



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, La Esperanza,

Trujillo

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Gutierrez Mendoza, Cesar Alexander ([orcid.org/0000-0002-4729-446X](https://orcid.org/0000-0002-4729-446X))

Villacorta Olivares, Denilson ([orcid.org/0000-0001-6182-0721](https://orcid.org/0000-0001-6182-0721))

**ASESOR:**

MSc. Ing. Noriega Vidal, Eduardo Manuel ([orcid.org/0000-0001-7674-7125](https://orcid.org/0000-0001-7674-7125))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios que con su gracia y sabiduría pudo guiarnos a través de todo este proceso así mismo agradecemos de todo corazón a nuestros padres que sin ellos no sería posible todo esto, a nuestras familias que son parte importante y fundamental para seguir esforzándonos día tras día.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar de la compañía de nuestras familias, gracias a nuestros padres por apoyarnos en cada decisión que tomamos, gracias a nuestros amigos que con el caluroso apoyo incondicional pudimos lograrlo, no ha sido sencillo el camino hasta el momento, pero gracias a su aporte, su cariño y su apoyo logramos completar esta meta. Agradecemos a nuestro asesor MSc. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal, por guiarnos y apoyarnos en el desarrollo de esta investigación. Les agradecemos, y hacemos presente el afecto hacia ustedes.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo, NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA YARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, la Esperanza, Trujillo", cuyos autores son VILLACORTAOOLIVARES DENILSON, GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 07 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL <b>DNI:</b> 43236142 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7674-7125	Firmado electrónicamente por: ENORIEGAVI el 17-11- 2023 19:51:53

Código documento Trilce: TRI - 0653292



## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES

Nosotros, VILLACORTA OLIVARES DENILSON, GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, la Esperanza, Trujillo", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CESAR ALEXANDER GUTIERREZ MENDOZA <b>DNI:</b> 72157515 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4729-446X	Firmado electrónicamente por: CGUTIERREZMEN el 07-11-2023 19:12:16
DENILSON VILLACORTA OLIVARES <b>DNI:</b> 76382786 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6182-0721	Firmado electrónicamente por: DVILLACORTAO el 07- 11-2023 19:12:35

Código documento Trilce: TRI - 0653294

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimiento .....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos .....	29
IV. RESULTADOS .....	30
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXO.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M1 XX.....	30
Tabla 2. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M1 YY.....	31
Tabla 3. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M2 XX.....	33
Tabla 4. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M2 YY.....	35
Tabla 5. Resumen de registro de curva demanda capacidad .....	37
Tabla 6. Registro de rótulas plásticas – ANLE M1 XX. ....	38
Tabla 7. Registro de rótulas plásticas – ANLE M1 YY. ....	39
Tabla 8. Registro de rótulas plásticas - ANLE M2 XX. ....	42
Tabla 9. Registro de rótulas plásticas - ANLE M2 YY. ....	44
Tabla 10. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE XX.....	46
Tabla 11. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M1 YY.....	46
Tabla 12. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M2 XX.....	47
Tabla 13. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M2 YY.....	47
Tabla 14. Resumen de puntos de desempeño dirección X. ....	48
Tabla 15. Resumen de puntos de desempeño dirección Y. ....	48
Tabla 16. Matriz de operacionalización de variables.....	63
Tabla 17. Matriz de consistencia. ....	64
Tabla 18. Formato de guía de observación sobre datos generales de la edificación. ....	67
Tabla 19. Formato de guía de observación de los parámetros sísmicos (NTP E.030). ....	67
Tabla 20. Formato de guía de observación de los parámetros de carga (NTP E.020). ....	68
Tabla 21. Ficha resumen de obtención de investigaciones.....	68
Tabla 22. Formato de ficha de recolección de datos sobre desplazamiento vs cortante basal.....	69
Tabla 23. Formato de ficha de recolección de datos sobre estado límite de rotación de las rótulas plásticas. ....	69
Tabla 24. Formato de ficha de recolección de datos sobre resumen de desempeño estructural. ....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento análisis lineal y no lineal. ....	9
Figura 2. La no linealidad del material.....	10
Figura 3. La no linealidad geométrica. ....	11
Figura 4. Procedimiento de Análisis no lineal estático. ....	12
Figura 5. Modelo de elastoplástico con endurecimiento por deformación – Acero de refuerzo. ....	13
Figura 6. Modelo de Esfuerzo – Deformación para concreto sin confinar. ....	13
Figura 7. Modelo de Esfuerzo – Deformación para concreto confinado. ....	14
Figura 8. Curva de capacidad. ....	15
Figura 9. Diagrama simplificado de momento – rotación. ....	15
Figura 10. Comportamiento de rótula plástica y su reducción de capacidad. ....	16
Figura 11. Diagrama de momento – curvatura, vigas.....	17
Figura 12. <i>Diagrama de momento – curvatura, columnas</i> .....	17
Figura 13. Criterio de aceptación de deformación de componentes o elementos.	18
Figura 14. Resumen Niveles de Desempeño. ....	18
Figura 15. Criterios de aceptación en curva de capacidad por ATC – 40. ....	19
Figura 16. Criterios de aceptación en curva de capacidad por SEAOC Vision 2000. ....	20
Figura 17. Diagrama de diseño de investigación.....	21
Figura 18. Categoría de las variables.....	21
Figura 19. Vista de facha actual de vivienda.....	23
Figura 20. Vista en elevación de propuesta de diseño de vivienda.....	24
Figura 21. Ubicación referencial de la muestra. ....	25
Figura 22. Ubicación de la muestra y de EMS de Expediente Técnico. ....	28
Figura 23. Curva demanda capacidad – ANLE M1 XX. ....	31
Figura 24. Curva demanda capacidad – ANLE M1 YY. ....	33
Figura 25. Curva demanda capacidad – ANLE M2 XX. ....	35
Figura 26. Curva demanda capacidad – ANLE M2 YY. ....	37
Figura 27. Registro de rótulas plásticas en el Step 16 – ANLE M1 XX. ....	39
Figura 28. Registro de rótulas plásticas en Step 38 – ANLE M1 YY. ....	41

