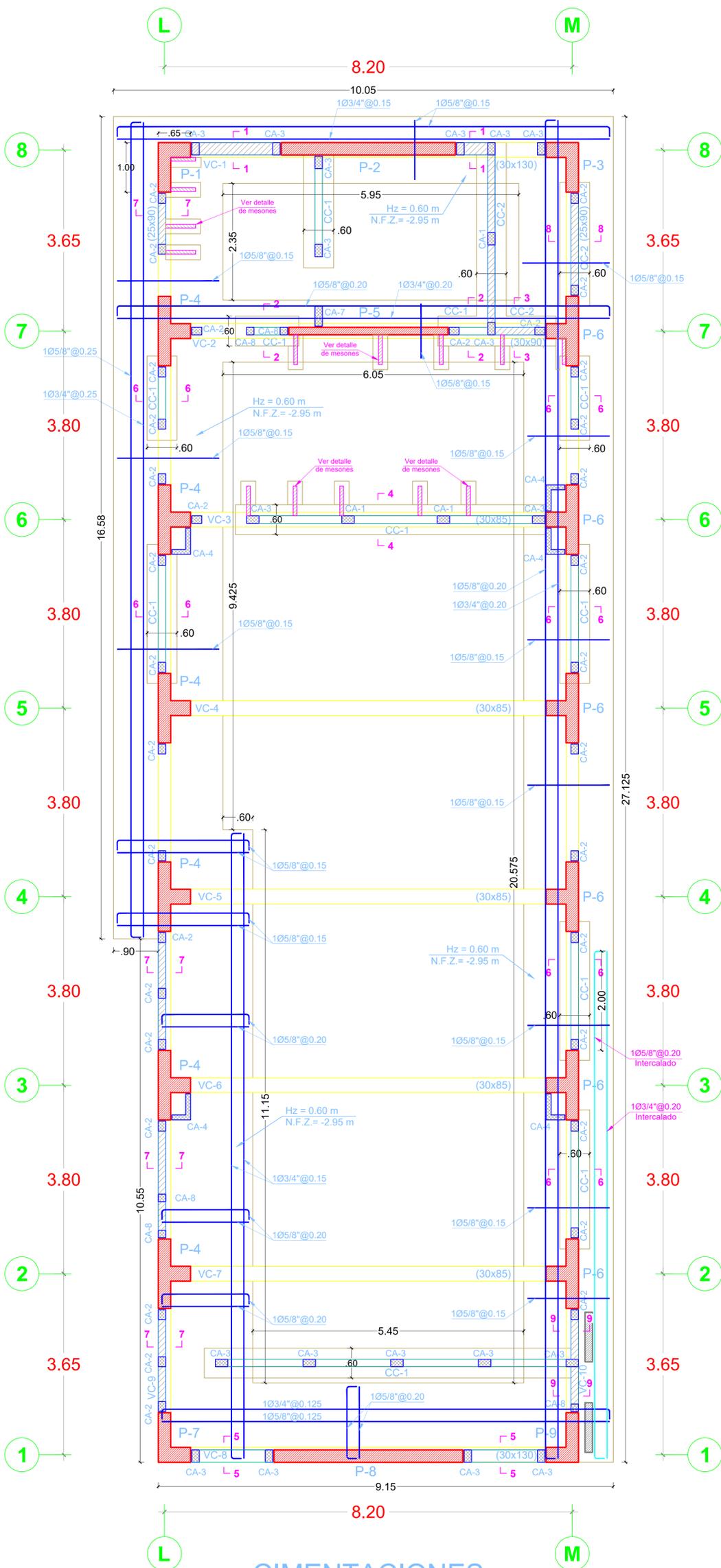
ELEVACIÓN POSTERIOR
ESCALA1/50

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA			
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA			
SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN			
PROYECTO:	MINISTERIO DE EDUCACIÓN		ESPECIFICACIONES:
UBICACIÓN:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 8187 JOSÉ GALVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA (C/ CONDO SAN NICOLÁS)		FECHA:
PROYECTO:	PABELLÓN 2- CORTES Y ELEVACIONES		A-14
PROYECTO:	CORTES Y ELEVACIONES		
PROYECTO:	SGRPI GRUPO A	PROYECTO:	USO:
PROYECTO:	SGRPI GRUPO A	PROYECTO:	FECHA:
PROYECTO:	SGRPI GRUPO A	PROYECTO:	FECHA:



ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA1/50

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA			
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA			
SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN			
PROPIEDAD:	MINISTERIO DE EDUCACIÓN		ESPECIFICACION:
UBICACIÓN:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 4187 JOSÉ CALVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA (C/ CONDO SAN ROS)		FECHA:
CANTON:			
PROYECTO:	PABELLÓN 2.- CORTES Y ELEVACIONES		A-15
PROYECTISTA:	SGEPI GRUPOA		
PROYECTISTA:	SGEPI GRUPOA	PROYECTISTA:	LDG
PROYECTISTA:	SGEPI GRUPOA	PROYECTISTA:	ABRIL 2022



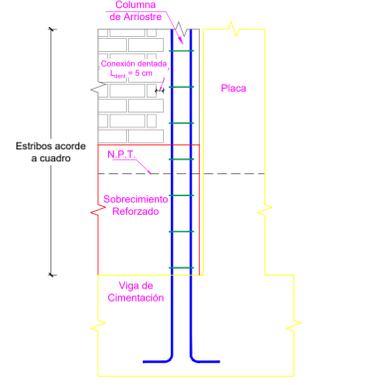
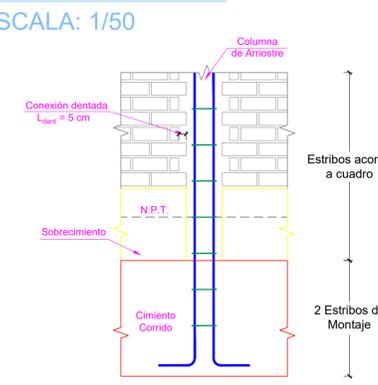
RESUMEN ESTUDIO DE SUELOS
PABELLÓN 02

PARÁMETROS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN:

- Tipo de Suelo: Arena mal graduada con limo y grava (SP-SM)
- Peso unitario: 1.095 gf/cm³
- Ángulo de rozamiento interno: 35.00°
- Cohesión: 0.00 kgf/cm²

PROPIEDADES PARA DISEÑO DE ZAPATAS:

- Profundidad de cimentación mínima: 1.60 m
- Capacidad portante admisible: 2.08 kgf/cm²



LEYENDA DE ARRIOSTRES EN PLANTA

	Columna de arriostre muro alto
	Columna de arriostre muro bajo

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

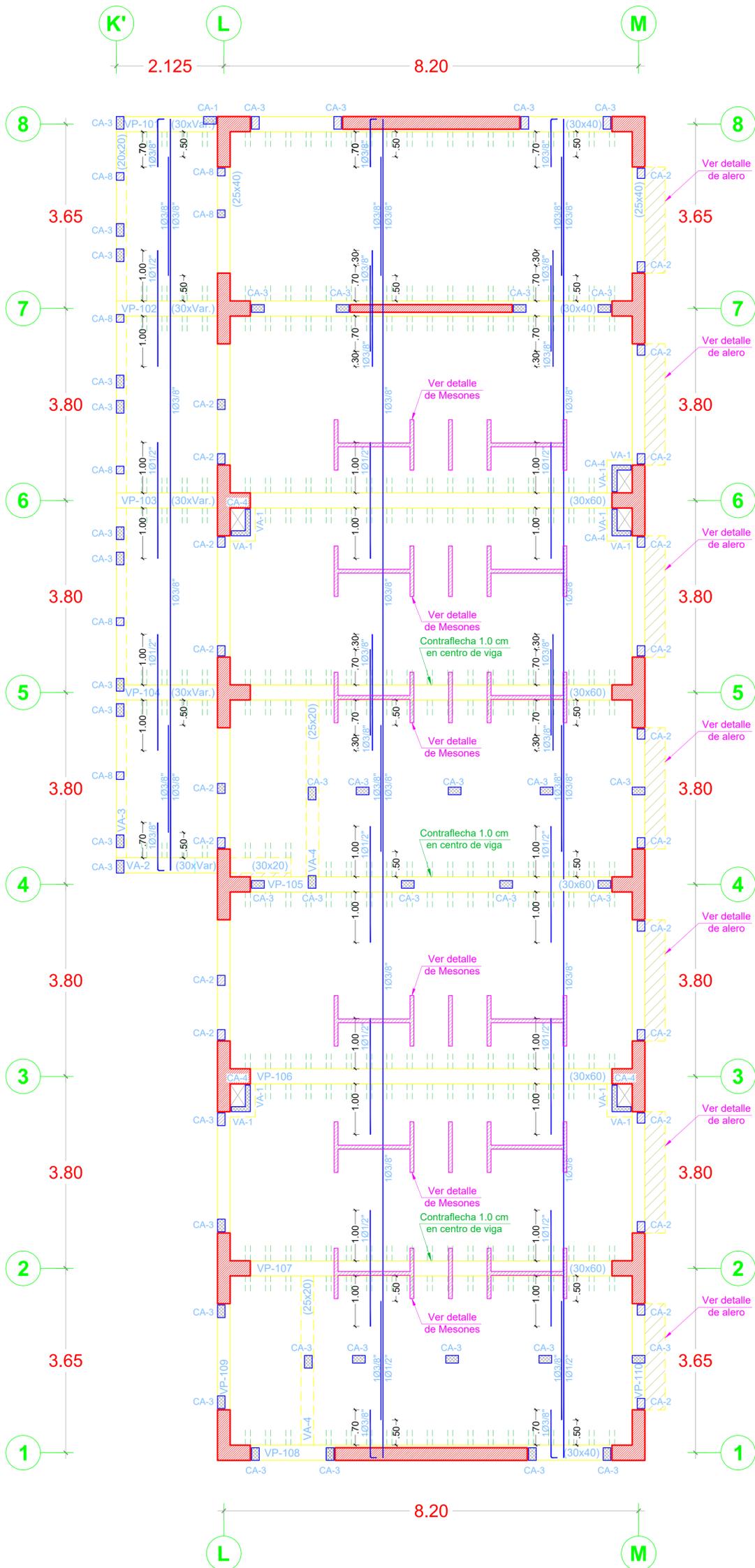
PROPIETARIO: MINISTERIO DE EDUCACIÓN
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 41037 JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, CUI. CODIGO SNIP 382205

PLANTA DE CIMENTACIONES - PABELLÓN 02

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

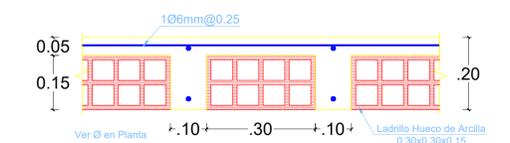
ESCALA: Indicada
FECHA: Julio 2020

E-12

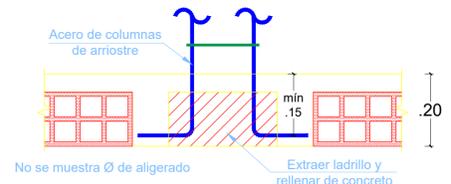


TECHO DEL 1° NIVEL

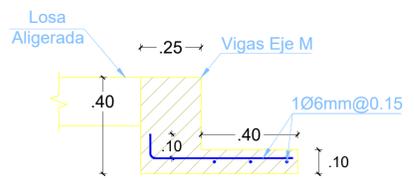
Losa aligerada h = 0.20 m
 s/c = 400 kg/m² (Almacén)
 s/c = 300 kg/m² (Laboratorios)
 s/c = 400 kg/m² (Corredores)
 ESCALA: 1/50



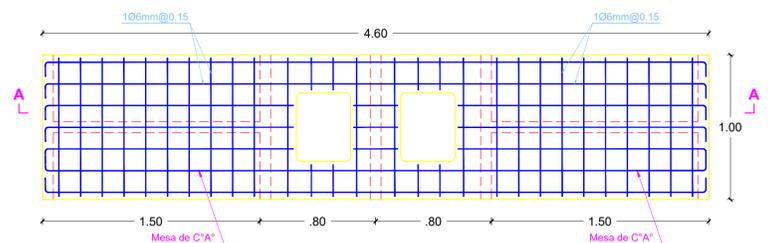
DETALLE DE ALIGERADO UNIDIRECCIONAL
 h = 0.20 m
 ESC: 1/10



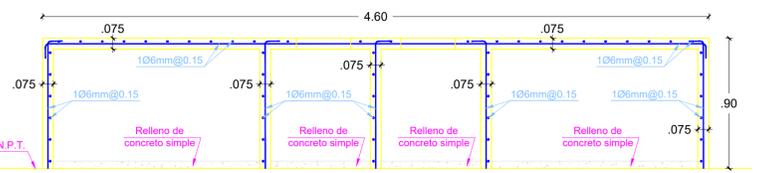
DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNAS DE ARRIOSTRE EN LOSA ALIGERADA
 ESC: 1/10



DETALLE DE ALERO
 ESC: 1/15



DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN PLANTA



CORTE A-A

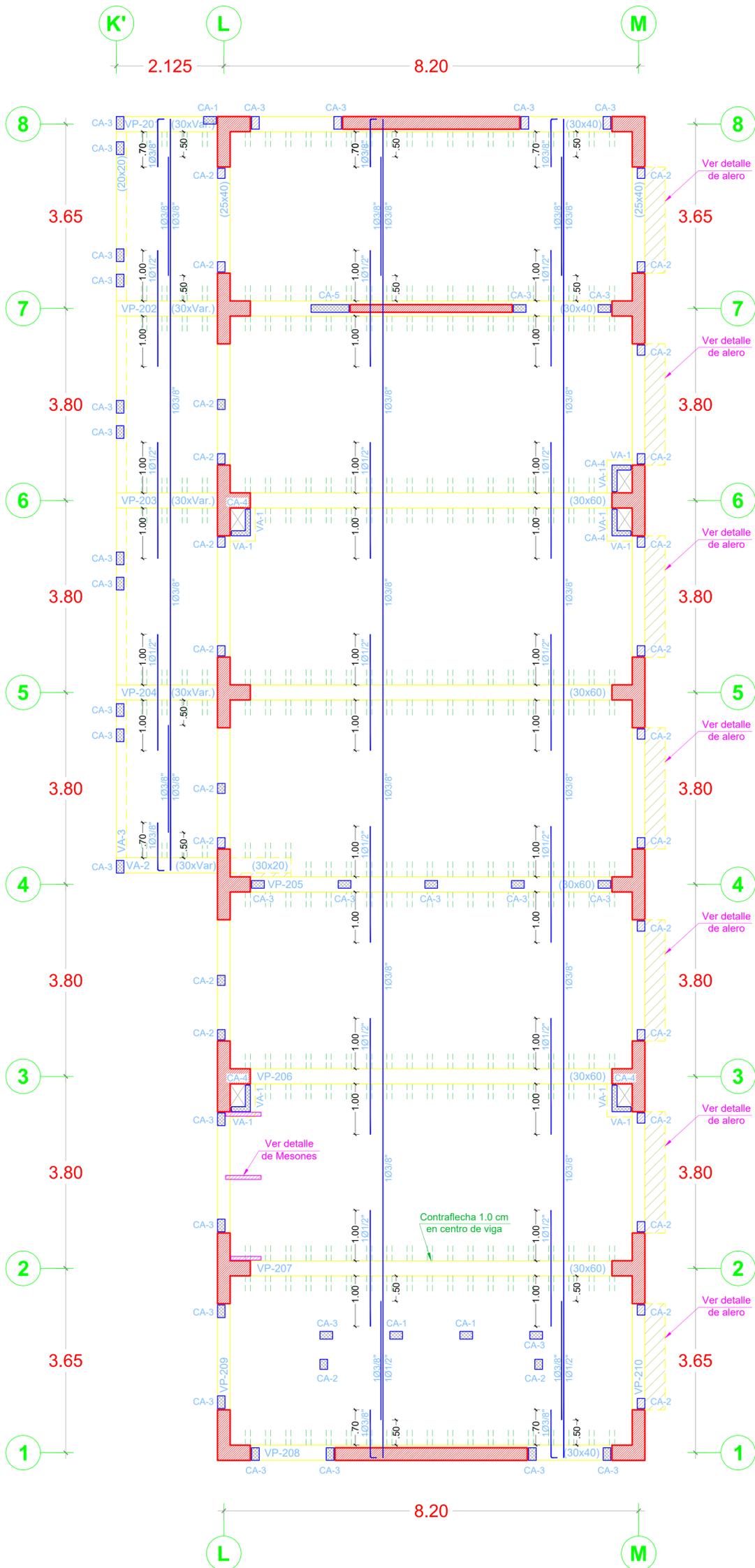


DETALLE DE ANCLAJE DE MURETES DE MESONES EN LOSA ALIGERADA

DETALLE DE MESONES EN LABORATORIOS
 ESC: 1/25

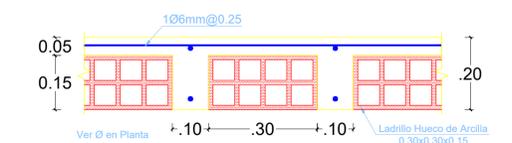
LEYENDA DE ARRIOSTRES EN PLANTA	
	Columna de arrioste muro alto
	Columna de arrioste muro bajo

		GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	
		PROPIETARIO: MINISTERIO DE EDUCACIÓN ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 41037 JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, CUI. CODIGO SNIP 382205
UBICACIÓN: AREQUIPA REGION: AREQUIPA PROVINCIA: AREQUIPA DISTRITO: MIRAFLORES	PLANO: TECTO DEL 1° NIVEL - PABELLÓN 02 ESCALA: Indicada	FECHA: Julio 2020	E-17

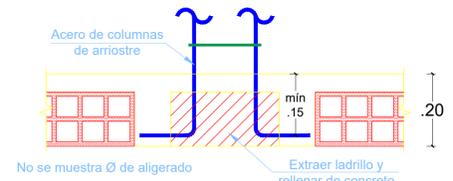


TECHO DEL 2º NIVEL

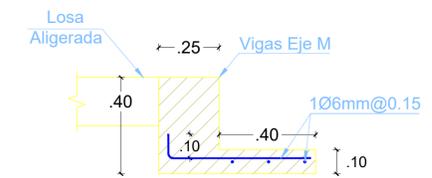
Losa aligerada h = 0.20 m
 s/c = 350 kg/m² (Talleres)
 s/c = 400 kg/m² (Depósito)
 s/c = 400 kg/m² (Corredores)
 ESCALA: 1/50



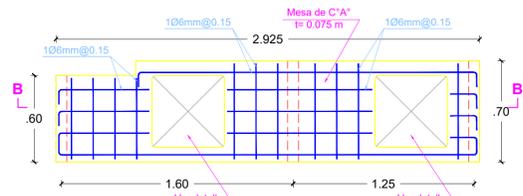
DETALLE DE ALIGERADO UNIDIRECCIONAL
 h = 0.20 m
 ESC: 1/10



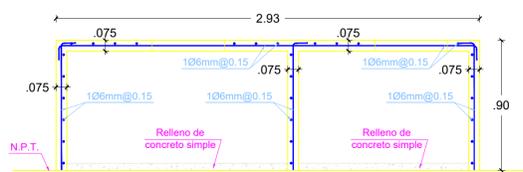
DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNAS DE ARRIOSTRE EN LOSA ALIGERADA
 ESC: 1/10



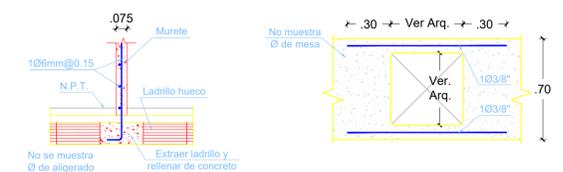
DETALLE DE ALERO
 ESC: 1/15



DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN PLANTA



CORTE B-B



DETALLE DE ANCLAJE DE MURETES DE MESONES EN LOSA ALIGERADA

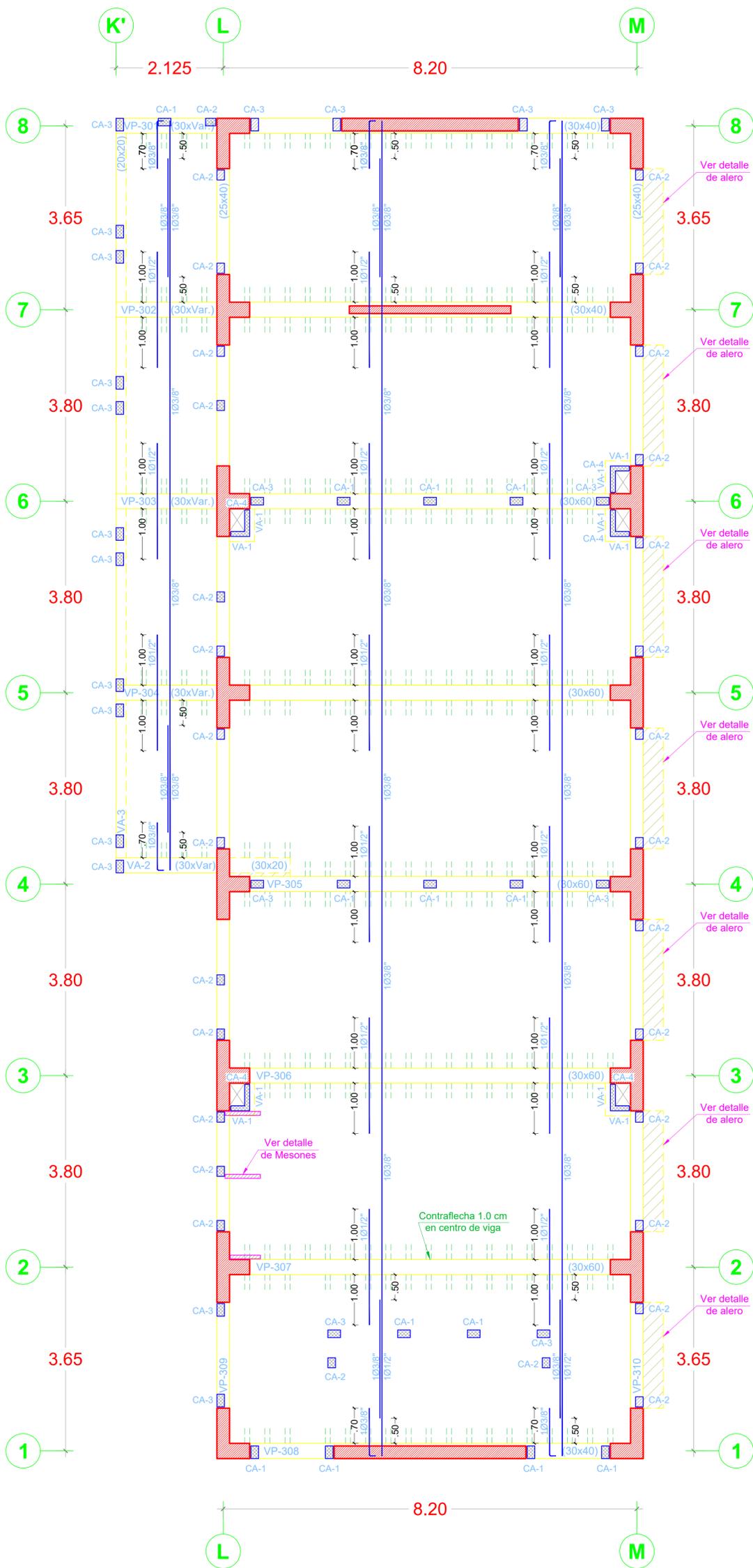
DETALLE DE REFUERZO ADICIONAL EN ABERTURA PARA LAVADERO PLANTA

DETALLES DE MESONES EN TALLERES

ESC: 1/25

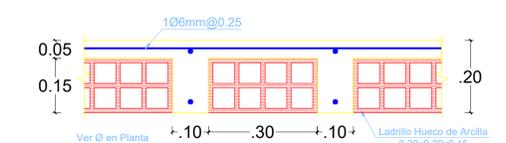
LEYENDA DE ARRIOSTRES EN PLANTA

- Columna de arriostre muro alto
- Columna de arriostre muro bajo

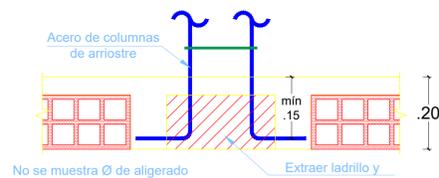


TECHO DEL 3° NIVEL

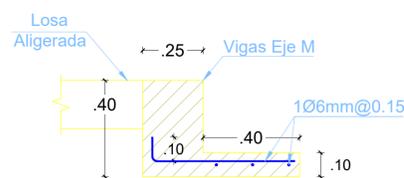
Losa aligerada h = 0.20 m
 s/c = 250 kg/m² (Aulas)
 s/c = 350 kg/m² (Talleres)
 s/c = 400 kg/m² (Corredores)
 ESCALA: 1/50



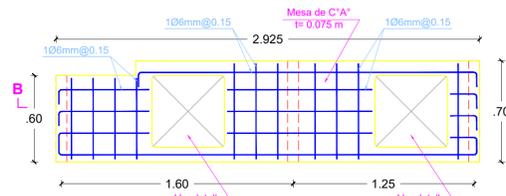
DETALLE DE ALIGERADO UNIDIRECCIONAL
 h = 0.20 m
 ESC: 1/10



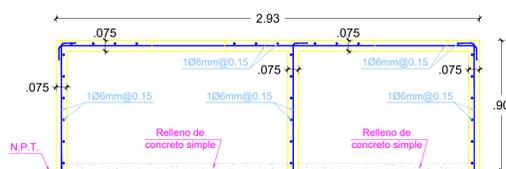
DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNAS DE ARRIOSTRE EN LOSA ALIGERADA
 ESC: 1/10



DETALLE DE ALERO
 ESC: 1/15



DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN PLANTA



CORTE B-B



DETALLE DE ANCLAJE DE MURETES DE MESONES EN LOSA ALIGERADA

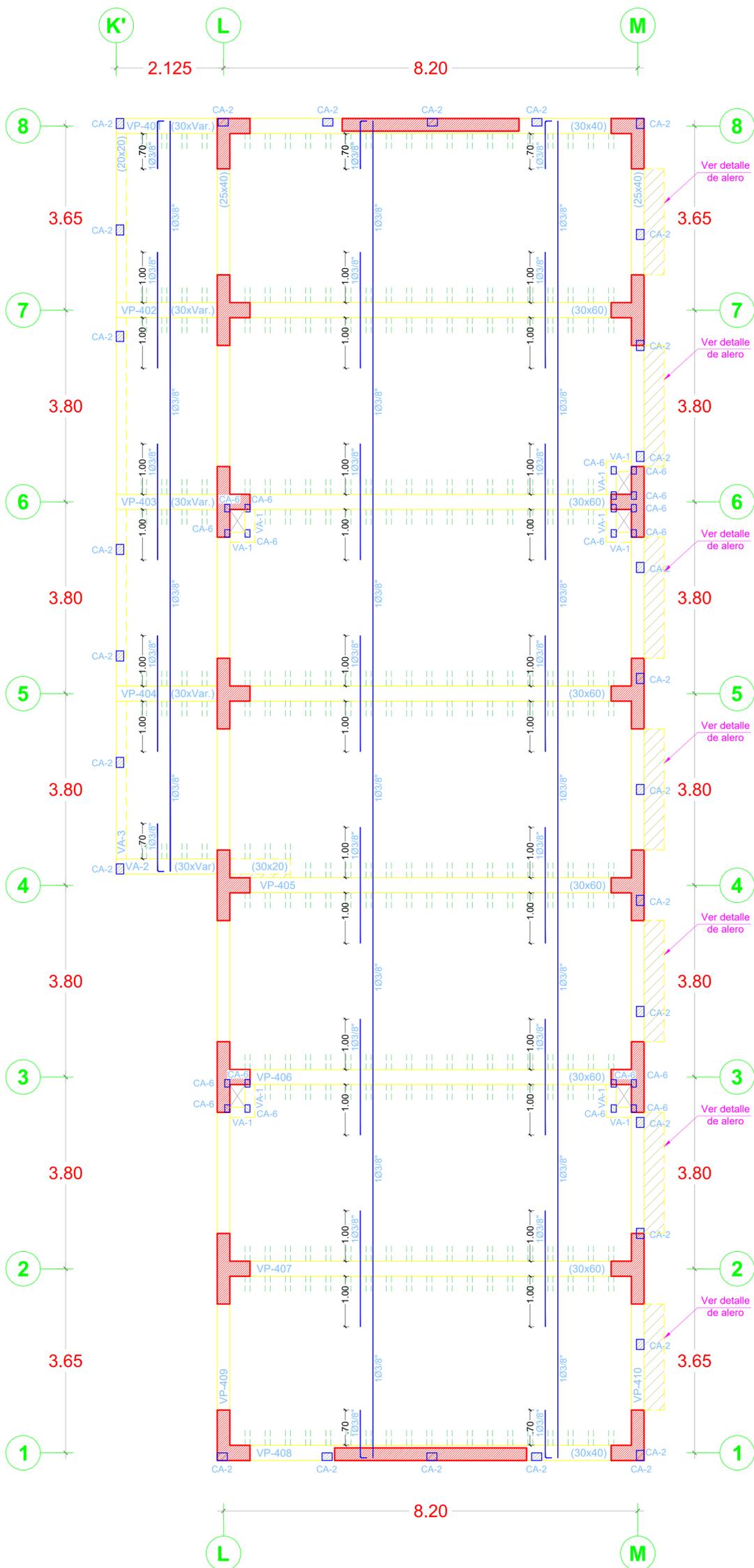
DETALLE DE REFUERZO ADICIONAL EN ABERTURA PARA LAVADERO PLANTA

DETALLES DE MESONES EN TALLERES

ESC: 1/25

LEYENDA DE ARRIOSTRES EN PLANTA

- Columna de arriostre muro alto
- Columna de arriostre muro bajo



TECHO DEL 4º NIVEL

Losa aligerada h = 0.20 m
s/c = 100 kg/m²
ESCALA: 1/50

RESUMEN DEL ANÁLISIS SÍSMICO

El análisis sísmico se efectuó sobre un modelo tridimensional utilizando el método de Superposición Modal Espectral de acuerdo a la Norma Técnica E.030.

PABELLÓN 02

SISTEMA ESTRUCTURAL
Dirección X: Muros Estructurales de Concreto Armado
Dirección Y: Muros Estructurales de Concreto Armado

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL
Estructura Regular

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN
Dirección X: T = 0.3348 s
Dirección Y: T = 0.4097 s

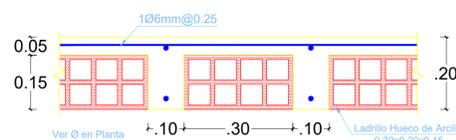
PARÁMETROS SÍSMICOS PARA DEFINIR EL ESPECTRO DE PSEUDOACELERACIONES
Dirección X: Z = 0.35, U = 1.50, S = 1.15, T_p = 0.60 s, T_L = 2.00 s, C = Variable, R = 6.00
Dirección Y: Z = 0.35, U = 1.50, S = 1.15, T_p = 0.60 s, T_L = 2.00 s, C = Variable, R = 6.00

FUERZA CORTANTE BASAL DE DISEÑO
Dirección X: V_b = 227.78 tonf
Dirección Y: V_b = 235.85 tonf

DESPLAZAMIENTO MÁXIMO DEL ÚLTIMO NIVEL
Dirección X = 4.9 cm
Dirección Y = 6.6 cm

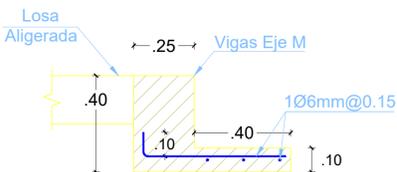
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO (DRIFT)
Dirección X = 0.0042
Dirección Y = 0.0059

JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA: El edificio deberá estar separado una distancia de 7.5 cm de cualquier estructura aledaña.