Figura 29. Registro de rótulas plásticas en el Step 26 - ANLE M2 XX.....	43
Figura 30. Registro de rótulas plásticas en Step 23 - ANLE M2 YY.....	45
Figura 31. Matriz de evaluación y validación de experto N°1.....	70
Figura 32. Matriz de evaluación y validación de experto N°2.....	71
Figura 33. Matriz de evaluación y validación de experto N°3.....	72
Figura 34. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 XX.....	73
Figura 35. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 XX.....	74
Figura 36. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M1 XX.....	75
Figura 37. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M1 XX.....	76
Figura 38. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 YY.....	77
Figura 39. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 YY.....	78
Figura 40. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M1 YY.....	79
Figura 41. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M1 YY.....	80
Figura 42. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 XX.....	81
Figura 43. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 XX.....	82
Figura 44. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M2 XX.....	83
Figura 45. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M2 XX.....	84
Figura 46. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 YY.....	85
Figura 47. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 YY.....	85

Figura 48. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M2 YY.....	87
Figura 49. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M2 YY.....	88

## RESUMEN

El objetivo general de la investigación es estimar el comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, así mismo, el tipo de investigación será aplicada y el diseño de la misma será no experimental de carácter descriptivo, en el cual propondremos una vivienda multifamiliar ubicado en Mz 2, Lt 19, Sector Jerusalén, Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo, la Libertad, en la cual se dividió la estructura en dos módulos; encontrando así que el punto de desempeño máximo se encuentra en seguridad de vida para un sismo con tiempo de retorno de 72 años en dirección al eje X y funcional en dirección al eje Y, para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años se encontraron en estado de colapso en ambas direcciones de análisis, así mismo se determinó que los módulos 1 y 2, no pudieron sobrepasar una resistencia de 656.3224 tonf en la curva demanda capacidad en la dirección X, ni 1023.7692 tonf en la dirección Y, siendo en este sentido donde se desarrollan mayor cantidad de esfuerzos internos en los elementos estructurales, generándose una mayor concentración de rótulas plásticas en vigas, siendo acorde a la filosofía del ACE 41-13 y FEMA 440.

**Palabras claves:** Comportamiento sísmico, Análisis no lineal, Estructura.

## ABSTRACT

The general objective of the research is to estimate the seismic behavior through the static nonlinear analysis of an 8-level structure. Additionally, the research type will be applied, and its design will be non-experimental of a descriptive nature, in which we will purpose a multi-family housing located in Mz. 2, Lot 19, Jerusalén Sector, District of la Esperanza, Province of Trujillo, la Libertad. The structure was divided into two modules, revealing that the point of maximum performance is in life safety for a seismic event with a return period of 72 years in the X-axis direction and functional for events with return periods of 450 and 975 years in the Y-axis direction. Both modules were found to be in a state of collapse in both analysis directions for the latter return periods. It was also determined that modules 1 and 2 could not exceed a resistance of 656.3224 tonf in the demand capacity curve in the X-axis direction, nor 1023.7692 tonf in the Y-axis direction. This is where the highest concentration of internal forces in the structural elements occurs, leading to a greater development of plastic hinges in beams, in accordance with the ACE 41-13 and FEMA 440 philosophy.

**Keywords:** Seismic behavior, Nonlinear análisis Structure.

## I. INTRODUCCIÓN

El continente americano, se encuentra en contacto con el Cinturón de Fuego del pacífico, el cual es la zona con mayores registros de terremotos, debido a que, en esta inmensa franja de lava, se concentra el noventa por ciento de los movimientos de masa de tierra según (Geyer, 2020) y un ochenta según (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2023). Debido a la interacción entre la placa de Nazca y del Continental, que son cuerpos con gran concentración de masa de tierra, se produce energía por la fricción y por el efecto del desgaste de los materiales que componen las placas, se genera la ruptura de la misma, liberándose en energía y generando estos desastres llamados sismos según el INDECI a través del (Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, 2020). Es por ello, que los sismos son desastres naturales que siempre han estado presentes a lo largo del tiempo, en nuestro territorio peruano y que han generado la incertidumbre, pánico y miedo, debido a la serie de casos de colapsos y daños a las diferentes estructuras y pérdidas humanas que ha provocado consigo estos movimientos telúricos. Por tal razón, el ser humano ha buscado la manera de estudiar, analizar y obtener valores reales del comportamiento de las estructuras frente a las fuerzas producidas por los sismos.

El Perú al contar con la normativa técnica NTE.030 - 2018, es un gran alivio para los profesionales, ya que se guían de esta para realizar sus respectivos análisis de las estructuras a diseñar. Sin embargo, el problema presente en el área profesional es que, si bien es cierto existe una norma que nos avala para el análisis respectivo, estos criterios generan resultados un poco lejos de la realidad. Esto es debido a que según (Muñoz, 2020) nos menciona que la naturaleza de los sismos es aleatoria e impredecible, en el cual las estructuras diseñadas acorde a la norma, no necesariamente garantizan un buen comportamiento. Por ende, las edificaciones son modeladas en el rango elástico, en ese sentido los resultados como deformaciones angulares y desplazamiento que se calculan en el rango elástico lineal del material de la estructura, se incursionan al rango no lineal a través de coeficientes mencionados en la NTE. 030 – 2018 según (Ministerio de Vivienda, 2018). Sin embargo, ponen como criterio opcional el análisis no lineal y esto es un gran problema, ya que según

(La Rosa, y otros, 2019) comenta que la mayor parte de las edificaciones por tener una arquitectura compleja se comportan en el estado no lineal, ante un movimiento telúrico. Es por ello que el análisis no lineal estático se está usando como un método alternativo para obtener resultados más exactos a la realidad, en comparación a los métodos tradicionales.

En Cusco, (Lloclle, 2021) empleó el programa “SAP 2000” para obtener la estimación sísmica por el método Pushover, utilizando el espectro establecido en la norma FEMA-440, teniendo como finalidad encontrar registro del comportamiento estructural bajo el efecto de un sismo. Se analizó un bloque que constituye parte de un colegio, el cual fue elegido como su muestra, ubicado en la ciudad de Espinar. Además, aplicando los diferentes niveles de intensidad de diseño como: el de servicio, el de máximo y el de diseño, pudo encontrar el comportamiento estructural.

En Turquía, (Cosgun, y otros, 2023), nos plantea que para establecer un diagnóstico de reparación y mantenimiento de estructuras antiguas es necesario realizarle un estudio sísmico. Todo esto consta de tres etapas importantes, exámenes en el sitio, prácticas de restauración y estudios sísmicos; por todo esto, podemos decir que requiere de un enfoque multidisciplinario, así mismo se realizó mecanismos de falla para la estructura después de la restauración, a los cuales los resultados indicaron que, para la estructura modelada cumple con los parámetros de su resistencia al corte para sismos DD3 y DD2.

En Ayacucho, (Condori, 2022) en su estudio, utilizó el programa DIANA FEA en su versión 10.5, para el respectivo análisis, así como el estudio de la materia prima que conforma la estructura. Entre los resultados se halló que los desplazamientos máximos en dicha estructura antigua variaron entre los ochenta y seis milésimos de cm a dos puntos noventa y dos centésimos de cm, en donde los factores de cargas obtenidos en el respectivo análisis son menores a (25/100 g), lo cual indica que la estructura es vulnerable. Es por ello que se optó por la incorporación de muros de contrafuerte como propuesta de refuerzo. Siendo este una gran decisión en donde la curva de capacidad global, aumentó a (33/10 g) como su factor de carga, disminuyendo el desplazamiento a sesenta y dos milésimos de cm.

En Chiclayo, (Chuquicahua, 2020) en su respectiva investigación, tuvo como objetivo en pronosticar el comportamiento de la estructura con mecanismos de disipadores tipo SLB. Utilizando el programa SAP 2000 para su respectivo análisis, así como otros estudios esenciales. Entre los resultados se observó que la estructura es regular con deformaciones angulares máximos a 0.0068. Además, en ambos métodos de análisis no lineal, la dirección “Y” no cumplió con el sismo de diseño, en donde su desempeño no cumplió con los parámetros mínimos. Además de que el método estático del rango no lineal es más conservador en sus resultados en comparación al análisis dinámico del rango no lineal. Por consiguiente, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo es la estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles?

El presente estudio se justifica de manera general, en conocer el comportamiento de la estructura, más allá del rango elástico, la misma que permitirá generar nuevos estudios, teniendo como base el análisis no lineal. También se justifica de manera teórica, con el propósito de aportar a los estudiantes el conocimiento del análisis no lineal estático e incentivar a los profesionales, en establecer de manera obligatoria el método no lineal en la norma correspondiente al análisis sismorresistente del Perú. Además, se justifica de manera práctica, porque existe la necesidad de tener resultados más reales del comportamiento de la estructura, a través de programas estructurales, la misma que busca disminuir el tiempo de cálculo. Por último, se justifica de manera metodológica, porque utilizaremos como guía las normas ASCE 41.13 y FEMA 440 para poder realizar el análisis respectivo.

En este estudio, se planteó como objetivo principal estimar comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, la Esperanza, Trujillo. Como objetivos específicos se planteó en determinar la curva de demanda capacidad de la vivienda multifamiliar de 8 niveles mediante el análisis no lineal estático; determinar el estado límite de rotación de las rótulas plásticas mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles y estimar el punto del comportamiento sísmico

de la vivienda multifamiliar de 8 niveles para los diferentes niveles de peligro sísmico aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440.

En el presente estudio por ser no experimental de carácter descriptivo, nos planteamos la siguiente hipótesis: Mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles se podría estimar el comportamiento sísmico.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para un estudio, es necesario contar con antecedentes relacionados a las variables, para poder realizar las discusiones correspondientes. Es por ello que a continuación se presentarán los antecedentes a nivel local, nacional e internacional respectivamente.

Primeramente, presentamos a los antecedentes a nivel local, las cuales son:

**“Análisis estático no lineal y desempeño sísmico de los módulos V y VI de la I.E. Hermanos Blanco - Trujillo 2021”**

(Cisneros de la Cruz, y otros, 2021) aplicaron el método estático no lineal y desempeño sísmico para estimar el comportamiento de las estructuras frente a los movimientos telúricos, utilizando el programa de cálculo Etabs. Se basaron en los parámetros sísmicos del reglamento técnico peruano y normas internacionales. Primero, se realizó un análisis acuerdo a los métodos establecidos en el RNE, luego se realizó un análisis no lineal, utilizando el método pushover para obtener el puntaje de rendimiento y, finalmente, se encontraron los puntajes del rendimiento en los módulos analizados.

**“Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región La Libertad, 2018”**

(Tocto, 2018) planteó una estructura con aislamiento sísmico para precisar el comportamiento de la estructura planteada de hormigón armado, donde logró obtener propiedades plásticas y el comportamiento para las distintas categorías de sismicidad, a través del análisis inelástico. También enfatizó la importancia de la investigación porque permite discernir la naturaleza de la estructura en comparación con los métodos tradicionales. Además, permite comprender el comportamiento de cada parte estructural y así fortalecer los elementos necesarios para proteger y salvaguardar las vidas de las personas y reducir el daño económico.