DETALLE DE ALIGERADO UNIDIRECCIONAL

h = 0.20 m
ESC: 1/10

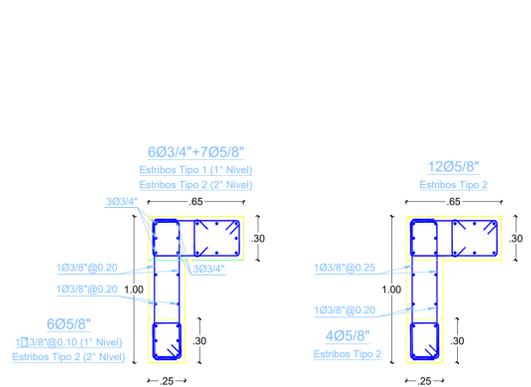


DETALLE DE ALERO

ESC: 1/15

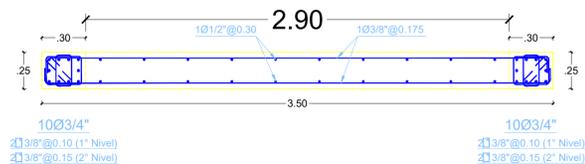
LEYENDA DE ARRIOSTRES EN PLANTA

-  Columna de arrioste muro alto
-  Columna de arrioste muro bajo

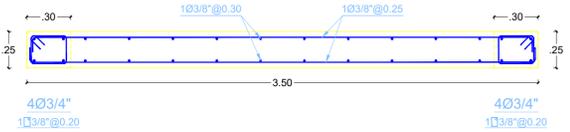


PLACA P-1
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

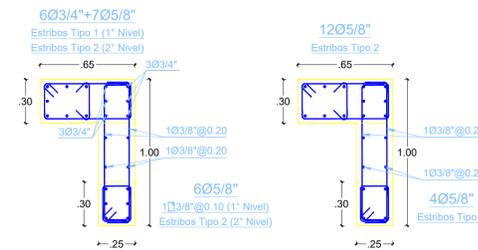
PLACA P-1
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



PLACA P-2
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

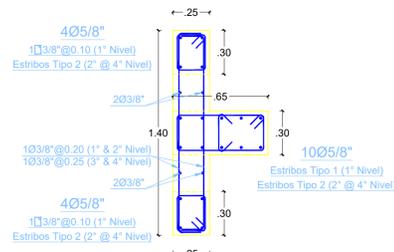


PLACA P-2
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25

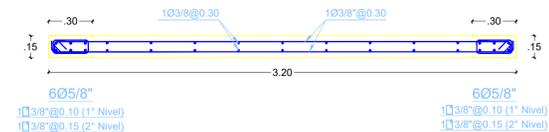


PLACA P-3
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

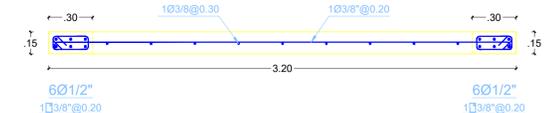
PLACA P-3
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



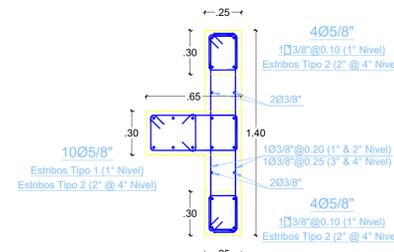
PLACA P-4
1°, 2°, 3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



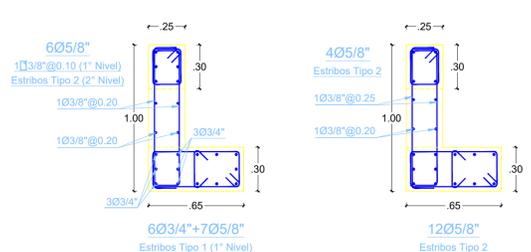
PLACA P-5
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25



PLACA P-5
3° NIVEL
ESC: 1/25

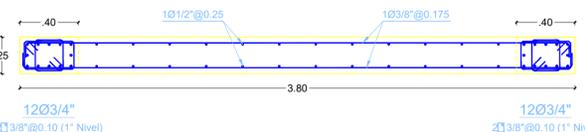


PLACA P-6
1°, 2°, 3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25

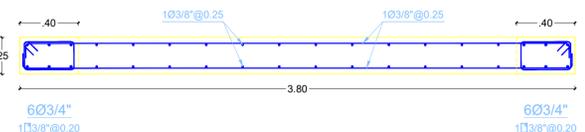


PLACA P-7
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

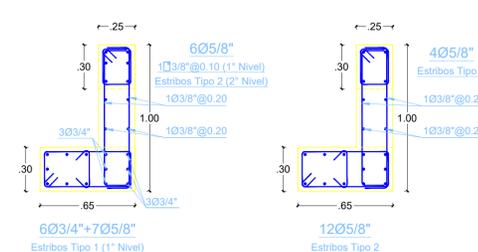
PLACA P-7
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



PLACA P-8
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

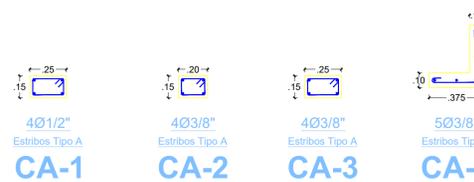


PLACA P-8
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



PLACA P-9
1° & 2° NIVEL
ESC: 1/25

PLACA P-9
3° & 4° NIVEL
ESC: 1/25



CA-1

CA-2

CA-3

CA-4



CA-5

CA-6

CA-7

CA-8

VD-1

VD-2

VD-3

VS-1

COLUMNAS DE ARRIOSTRE, VIGAS DINTEL Y VIGAS SOLERAS
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO

Zapatas, placas, columnas, vigas y losas:
Elementos con dimensión o espesor > 20 cm:
f'c = 210 kg/cm²
T.M.N. del agregado grueso = 3/4"
fy = 4200 kg/cm² (ASTM A615)
Elementos con dimensión o espesor ≤ 20 cm:
f'c = 210 kg/cm²
T.M.N. del agregado grueso = 1/2"
fy = 4200 kg/cm² (ASTM A615)
Sobrecimientos reforzados, columnas de arriostre, vigas dintel y mesones:
f'c = 175 kg/cm²
T.M.N. del agregado grueso = 1/2"
fy = 4200 kg/cm² (ASTM A615)

CONCRETO SIMPLE

Solados:
f'c = 100 kg/cm²
Espesor = 10 cm
Cimientos corridos:
f'c = 100 kg/cm² + 30% de P.G. (8")
Sobrecimientos:
f'c = 175 kg/cm²
Falsopiso:
f'c = 100 kg/cm²
Espesor = 10 cm
Contrapiso:
Mezcla 1:5 (cemento : arena gruesa)
Ver espesor en arquitectura

TABICUERÍA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE ARCILLA COCIDA

Ladrillo KK Mecanizado 10x14x24 (%Vacíos ≥ 30%)
Clasificación de la unidad = Tipo IV
Mortero = Mezcla 1:4 (cemento : arena gruesa)
Espesor máximo de junta = 1.50 cm
Espesor mínimo de junta = 1.00 cm

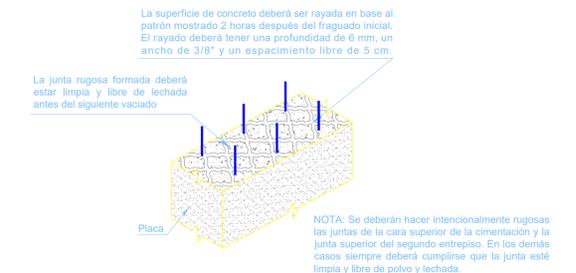
RECUBRIMIENTOS

Zapatas = 7.00 cm
Sobrecimientos reforzados, columnas de arriostre, vigas dintel y mesones:
Placas = 2.50 cm
Sobrecimientos reforzados = 4.00 cm
Vigas y columnas (h<30 cm y/o b ≤ 15 cm) = 2.50 cm
Vigas y columnas (h>30 cm) = 4.00 cm
Losas de techo = 2.00 cm
Arriostres de tabiquería = 2.00 cm
Vigas soleras tabiquería = 2.00 cm
Mesones = Al centro del elemento

NORMAS UTILIZADAS

E.020 Cargas 2006
E.030 Diseño Sismorresistente 2019
E.050 Suelos y Cimentaciones 2018
E.060 Concreto Armado 2009
E.070 Albañilería 2006

CUADRO DE ESTRIBOS PARA PLACAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
2	Ø3/8"	1 @ 0.05; 6 @ 0.10; Rto @ 0.20 C/E



DETALLE DE JUNTA RUGOSA EN PLACAS
S/E

CUADRO DE ESTRIBOS PARA "CA", "VS" & "VD"		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
A	6 mm	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 Voladizo
B	6 mm	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

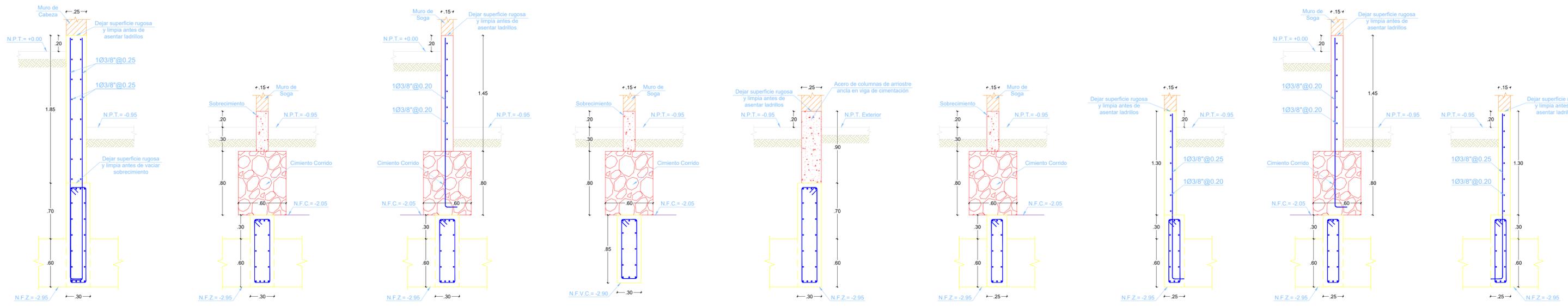
PROPIETARIO: MINISTERIO DE EDUCACIÓN
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

UBICACIÓN: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 41037 JOSÉ GALVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, CUI: CODIGO SNIP 362215
PLANO: E-13

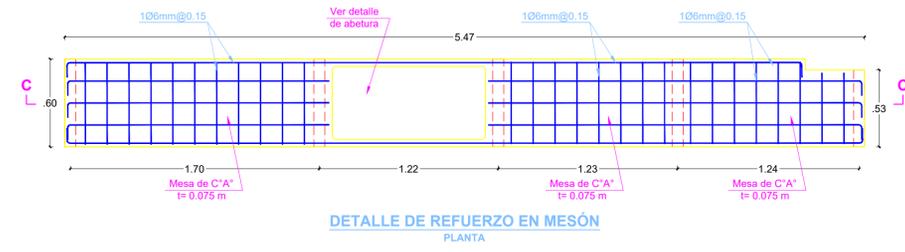
PLANO: DETALLE DE PLACAS, ARRIOSTRES Y ESPECIFICACIONES - PABELLÓN 02
ESCALA: 1/25

DISEÑO: SGFPI-GR/IGRA
FECHA: Julio 2020

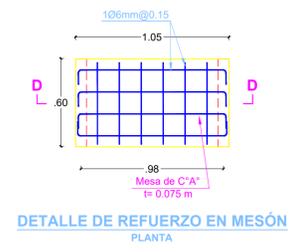
DIBUJO: SGFPI-GR/IGRA



CORTE 1-1 ESC: 1/25 **CORTE 2-2** ESC: 1/25 **CORTE 3-3** ESC: 1/25 **CORTE 4-4** ESC: 1/25 **CORTE 5-5** ESC: 1/25 **CORTE 6-6** ESC: 1/25 **CORTE 7-7** ESC: 1/25 **CORTE 8-8** ESC: 1/25 **CORTE 9-9** ESC: 1/25



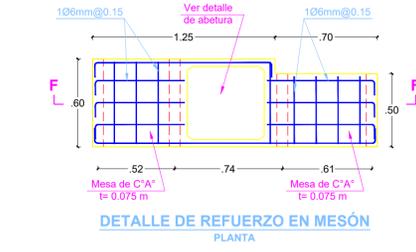
DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN
PLANTA



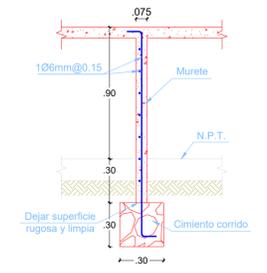
DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN
PLANTA



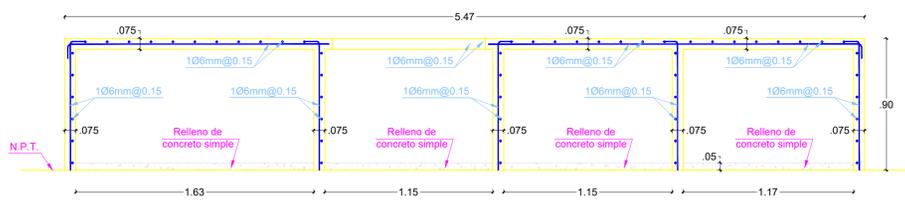
DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN
PLANTA