**“Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de 14 niveles mediante análisis estático no lineal “pushover”, Trujillo 2020”**

(Paredes, 2020) argumentó que su investigación no fue experimental, ya que se utilizó bases teóricas para realizar el estudio, en vez de la aplicación de instrumentos de laboratorios, cuyo medio fueron las fichas de recolección de datos y los resultados proporcionados por el software estructural. Se precisó la deriva máxima de "X" e "Y", en donde la estructura muestra un mejor rendimiento en la dirección X. Además, determinó el gráfico de capacidad del edificio, entre otros resultados según los objetivos establecidos y las normas internacionales que se utilizaron.

Por otro lado, presentamos a los antecedentes a nivel nacional, las cuales son:

**“Estabilidad sísmica de una edificación de 8 pisos con Sistema Dual aplicando diseño por desempeño, San Martín de Porres 2019”**

(Porras, 2019) realizó un proyecto de investigación de diseño de desempeño para discernir el equilibrio de un edificio de 8 pisos sistema combinada y aporticada. También determinó la necesidad de realizar cambios estructurales. La aplicación de todo esto se apoyó en la utilización de un programa estructural, donde se pudo obtener los resultados, lo que simboliza que el comportamiento de la edificación cumplía en ambas direcciones de análisis, discerniendo además que los sistemas estructurales establecidos eran los adecuados.

**“Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017 -2018 en la ciudad de Cajamarca”**

(Saldaña, 2020) se verificó el comportamiento sísmico que cumple con los requerimientos sísmicos esperados mediante el análisis de cinco edificaciones con diferentes estructuras utilizando los espectros de la capacidad como metodología, el cual permitió determinar el desempeño en cada nivel. El investigador se apoyó en la herramienta de cálculo Etabs, para obtener resultados de curvas de capacidad utilizando el procedimiento de empuje inelástico.

**“Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020”**

(Tinipuclla, 2020) expresa que se utiliza una técnica de análisis no lineal para analizar las fuerzas de arrastre de una estructura mediante el método empuje inelástico en la estructura. Esto da como resultado un estado no lineal con el fin de determinar los niveles de rendimiento durante la carga sísmica. El investigador nos comenta sobre la aplicación del estudio presentado, ya que la esquematización de la estructura se evaluará frente a los estándares de las normas de construcción nacional. También explica los detalles del análisis mencionado.

Por último, presentamos a los antecedentes a nivel internacional, las cuales son:

**“Importancia del análisis por desempeño en el proceso de diseño de un edificio de hormigón armado para uso educativo, ubicado en la ciudad de Cuenca-Ecuador”**

En Ecuador, (Cabrera, y otros, 2020) analizaron la importancia del análisis del comportamiento en la estructura de un edificio. En donde utilizaron las normas actuales de su país y la norma extranjera del método no lineal estático. Con ayuda del programa Etabs se pudo estimar que el coeficiente R (Coeficiente de reducción sísmica) calculado, igual a 6.14, lo cual es menor que 8, determinando que la estructura no cumplía en el diseño. Posteriormente propuso la misma estructura con muros, en ese sentido el coeficiente R aumentó a ocho punto uno, siendo este mayor que ocho, concluyendo que la estructura cumplía con la ductilidad.

**“Evaluación del comportamiento sísmico del edificio Torre Bosh mediante análisis no lineales estático y cronológicos”**

(Ramírez, 2022) nos dice que el diseño y construcción de edificaciones a través del tiempo ha representado un reto para la ingeniería , por eso que se evaluará los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar denominada TORRE BOSH, garantizando el buen funcionamiento estructural, para lo cual se consideró las normas de diseño tanto nacional como internacional, tales como la

norma sismo resistente Colombiana (NSR-10) , el American Concrete Institut (ACI-318-19) y la American Society of Civil Engeneer (ASCE-41-17).

**“Estudio comparativo del modelo de rótulas plásticas por el método de las fibras y el modelo de tablas del ASCE 41-13, aplicado al análisis no lineal del bloque A de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica”**

(Reyes, 2020) expresa que, utilizando la documentación necesaria de las normas norteamericanas, se desarrolló el modelado estructural de edificios utilizando el software Etabs 2016, donde se tomaron en cuenta consideraciones lineales y no lineales.

Sin embargo, para realizar esta investigación propuesta, es necesario entender por principios teóricos relacionados al tema establecido. Dicho de esta manera, comenzaremos a explicar los conceptos importantes para realizar este estudio.

El análisis estructural, es una ciencia que calcula valores del comportamiento de la estructura para que sean óptimas, tanto en el ámbito económico como en la seguridad. Este tema mencionado se divide en un rango lineal y no lineal según (Estrada Arana, y otros, 2019). También, es el procedimiento en el cual se obtienen solicitudes debido a las cargas actuantes presente en una estructura según (Avalos, 2020). Con esto quiere decir, que existe un análisis en el rango lineal y otra en el rango no lineal.

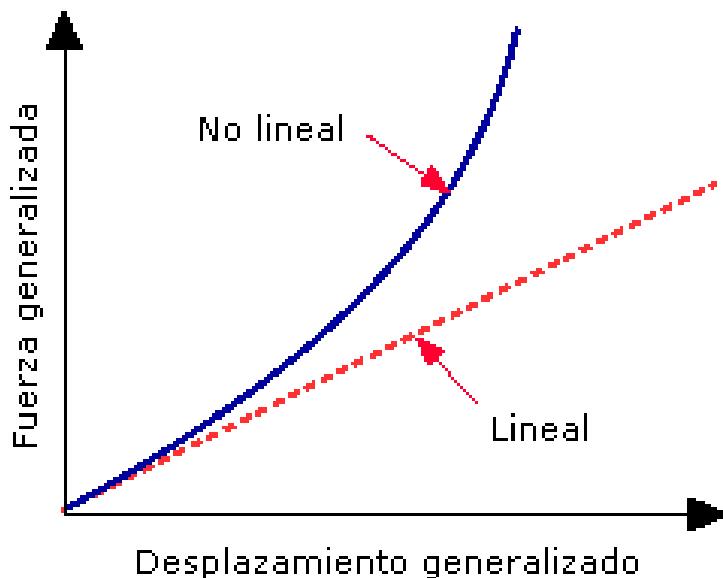
En relación al análisis lineal, se refiere aquel análisis en donde los resultados son inmediatamente proporcionales a las fuerzas aplicadas. Asimismo, las propiedades de las estructuras son constantes o no tienen una variación con respecto al tiempo según (CHAVES TRIGOSO, J., et al, citado por Vega Rivera, 2021). Esto es porque sus resultados están relacionados con la ley de Hooke.

En relación al análisis no lineal, se refiere aquel análisis en donde los resultados pueden ser no proporcionales a las fuerzas aplicadas. Asimismo, las propiedades de las estructuras no son constantes y pueden tener una variación con respecto al tiempo. De esta manera se descarta el principio de superposición según (CHAVES TRIGOSO, J., et al, citado por Vega Rivera, 2021).

En la normativa sismorresistente en el Perú, los elementos estructurales que conforman una edificación, se analizan en el rango lineal. Esto es debido a que la mayoría de las edificaciones existentes son de poca altura. Sin embargo, ya se está visualizando estructuras superiores a los 15 pisos en las ciudades principales, especialmente Trujillo. Y es, en estas edificaciones la necesidad del análisis lineal y no lineal.

En particular, el análisis lineal puede ser aceptable hasta cierto punto. Pero en otras situaciones sus resultados se distorsionan de lo real, generando resultados erróneos. En este caso el análisis no lineal es lo más idóneo para poder solucionar los enigmas de los problemas lineales según (SOLIDWORKS, 2021).

Figura 1. Comportamiento análisis lineal y no lineal.



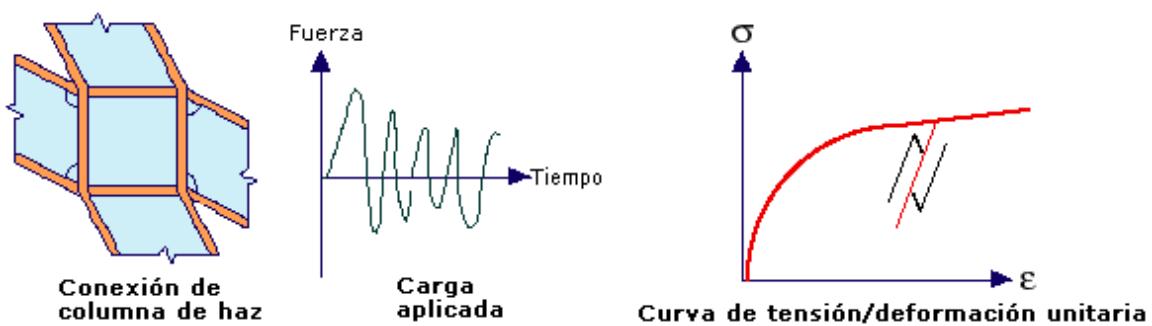
Fuente: (SOLIDWORKS, 2021).

En la figura 1, podemos observar la respuesta del análisis lineal, la cual se representa con una línea recta, con un comportamiento de manera ascendente. Con respecto a la respuesta no lineal, se representa con una línea curva, la cual es notoriamente muy diferente a la respuesta mencionada anteriormente.

Como nuestro tema se enfoca en el análisis no lineal, en ésta se observa algunos fenómenos como:

La no linealidad del material, se genera cuando los esfuerzos no están directamente relacionados a las deformaciones. En particular cuando las deformaciones son pequeñas, algunos materiales se comportan linealmente y en otros sus respuestas son no lineales. Entre las causas que se crea este comportamiento, se debe en concreto, a las cargas existentes y su duración, la temperatura, la curva de Esfuerzo - Deformación del material según (Villoldo, 2021). A continuación, se presenta un ejemplo de no linealidad del material, presentes en las uniones de vigas columnas.

Figura 2. La no linealidad del material.

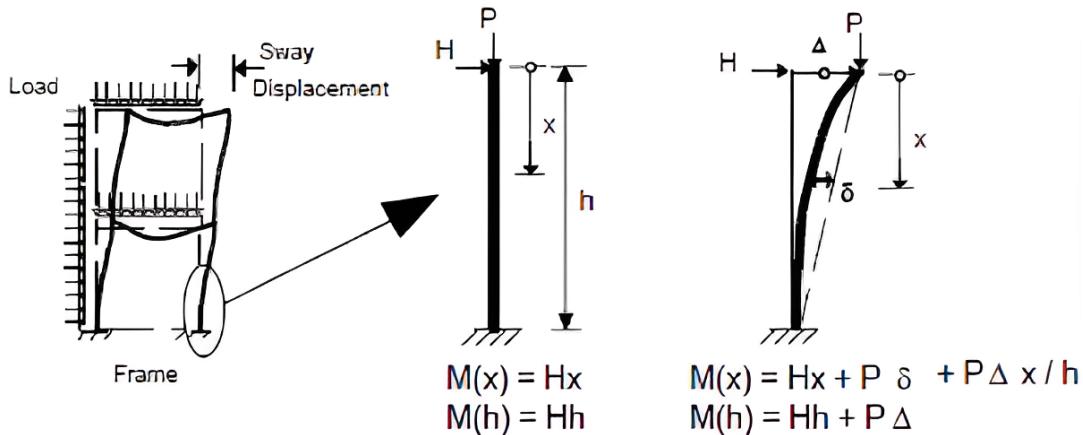


Fuente: (SOLIDWORKS, 2019).

En la figura 2, podemos observar primeramente la unión de vigas y columnas. En el cual, se le aplica una carga de sismo. Debido a esto, se puede estimar el comportamiento en la unión viga columna, a través del diagrama de curva de Esfuerzo – Deformación. En este caso se observa que la forma de la respuesta del diagrama no es lineal.