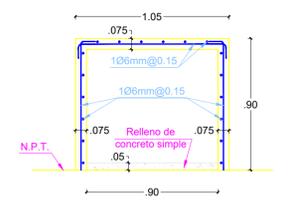
DETALLE DE REFUERZO EN MESÓN
PLANTA



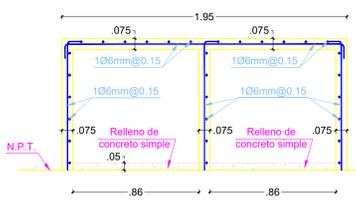
DETALLE TÍPICO DE CIMENTO DE MESONES



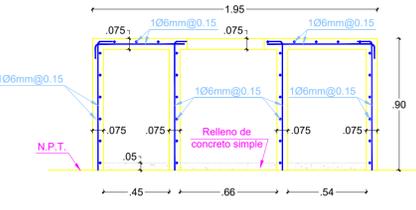
CORTE C-C



CORTE D-D



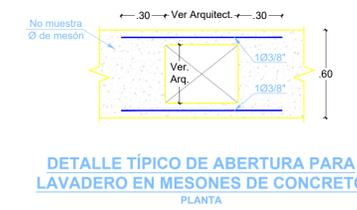
CORTE E-E



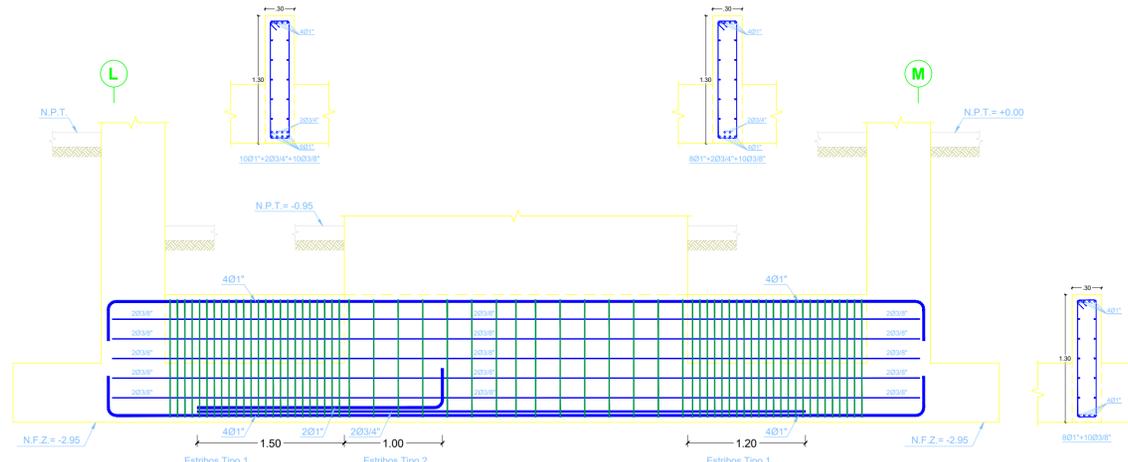
CORTE F-F

DETALLE DE MESONES EN COCINA
ESC: 1/25

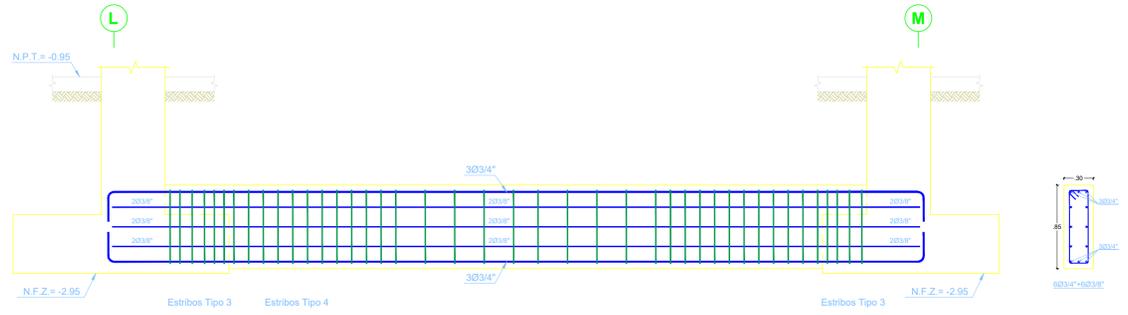
DETALLE DE MESÓN EN ZONA DE SERVICIO
ESC: 1/25



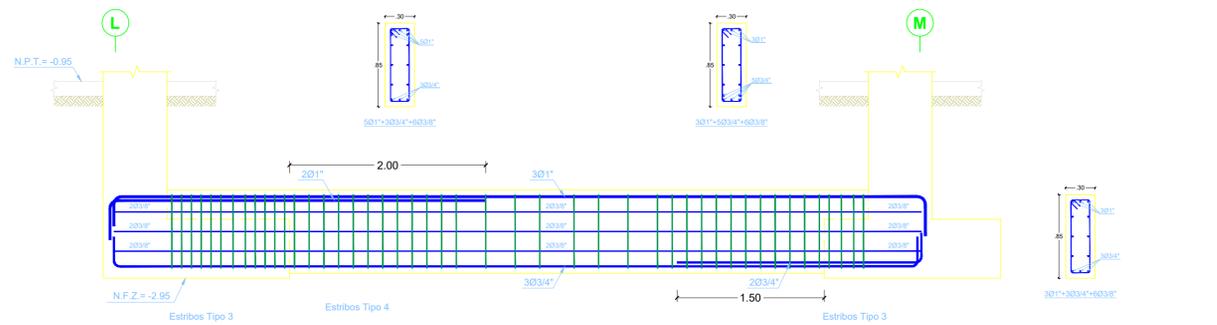
DETALLE TÍPICO DE ABERTURA PARA LAVADERO EN MESONES DE CONCRETO
PLANTA



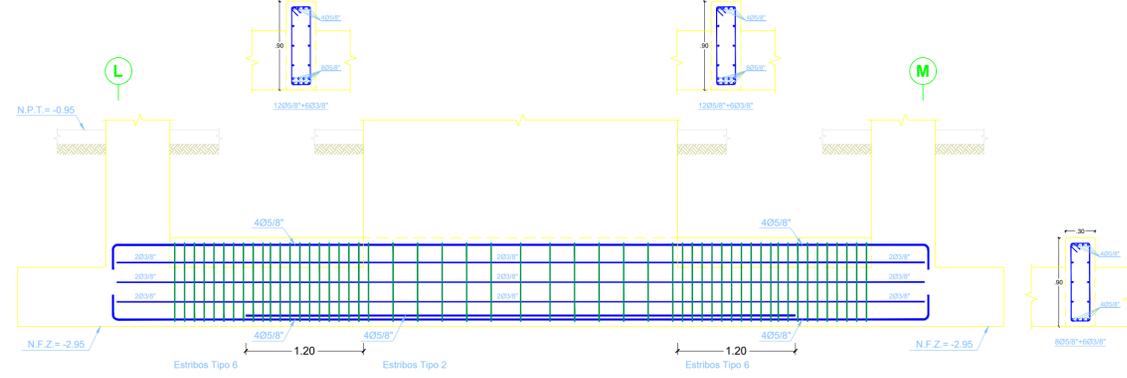
VIGA VC-1 (.30x1.30)



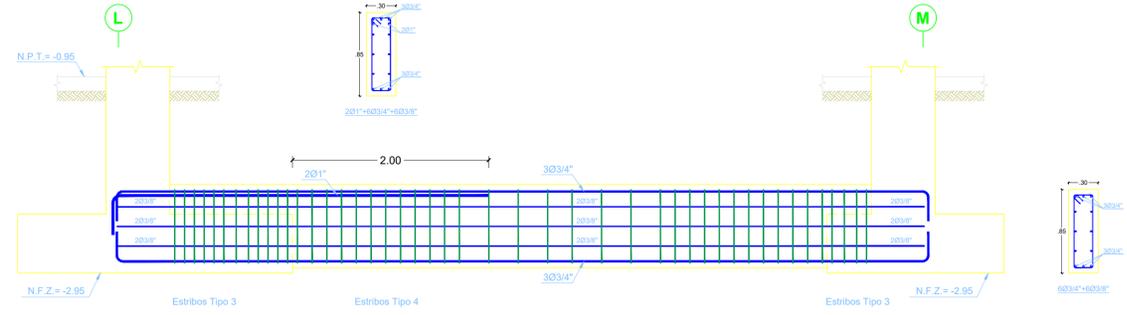
VIGA VC-3 & VC-4 (.30x.85)



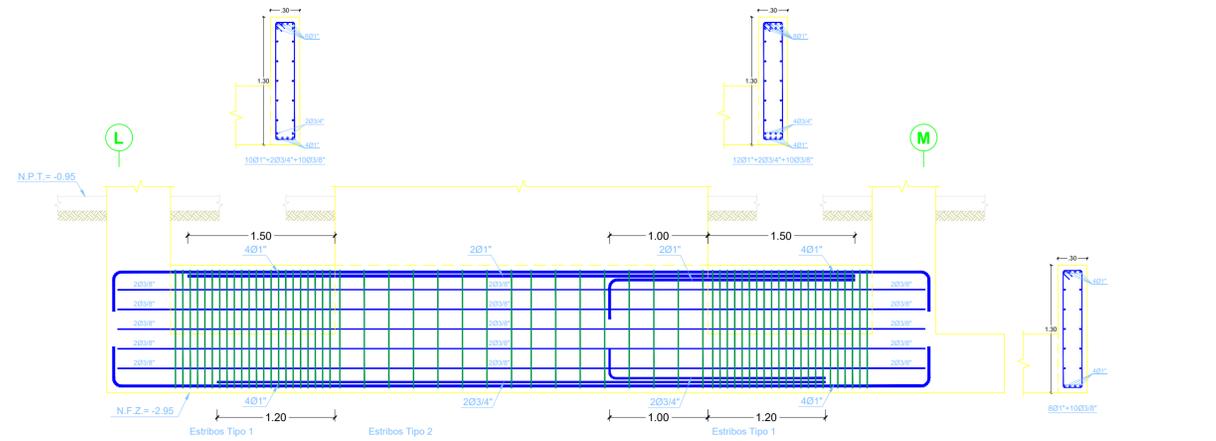
VIGA VC-6 (.30x.85)



VIGA VC-2 (.30x.90)

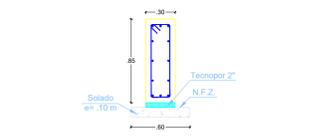


VIGA VC-5 & VC-7 (.30x.85)

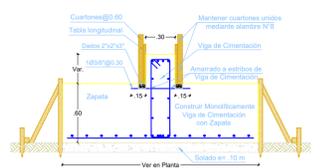


VIGA VC-8 (.30x1.30)

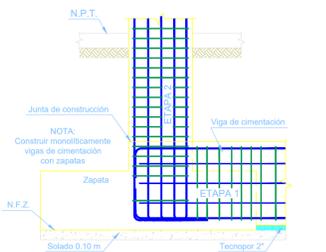
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.075 C/E
2	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
3	Ø3/8"	Rto @ 0.10
4	Ø3/8"	1 @ 0.05; 11 @ 0.15; Rto @ 0.30 C/E
5	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.15 C/E
6	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.10 C/E



DETALLE DE SOLADO EN VIGA DE CIMENTACIÓN ESC: 1/25

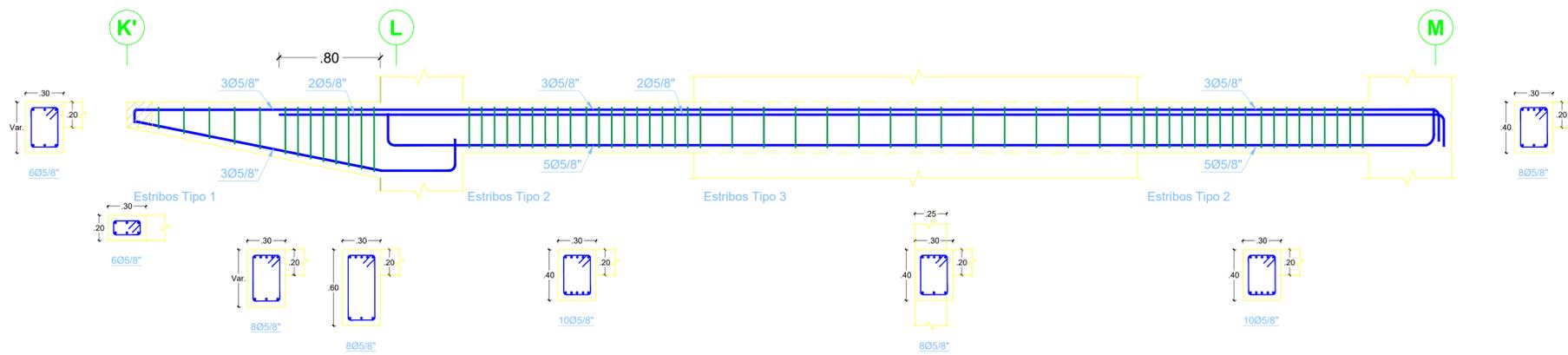


DETALLE CONSTRUCTIVO DE ZAPATA CON VIGA DE CIMENTACIÓN CORTE TRANSVERSAL S/E



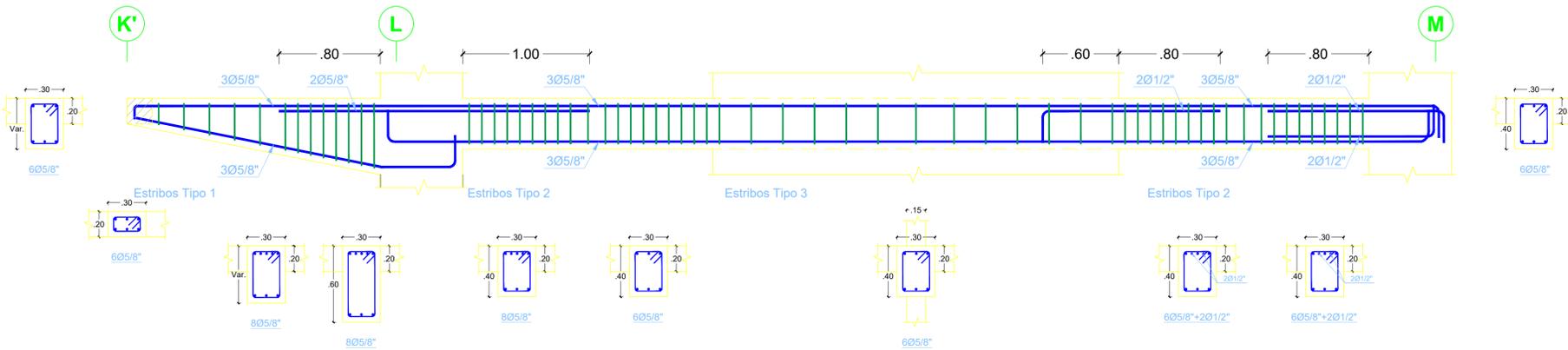
DETALLE CONSTRUCTIVO DE ZAPATA CON VIGA DE CIMENTACIÓN CORTE LONGITUDINAL S/E

		GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE FORMACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	
		MINISTERIO DE EDUCACIÓN PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 1017 JOSÉ GALVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, OJ. CODIGO 090 30005	ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL
DISEÑO: SGGP/GRVGA REVISIÓN: SGGP/GRVGA	PLAN: DETALLE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN - PABELLÓN 02	ESCALA: 1/25 FECHA: JUL-2022	E-15

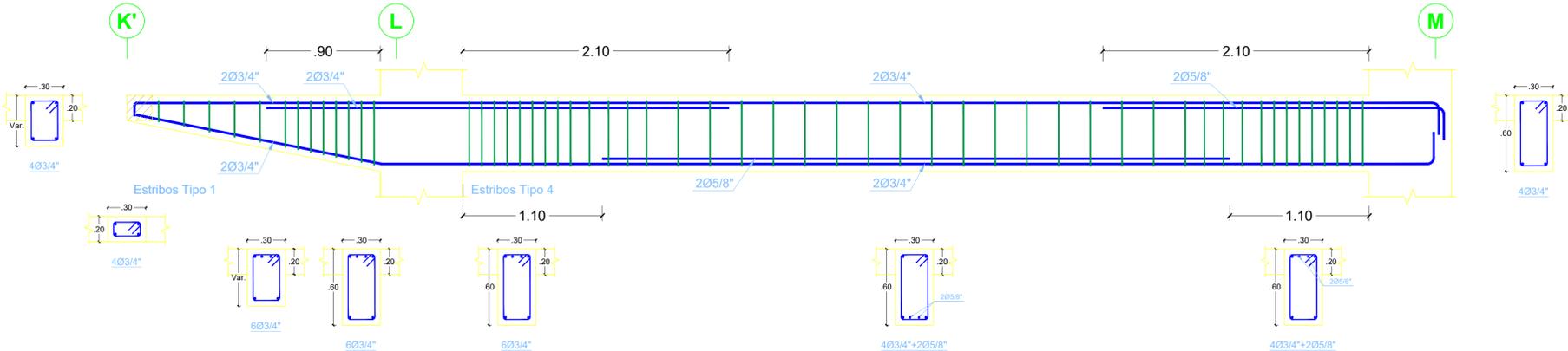


VIGA VP-101, VP-201, VP-301 (.30xVar.) (.30x.40)

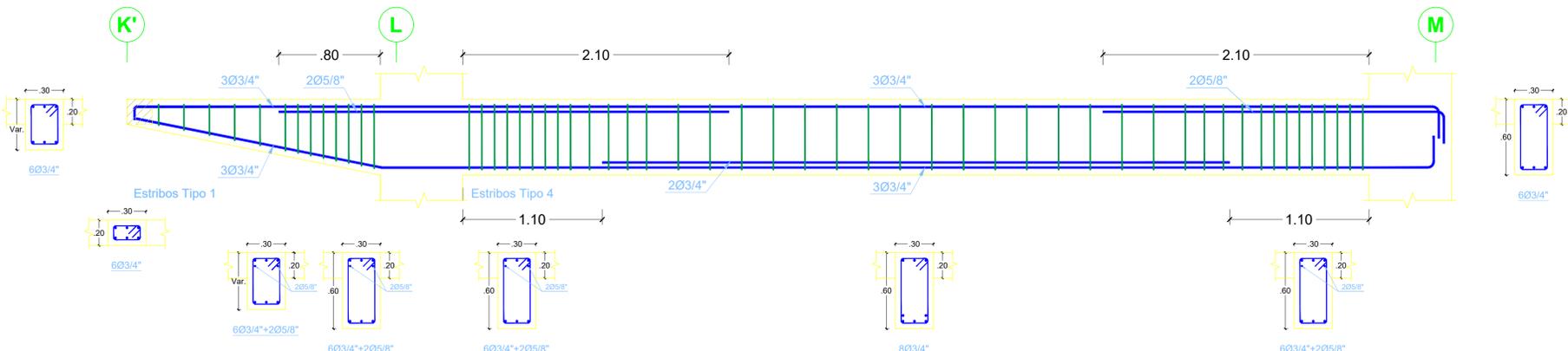
CUADRO DE ESTRIBOS PARA VIGAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	3/8"	1 @ 0.05; 7 @ 0.10; Rto @ 0.20 Vol.
2	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.15 C/E.
3	3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
4	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; 4 @ 0.15; Rto @ 0.25 C/E
5	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
6	6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 Vol.
7	6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 C/E