La no linealidad geométrica, se genera cuando existen desplazamientos con valores muy elevados. En donde las estructuras experimentan distorsiones en sus geometrías, generando respuestas no lineales, las cuales pueden generar cambios en la rigidez de las estructuras. Cuando los desplazamientos son pequeños, se ignora en cambio de rigidez, pero cuando exceden la relación 1/20 de la sección más larga, entonces existe no linealidad (Villoldo, 2021). A continuación, se presenta un ejemplo respecto al tema, presentes en una estructura aporticada.

Figura 3. La no linealidad geométrica.



Fuente: (Paredes, 2020).

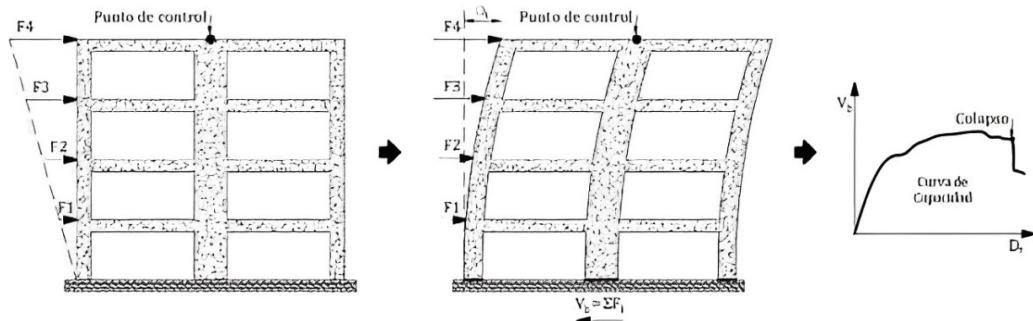
En la figura 3, podemos observar primeramente la deformada de la estructura, debido a las cargas actuantes. Posteriormente, podemos observar una parte de la estructura; una columna empotrada en uno de sus nudos, a través del diagrama de cuerpo libre. En este primer escenario, el elemento no se ha considerado su deformación y se ha calculado los momentos a una distancia “ $x$ ” y “ $h$ ”. En el segundo escenario se observa la misma columna, pero con su deformada. En este escenario, los momentos calculados a una distancia “ $x$ ” y “ $h$ ” son distintos al escenario anterior.

En conclusión, cuando no se consideran deformaciones, se suele analizar considerando el primer escenario. Sin embargo, cuando existen deformaciones muy grandes, el análisis y los resultados son muy diferentes. Es por ello, que es necesario reflexionar sobre este fenómeno.

Por otro lado, en el procedimiento estático no lineal, el modelo está sujeto al empuje de cargas laterales incrementales. Debido a éstas, se obtienen valores de desplazamientos generando la gráfica de curva capacidad, que representa la resistencia de la estructura hasta su inminente colapso. (La Rosa, y otros, 2019).

Este análisis es muy práctico para hallar las respuestas sísmicas de un modelo de estructura. Este análisis es un gran avance en el futuro de la ingeniería, ubicándose entre el análisis lineal y el dinámico no lineal. Gracias a estos ayuda a obtener el gráfico de curva de demanda capacidad (Vasus, y otros, 2019).

Figura 4. Procedimiento de Análisis no lineal estático.

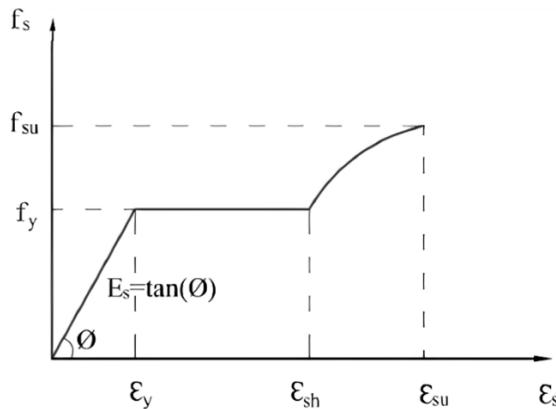


Fuente: (Diego Hoces, 2021).

Una vez comprendido estos conceptos, podemos dar el siguiente paso, que es comprender los conceptos teóricos del comportamiento de los dos materiales que componen el concreto armado, las cuales son:

En primer lugar, tenemos al acero. Se puede estimar su comportamiento, a través del diagrama de Esfuerzo – Deformación, el cual fue propuesto por Park y Paulay en 1980. En donde, según (Avalos, 2020) nos informa que este modelo de análisis, es el más aproximado a la realidad para conocer el comportamiento del acero. En el cual la zona de dureza, está establecida por el siguiente intervalo  $\varepsilon_{sh} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}$ . Además, cuenta con tres zonas en las que el acero cambia su comportamiento: en primera instancia, el material está en un estado constante. Posteriormente entra al estado de fluencia y por último se endurece para que finalmente falle, según la figura 5.

Figura 5. Modelo de elastoplástico con endurecimiento por deformación – Acero de refuerzo.

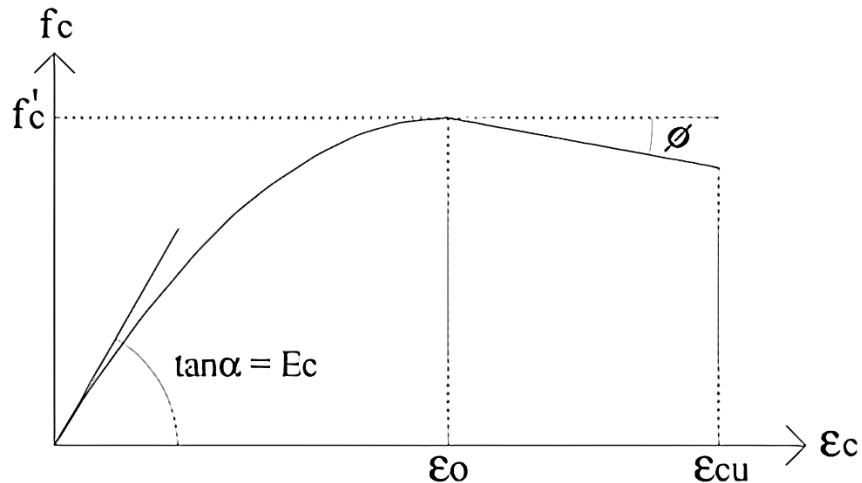


Fuente: (Poma de la Cruz, 2018).

En segundo lugar, tenemos al concreto. Se puede estimar su comportamiento, a través del diagrama de Esfuerzo – Deformación, uno para un concreto sin confinar y otros con confinamiento.

Para el modelo no confinado, según (Avalos, 2020), nos menciona que está constituida por una sola zona confinada. De este punto se determina la curva referente a Esfuerzo – Deformación sin confinamiento del concreto.

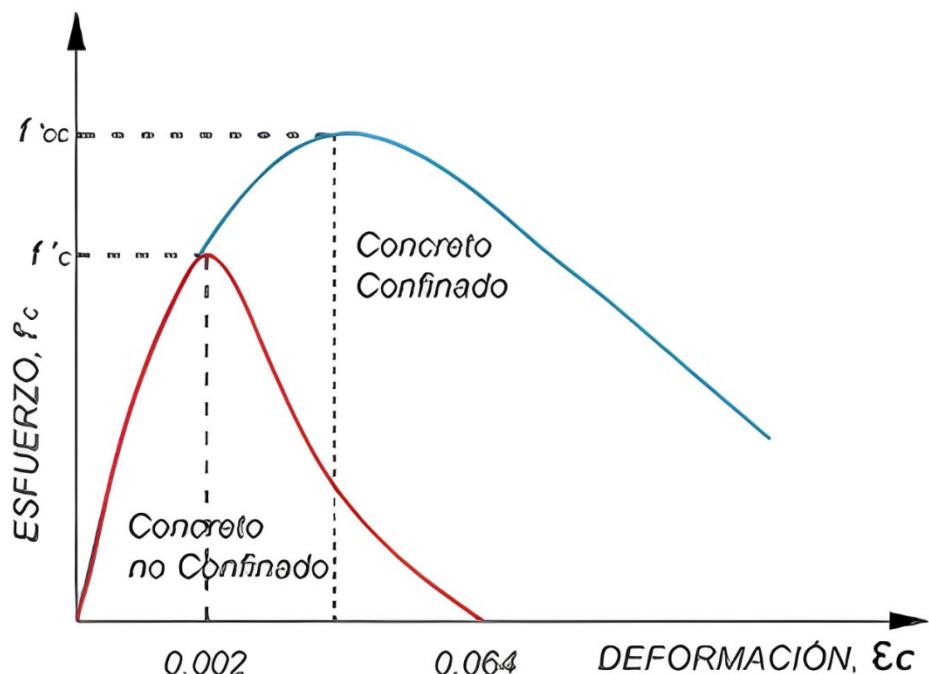
Figura 6. Modelo de Esfuerzo – Deformación para concreto sin confinar.



Fuente: (Moreno, 2017).

Para el modelo confinado, según (Avalos, 2020), nos menciona que al confinar el concreto aumenta su resistencia y la deformación unitaria. El punto de falla depende del acero transversal y el acero longitudinal ayuda a determinar la resistencia máxima.

Figura 7. Modelo de Esfuerzo – Deformación para concreto confinado.



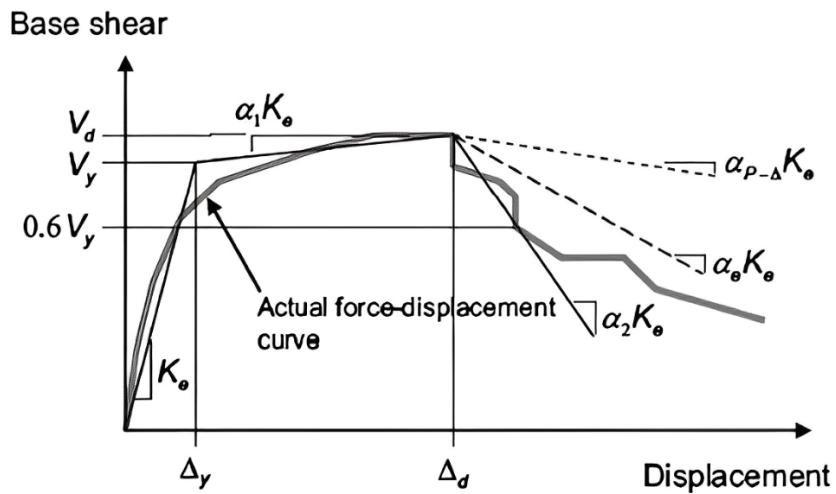
Fuente: (Portal, 2022).

Estas propuestas de modelamiento del material del acero y del concreto son importantes comprenderlas, ya que es un requisito primordial y absoluto en el método del rango inelástico. Además, de que estén especificadas en muchos programas estructurales.

Después de poder informarse y comprender este tema presentado. Daremos pase a un nuevo tema, el cual hablaremos sobre:

La curva de capacidad es un gráfico que, por esta se puede estimar la flexibilidad y la aparición de rótulas de una estructura (Avalos, 2020).

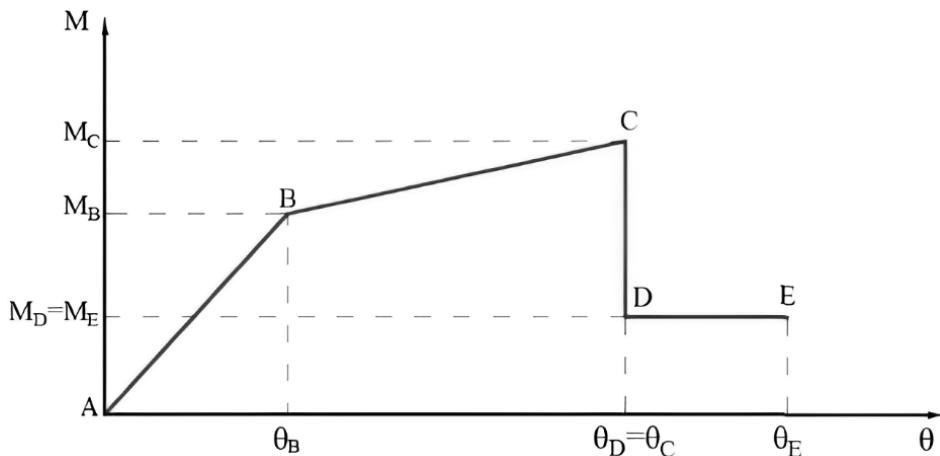
Figura 8. Curva de capacidad.