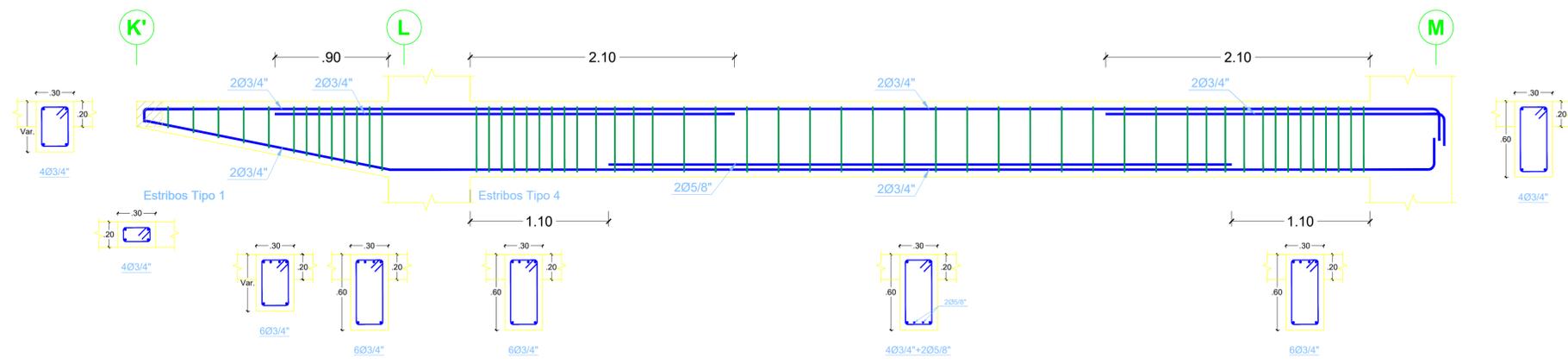
VIGA VP-102, VP-202, VP-302 (.30xVar.) (.30x.40)



VIGA VP-103, VP-203, VP-303 (.30xVar.) (.30x.60)

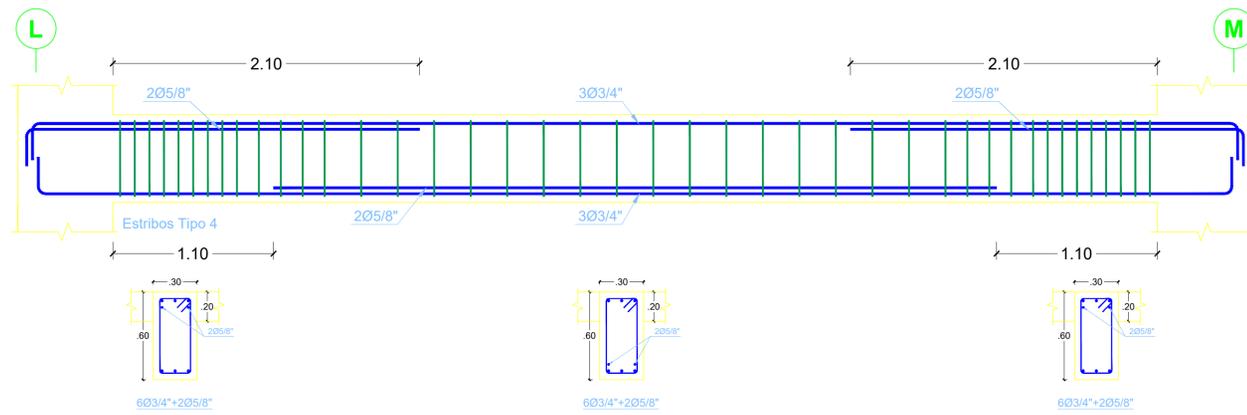


VIGA VP-104 (.30xVar.) (.30x.60)

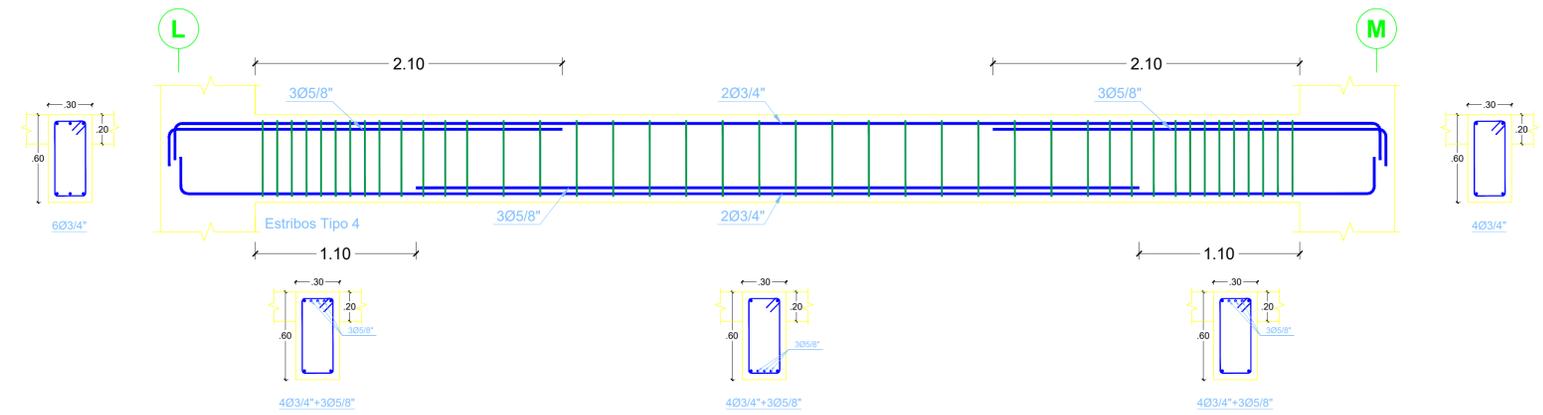


VIGA VP-204, VP-304 (.30xVar.) (.30x.60)

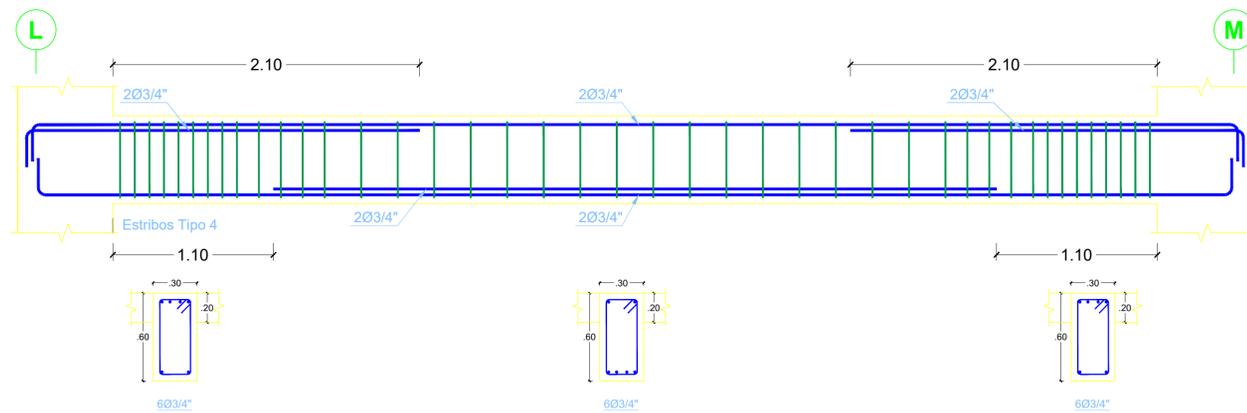
CUADRO DE ESTRIBOS PARA VIGAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	Ø3/8"	1 @ 0.05; 7 @ 0.10; Rto @ 0.20 Vol.
2	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.15 C/E.
3	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
4	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; 4 @ 0.15; Rto @ 0.25 C/E
5	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
6	Ø6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 Vol.
7	Ø6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 C/E



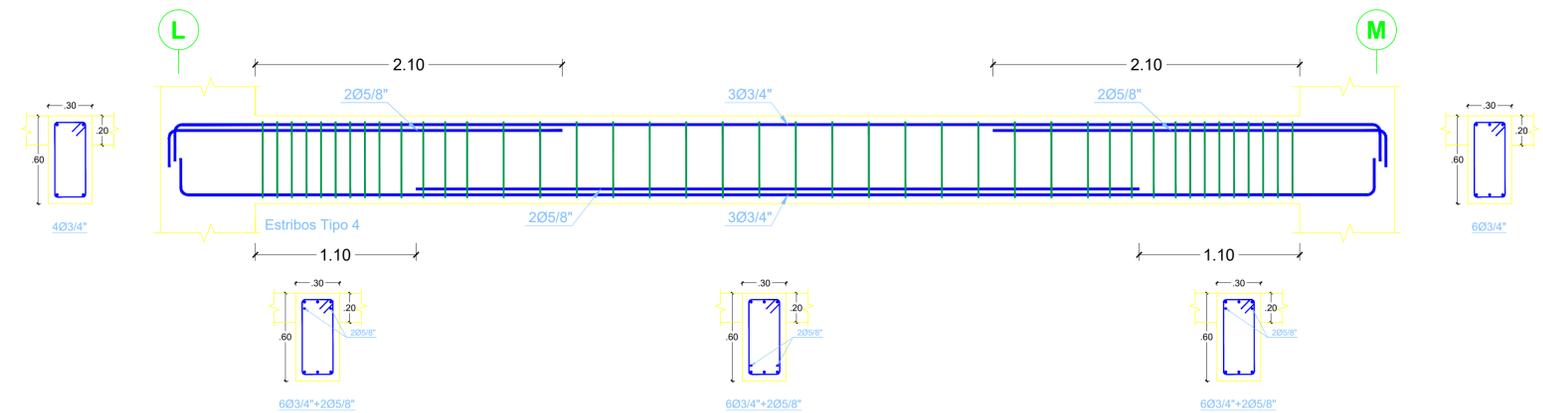
VIGA VP-105, VP-205 (.30x.60)



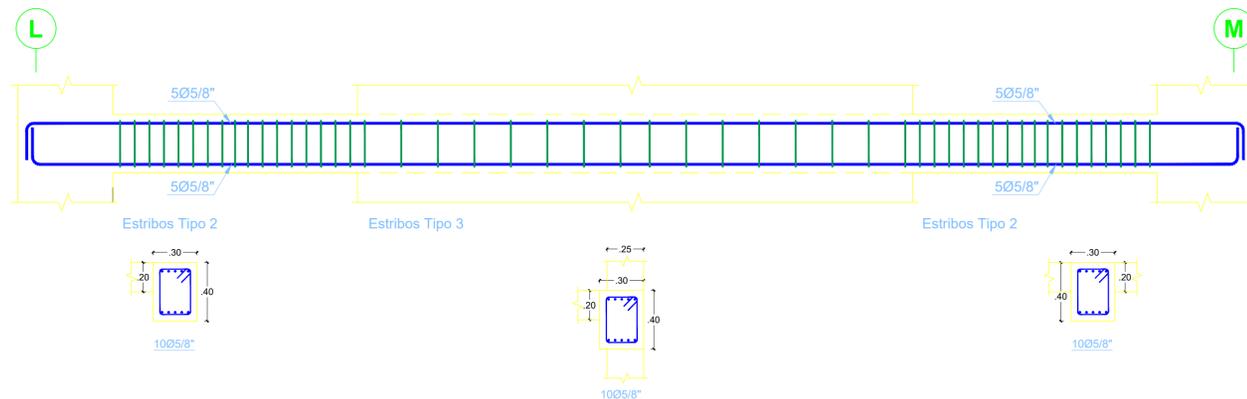
VIGA VP-305 (.30x.60)



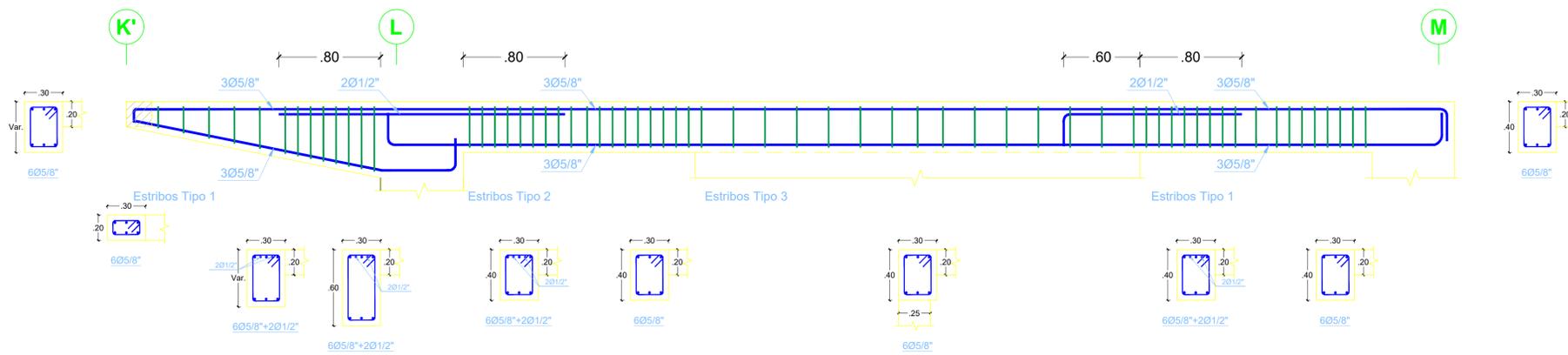
VIGA VP-106, VP-206, VP-306 (.30x.60)



VIGA VP-107, VP-207, VP-307 (.30x.60)

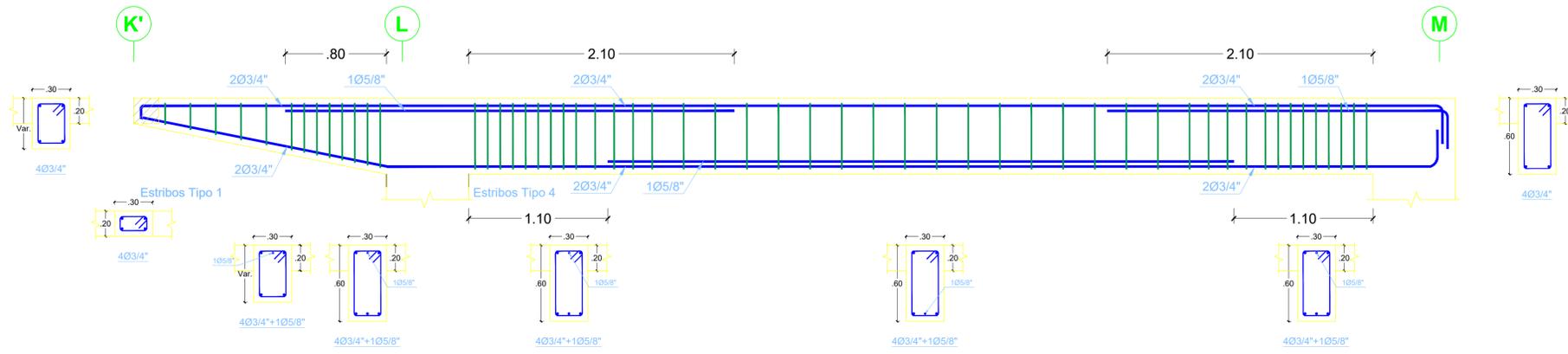


VIGA VP-108, VP-208, VP-308 (.30x.40)

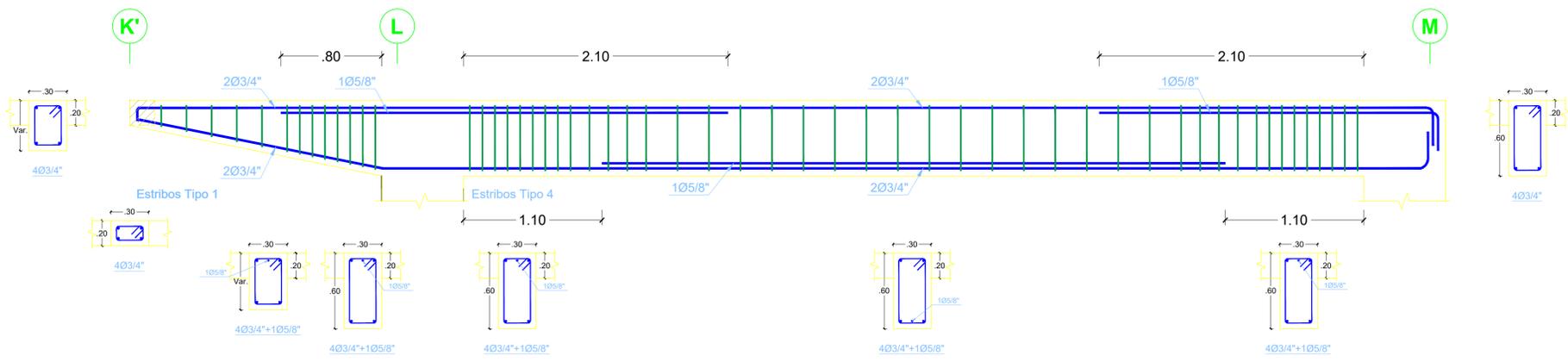


VIGA VP-401 (.30xVar.) (.30x.40)

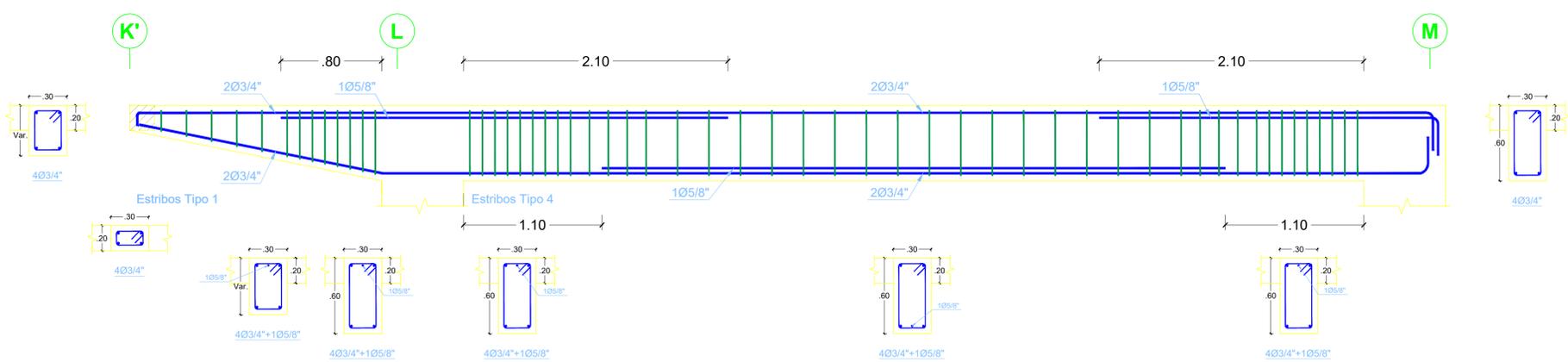
CUADRO DE ESTRIBOS PARA VIGAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	Ø3/8"	1 @ 0.05; 7@ 0.10; Rto @ 0.20 Vol.
2	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; Rto @ 0.15 C/E.
3	Ø3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
4	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; 4@ 0.15; Rto @ 0.25 C/E
5	Ø3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
6	6mm	1 @ 0.05; 5@ 0.10; Rto @ 0.25 Vol.
7	6mm	1 @ 0.05; 5@ 0.10; Rto @ 0.25 C/E



VIGA VP-402 (.30xVar.) (.30x.60)

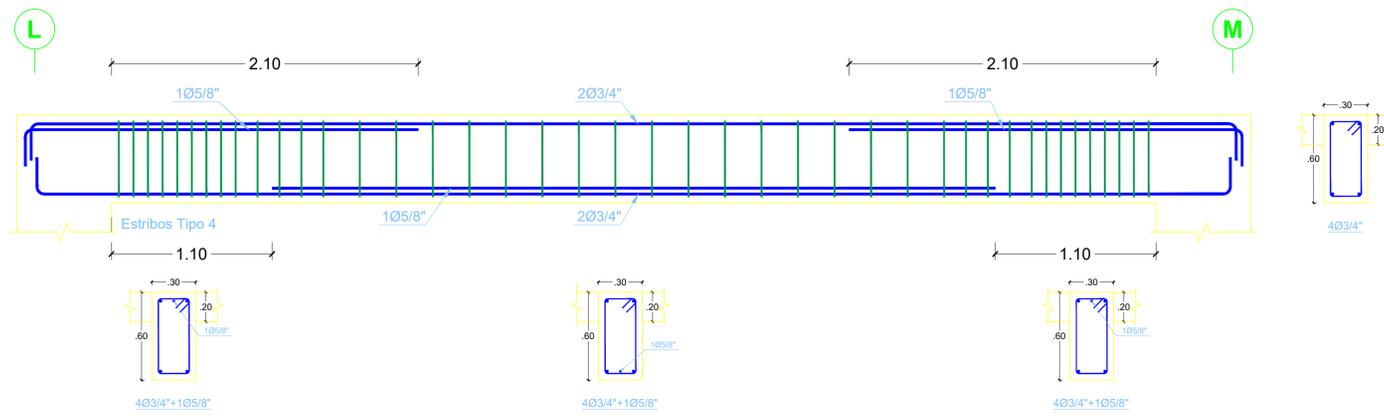


VIGA VP-403 (.30xVar.) (.30x.60)

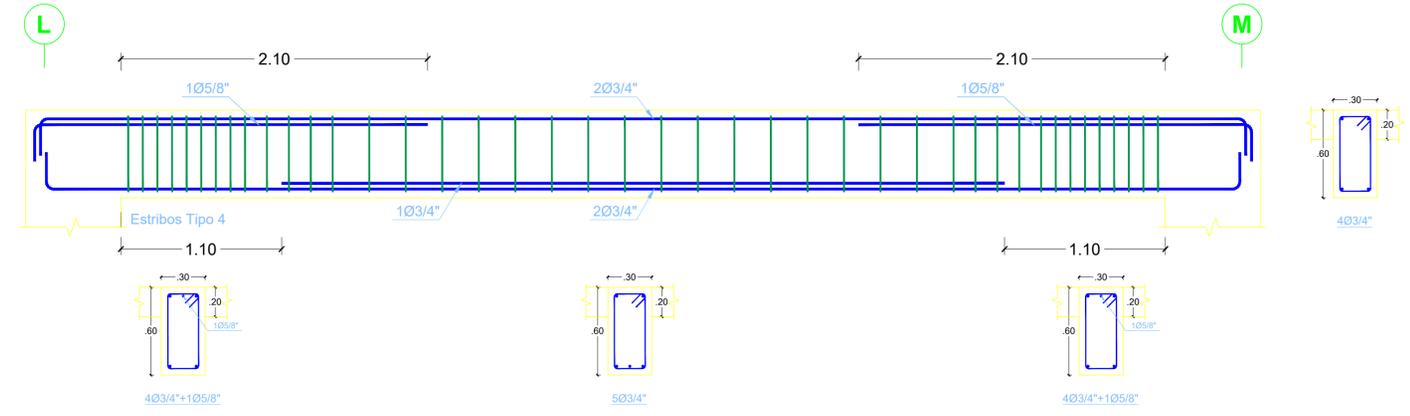


VIGA VP-404 (.30xVar.) (.30x.60)

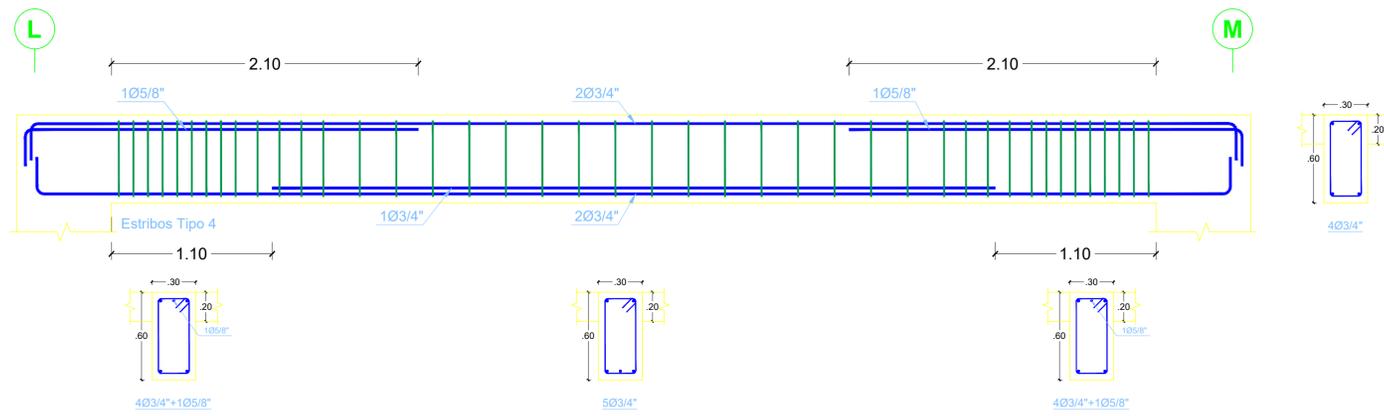
	GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA		ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS
	GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN		
PROPIETARIO: MINISTERIO DE EDUCACIÓN	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 41037 JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, CUI - CODIGO SNIP 362205		PLANO: E-23
UBICACIÓN: REGION: AREQUIPA PROVINCIA: AREQUIPA DISTRITO: MIRAFLORES	DETALLE DE VIGAS (CONT.) - PABELLÓN 02		ESCALA: 1/25 FECHA: Julio 2020
DISEÑO: SGFPI-GR/IGRA	DIBUJO: SGFPI-GR/IGRA		



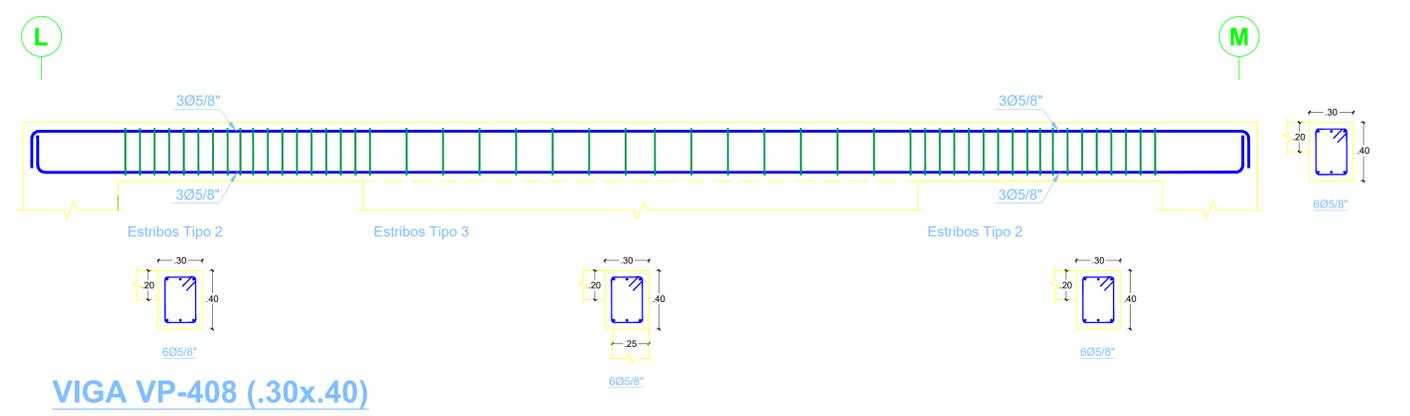
VIGA VP-405 (.30x.60)



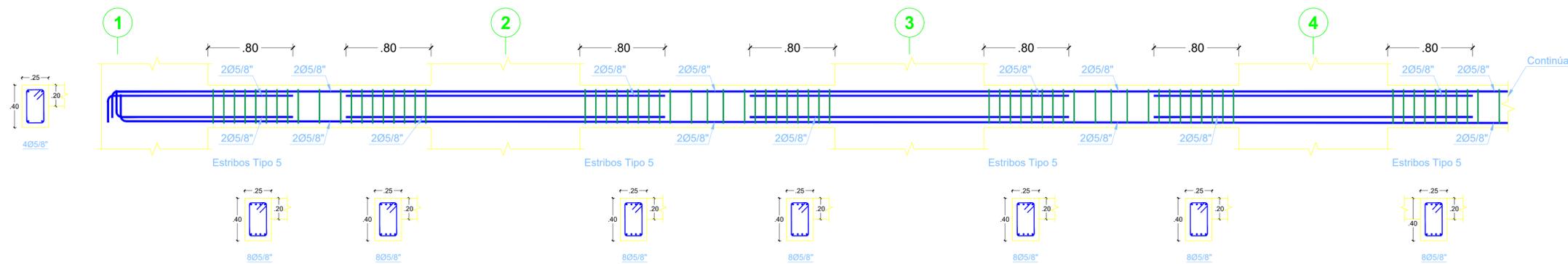
VIGA VP-406 (.30x.60)



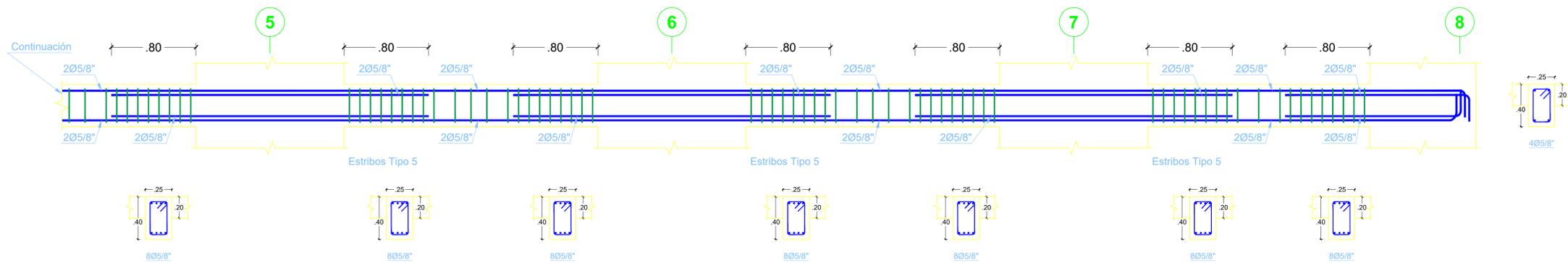
VIGA VP-407 (.30x.40)



VIGA VP-408 (.30x.40)

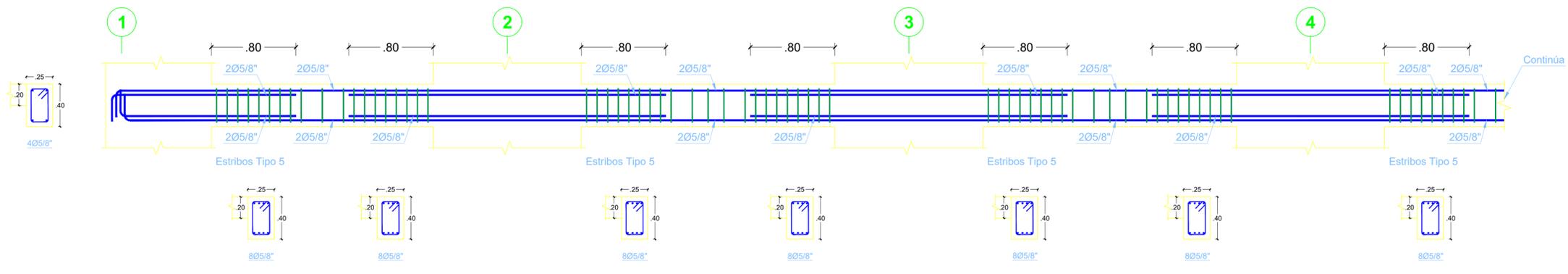


VIGA VP-109, VP-209, VP-309 (.25x.40)

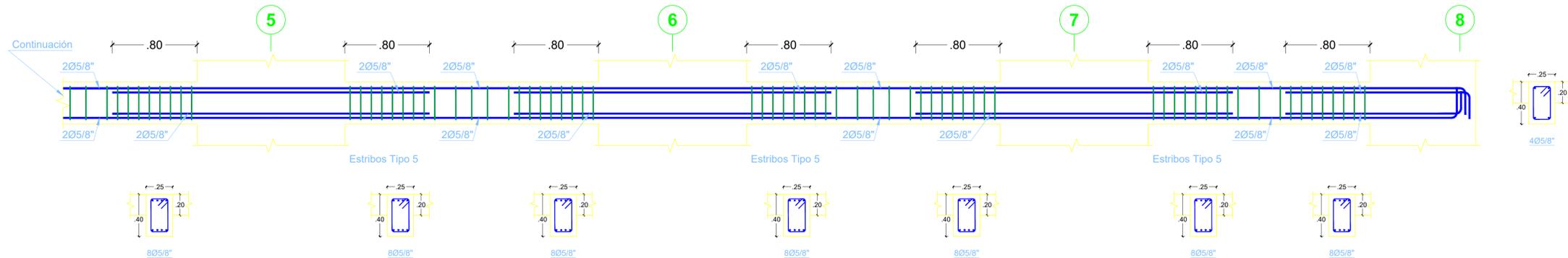


VIGA VP-109, VP-209, VP-309 (.25x.40), CONTINUACIÓN

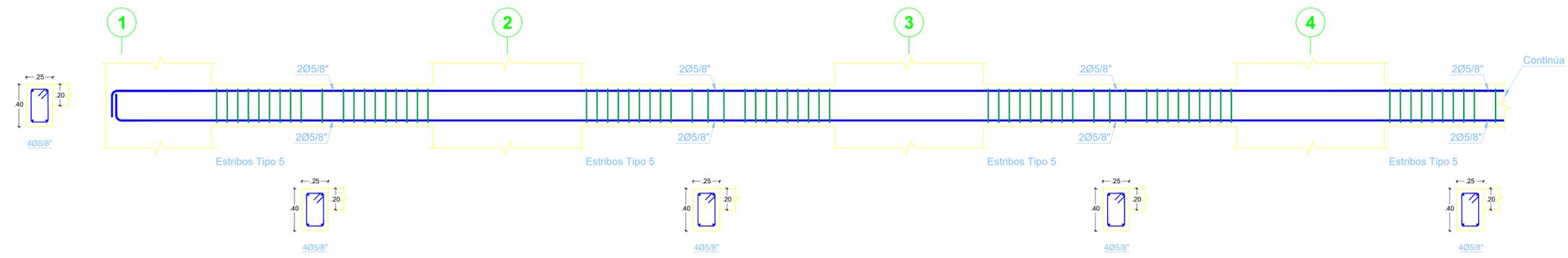
CUADRO DE ESTRIBOS PARA VIGAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	3/8"	1 @ 0.05; 7 @ 0.10; Rto @ 0.20 Vol.
2	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.15 C/E.
3	3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
4	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; 4 @ 0.15; Rto @ 0.25 C/E
5	3/8"	1 @ 0.05; 8 @ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
6	6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 Vol.
7	6mm	1 @ 0.05; 5 @ 0.10; Rto @ 0.25 C/E



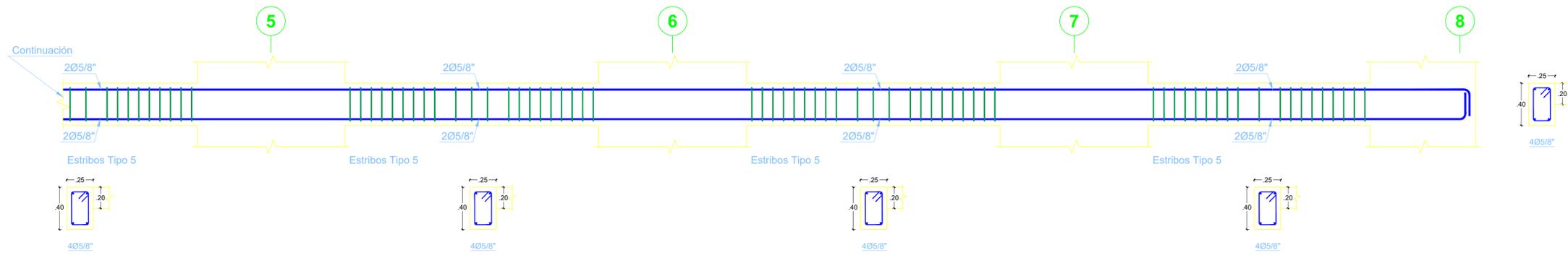
VIGA VP-110, VP-210, VP-310 (.25x.40)



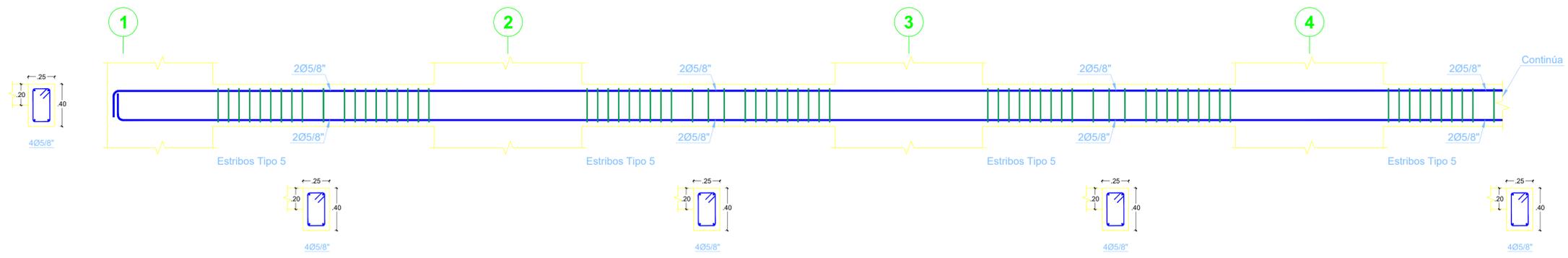
VIGA VP-110, VP-210, VP-310 (.25x.40), CONTINUACIÓN



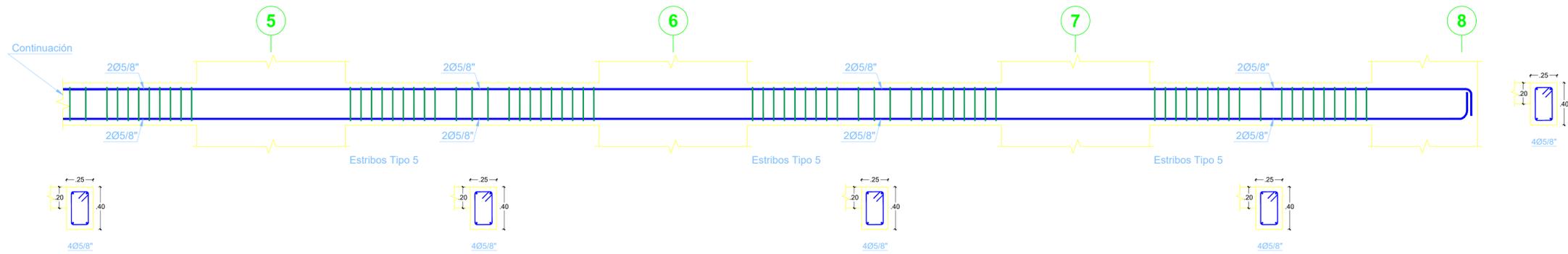
VIGA VP-409 (.25x.40)



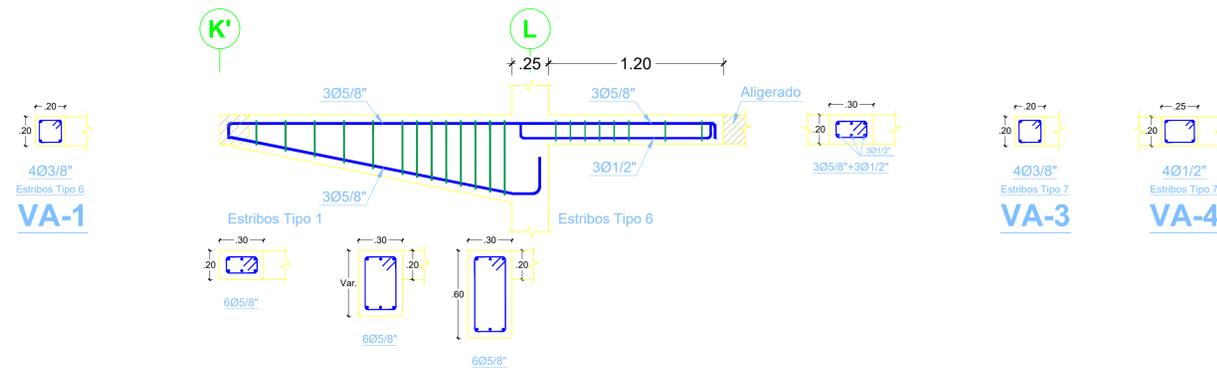
VIGA VP-409 (.25x.40), CONTINUACIÓN



VIGA VP-410 (.25x.40)



VIGA VP-410 (.25x.40), CONTINUACIÓN

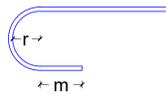


VA-2 (.30xVar.) (.30x.20)

DETALLE DE VIGAS SECUNDARIAS

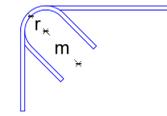
ESC: 1/25

CUADRO DE ESTRIBOS PARA VIGAS		
TIPO	ACERO	DISTRIBUCIÓN
1	3/8"	1 @ 0.05; 7@ 0.10; Rto @ 0.20 Vol.
2	3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; Rto @ 0.15 C/E.
3	3/8"	1 @ 0.05; Rto @ 0.25 C/E
4	3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; 4@ 0.15; Rto @ 0.25 C/E
5	3/8"	1 @ 0.05; 8@ 0.10; Rto @ 0.20 C/E
6	6mm	1 @ 0.05; 5@ 0.10; Rto @ 0.25 Vol.
7	6mm	1 @ 0.05; 5@ 0.10; Rto @ 0.25 C/E



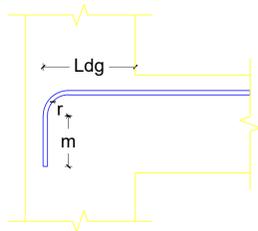
DOBLEZ 180°

Ø	db (cm)	r (cm)	m (cm)
6 mm	0.60	2.00	6.50
3/8"	0.95	3.00	6.50
1/2"	1.27	4.00	6.50
5/8"	1.59	5.00	6.50
3/4"	1.91	6.00	8.00
1"	2.54	8.00	11.00



DOBLEZ 135°
ESTRIBOS

Ø	db (cm)	r (cm)	m (cm)
6 mm	0.60	1.25	5.00
3/8"	0.95	2.00	8.00
1/2"	1.27	2.50	11.00
5/8"	1.59	3.25	13.00

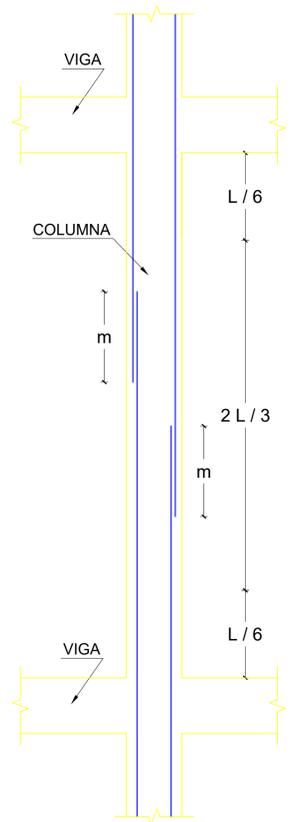


DOBLEZ 90° & Ldg

Ø	db (cm)	r (cm)	m (cm)	Ldg (cm)
6 mm	0.60	2.00	8.00	15.00
3/8"	0.95	3.00	12.00	21.00
1/2"	1.27	4.00	16.00	28.00
5/8"	1.59	5.00	19.00	35.00
3/4"	1.91	6.00	23.00	42.00
1"	2.54	8.00	31.00	56.00

GANCHOS ESTÁNDAR

BARRAS LONGITUDINALES Y ESTRIBOS
S/E



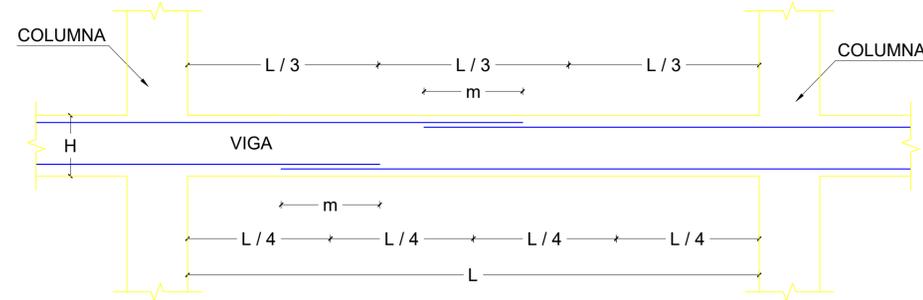
VALORES DE "m"	
Ø	m (cm)
6 mm	30.00
3/8"	45.00
1/2"	60.00
5/8"	75.00
3/4"	90.00
1"	150.00

NOTA:

- No empalmar más del 50% del área total de acero en una misma sección.
- Los empalmes se harán fuera de las zonas de confinamiento.
- En placas se prohíbe el empalme de barras en el primer entrepiso.
- Para el escalonamiento de empalmes, estos no deben empezarse en la misma sección donde terminan los anteriores.
- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes indicados, aumentar la longitud de empalme en un 30% o consultar al proyectista.
- Cuando ocurra un cambio de refuerzo entre niveles, se permite que se haga el empalme en el entrepiso inferior a donde se indica el cambio, en las ubicaciones aquí indicadas usando la longitud de empalme de la barra de mayor diámetro.

EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS Y PLACAS

S/E



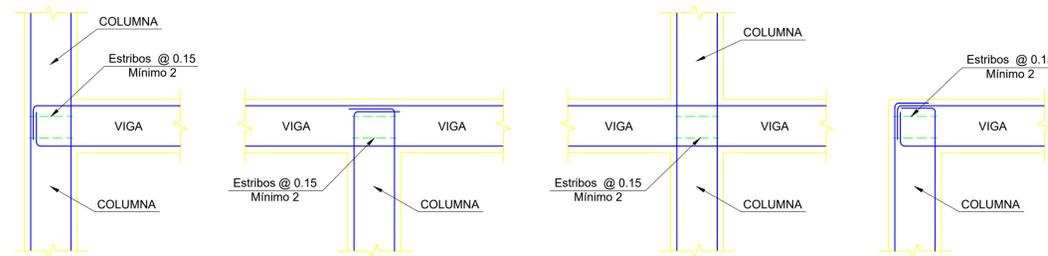
Ø	VALORES DE "m"		
	Refuerzo Inferior	Refuerzo Superior	
	H cualquiera	H ≤ 30 cm	H > 30 cm
6 mm	30.00	30.00	30.00
3/8"	35.00	35.00	45.00
1/2"	45.00	45.00	60.00
5/8"	60.00	60.00	75.00
3/4"	70.00	70.00	90.00
1"	115.00	115.00	150.00

NOTAS:

- No empalmar más del 50% del área total de acero en una misma sección.
- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas o con los porcentajes indicados, aumentar la longitud de empalme en un 30% o consultar al proyectista.
- Para aligerados y vigas tipo VA el acero inferior se puede empalmar en los apoyos, para el resto de vigas no se permitirán empalmes en esta ubicación.
- En caso de empalmarse barras de diferente tamaño, usar la longitud de empalme de la barra de mayor diámetro.
- Para losas y vigas de cimentación, las indicaciones y la ubicación de los empalmes del refuerzo superior e inferior deben intercambiarse.

EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS Y LOSAS

S/E



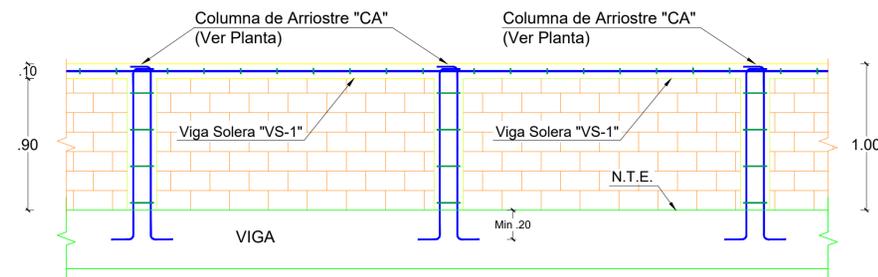
NOTAS:

- Cuando las barras terminen en ganchos, éstos deberán estar orientados hacia el interior del nudo.
- El diámetro de los estribos será igual al de los estribos de la columna.
- Aplica también a los elementos de borde de placas.

DETALLE DE ENCUENTRO VIGA - COLUMNA

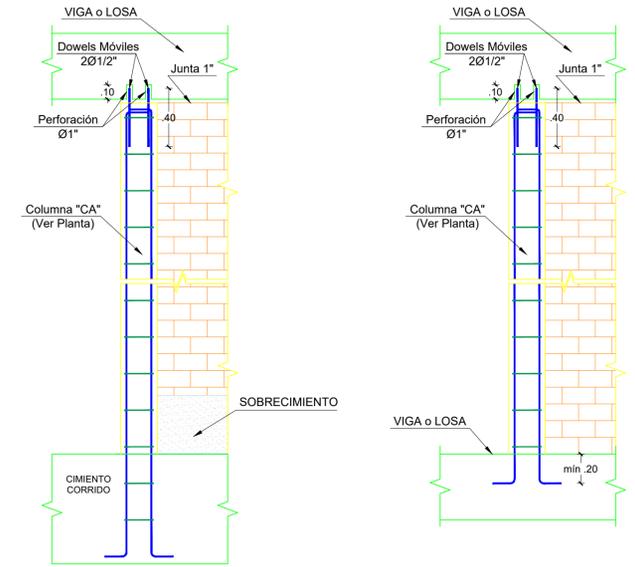
SISTEMA APORTICADO

S/E



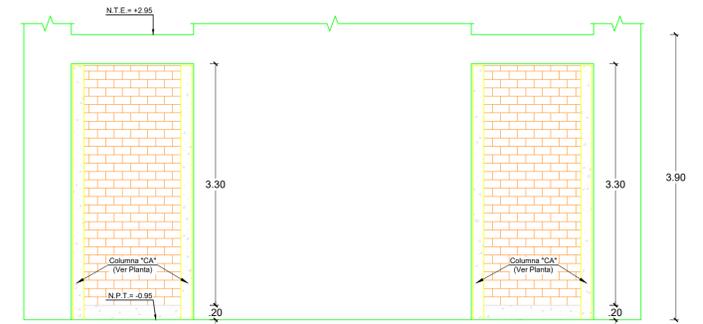
DETALLE DE PARAPETOS EN TECHO DE 4° NIVEL

S/E



DETALLE DE ANCLAJE SUPERIOR EN COLUMNAS DE ARRIOSTRE

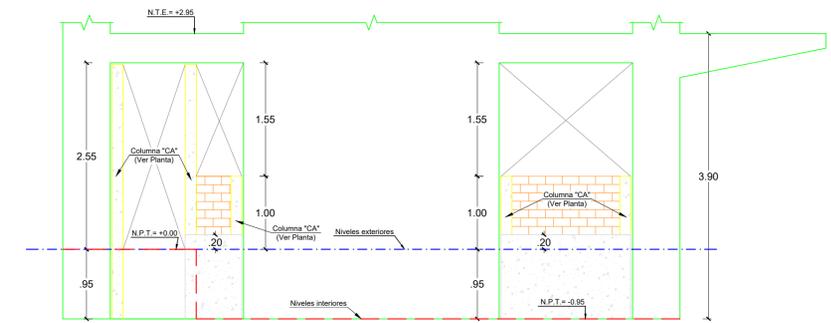
S/E



DETALLE DE TABIQUERÍA EN EJE 1

1° NIVEL

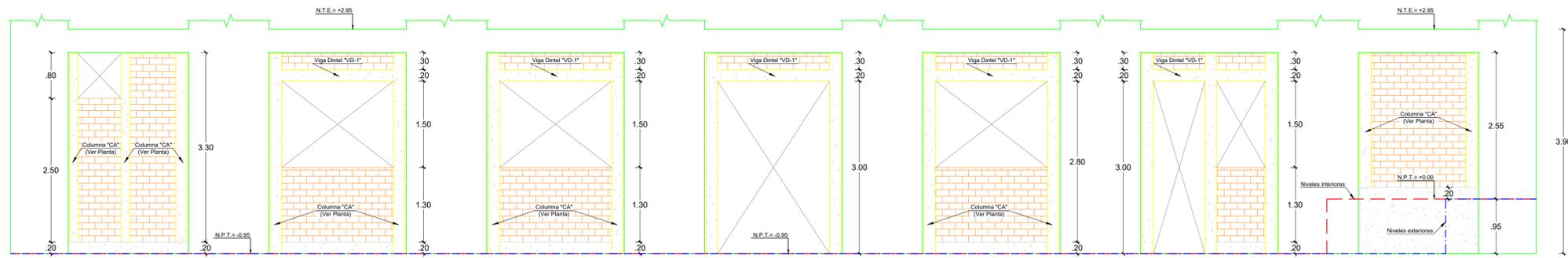
ESCALA: 1/50



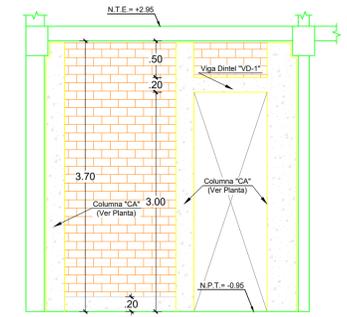
DETALLE DE TABIQUERÍA EN EJE 8

1° NIVEL

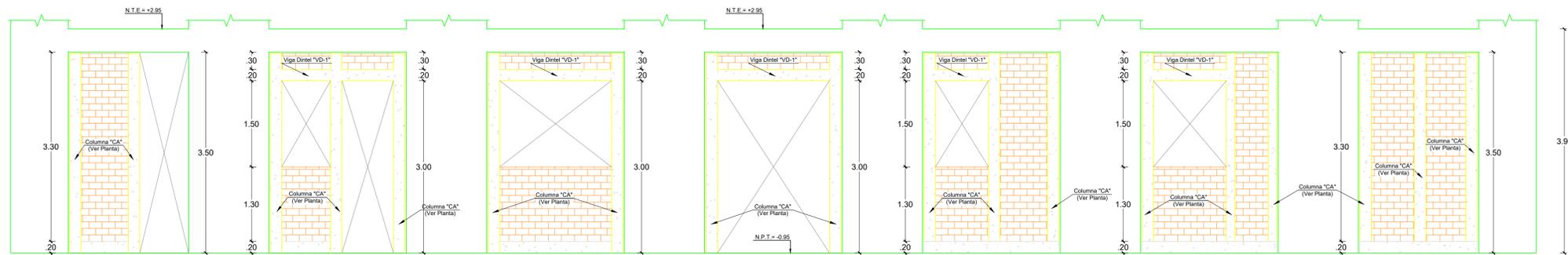
ESCALA: 1/50



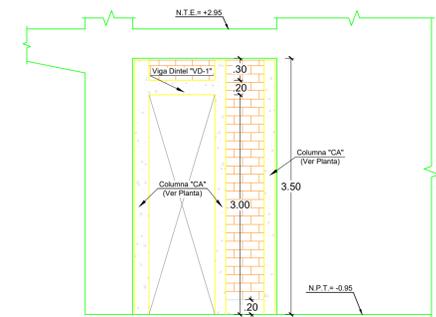
DETALLE DE TABIQUERÍA EN EJE M, 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



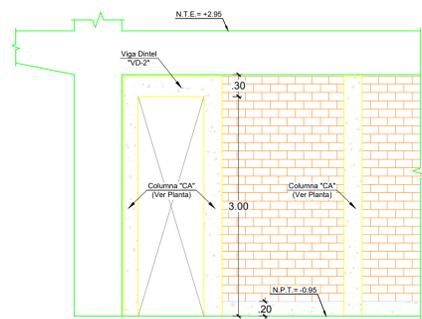
DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A ALMACÉN, 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



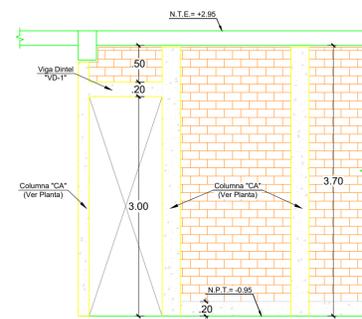
DETALLE DE TABIQUERÍA EN EJE L, 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



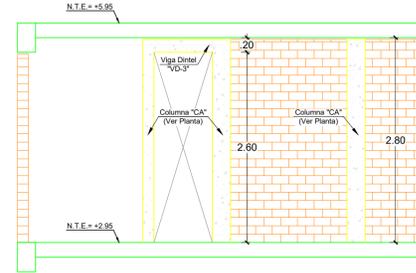
DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A ZONA DE SERVICIO EJE 7, 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



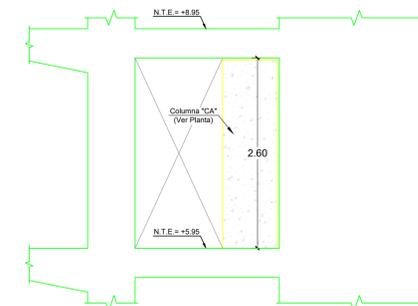
DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A COCINA EJE 6, 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



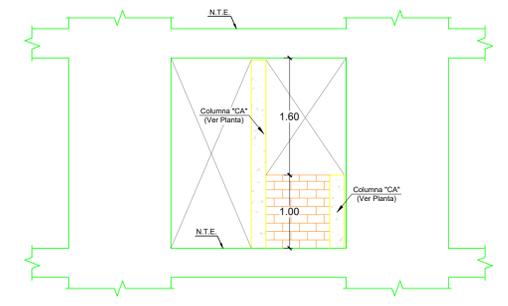
DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A DEPÓSITO S.U.M. 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A DEPÓSITO LABORATORIOS, 2° NIVEL
ESCALA: 1/50



DETALLE DE TABIQUERÍA EN INGRESO A DEPÓSITO DE TALLER EJE 7, 3° NIVEL
ESCALA: 1/50



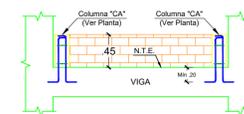
DETALLE DE TÍPICO DE TABIQUERÍA EN EJE L DEL 2°, 3° & 4° NIVEL
ESCALA: 1/50

LEYENDA DE ABREVIACIONES

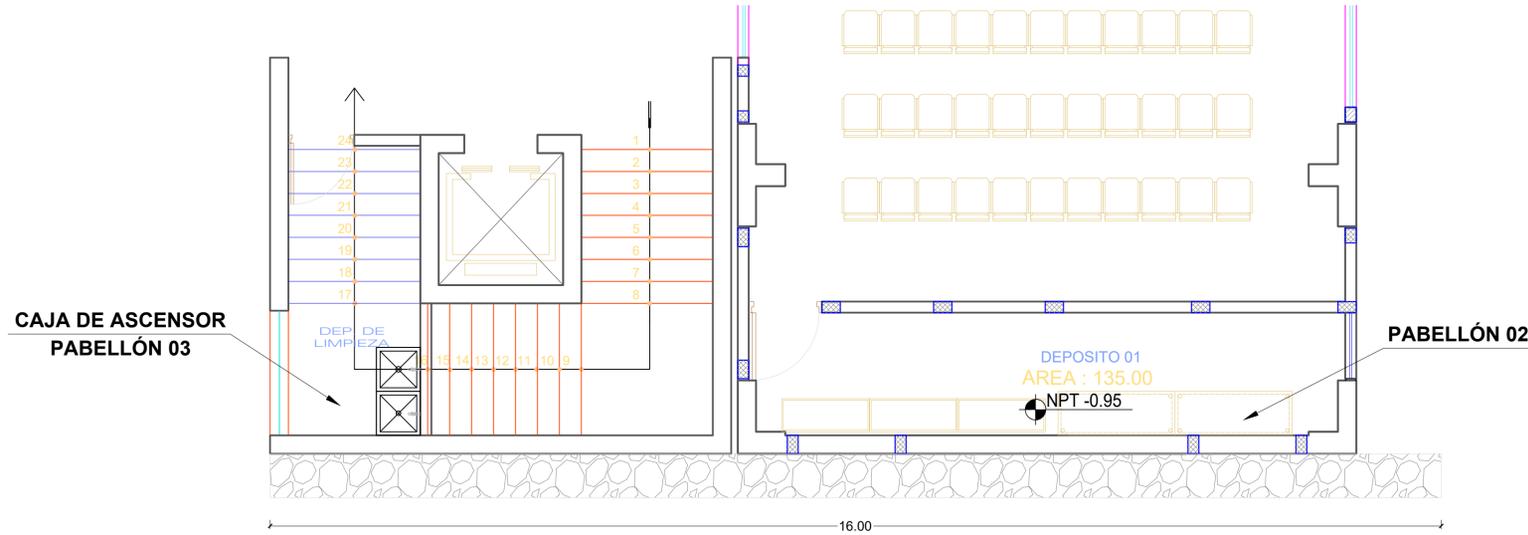
N.P.T. = Nivel de Piso Terminado
N.T.E. = Nivel de Techo Estructural

NOTAS

Todas las juntas de tabiquería serán de 1" de tecnopor con sellante elastomérico.
Ver detalle de anclaje inferior y superior de columnas de arrioste.



DETALLE DE TÍPICO DE TABIQUERÍA EN EJE M DEL 2°, 3° & 4° NIVEL
ESCALA: 1/50



PLANIMETRÍA CALZADURAS
ESC: 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE
Calzaduras:
 $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ de P.G. (máx 8")}$

NORMAS UTILIZADAS
E.020 Cargas 2006
E.050 Suelos y Cimentaciones 2018
E.060 Concreto Armado 2009

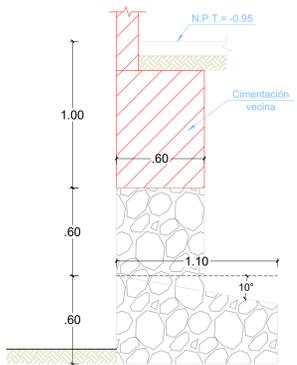
RESUMEN ESTUDIO DE SUELOS

PARÁMETROS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN:

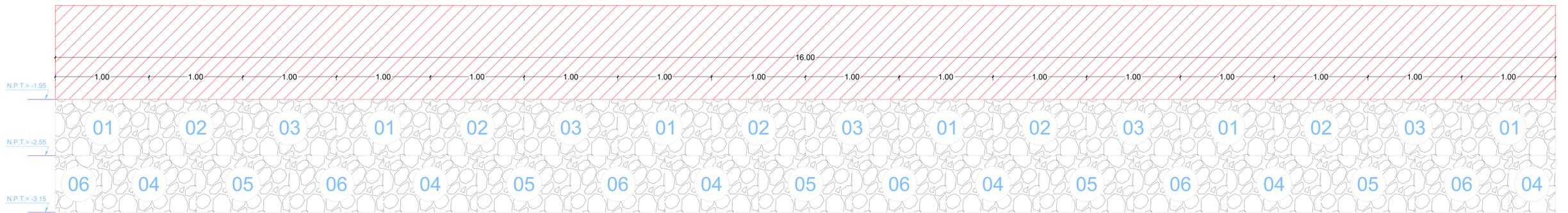
- Tipo de Suelo: Arena mal graduada con limo y grava (SP-SM)
- Peso unitario: 1.095 g/cm^3
- Ángulo de rozamiento interno: 35.00°
- Cohesión: 0.00 kgf/cm^2

PROPIEDADES PARA CIMENTOS:

- Profundidad de cimentación mínima: 1.60 m
- Capacidad portante admisible: 1.74 kgf/cm^2



CORTE TÍPICO



ELEVACIÓN FRONTAL - SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN

DETALLE DE CALZADURAS
ESC: 1/25

		GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA	
		GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	
PROPIETARIO: MINISTERIO DE EDUCACIÓN		ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	
UBICACIÓN: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 41037 JOSÉ GALVEZ DEL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE AREQUIPA - AREQUIPA, CUI: CODIGO SINP 362205		PLANO:	
PLANO: DETALLE DE CALZADURAS - PABELLONES 02 Y 03		E-28a	
DISEÑO: SGFFP: GRUGRA		ESCALA: Indicada	
DEJAO: SGFFP: GRUGRA		FECHA: Julio 2020	