Fuente: (Herrera, 2019).

Por otra parte, para la estimación de las rótulas plásticas, se utiliza un gráfico llamado diagrama de momento – rotación simplificada. En la que se analiza la decadencia del material, debido a las fuerzas impuestas en esta.

Figura 9. Diagrama simplificado de momento – rotación.



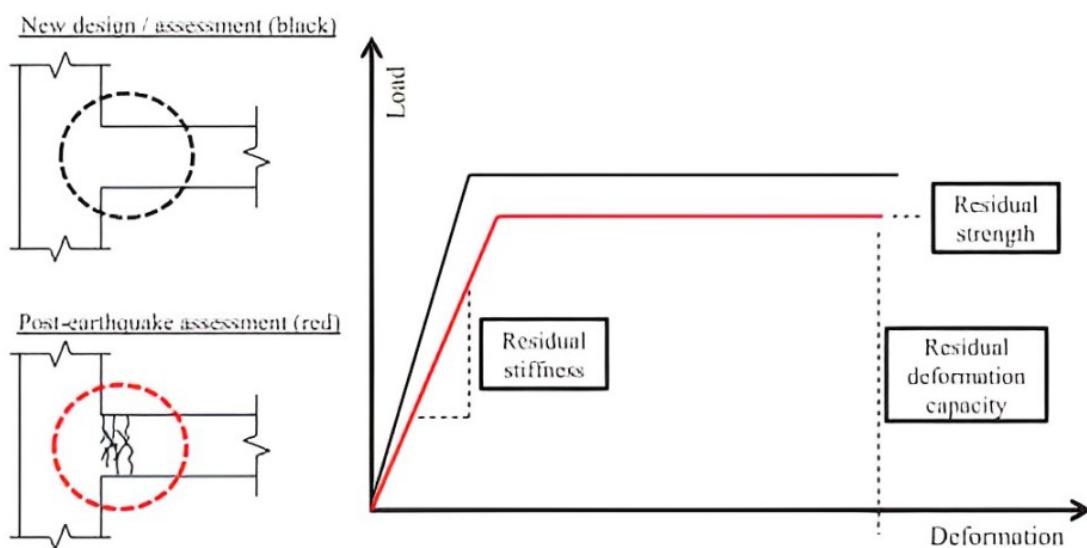
Fuente: (ASCE/SEI 41-17, 2017).

En la figura 9 nos muestra un diagrama muy interesante, en la que el punto “A” representa el estado inicial de los materiales, igual a cero. El punto “B” significa el estado de la fluencia efectiva. El segmento “B - C” forma una pendiente de carácter lineal, el cual representa el endurecimiento generado por la deformación. El punto “C”, se describe como el punto de resistencia del

elemento. Además, el segmento “C - D” se describe como la degradación del elemento. Por último, el segmento “D – E” se describe como la disminución de resistencia hasta llegar a cero (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Una rótula plástica es un área que conforma parte de un miembro estructural. Se genera cuando sobrepasa el punto máximo de decadencia que puede resistir el miembro estructural, generando grandes deformaciones (Avalos, 2020). También, es una zona en donde se genera las concentraciones de deformaciones plásticas como indicativo de la afectación de la estructura debido a la magnitud de la réplica sísmica según (Mander, y otros, 2020).

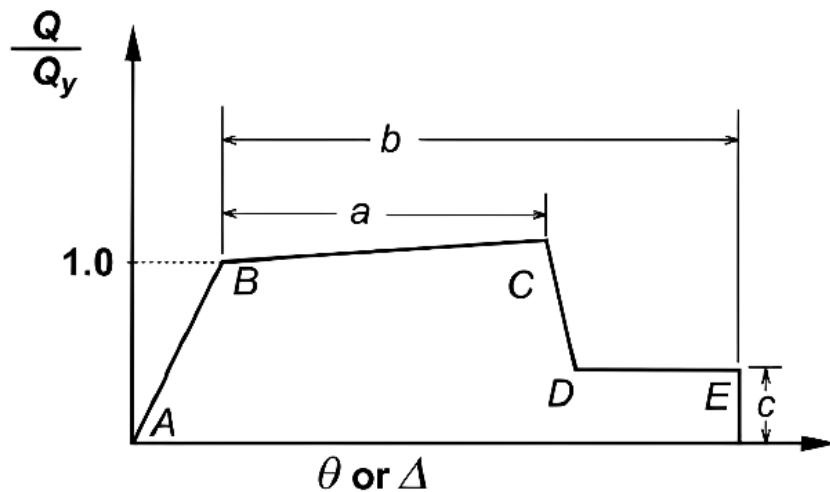
Figura 10. Comportamiento de rótula plástica y su reducción de capacidad.



Fuente: (Mander, y otros, 2020).

Podemos observar en la figura 10, el resultado del surgimiento de las fallas por agrietamiento en la zona conocida como rotulas de plasticidad que, a través de varios programas de estructuras, se puede idealizar el comportamiento de este fenómeno mencionado. Se puede apreciar el grafico de color negro, que es la representación de la capacidad inicial (cortante vs deformación) de un sector y el grafico de color rojo es la capacidad deducida o afectada ante un evento sísmico, siendo este menor que el inicial.

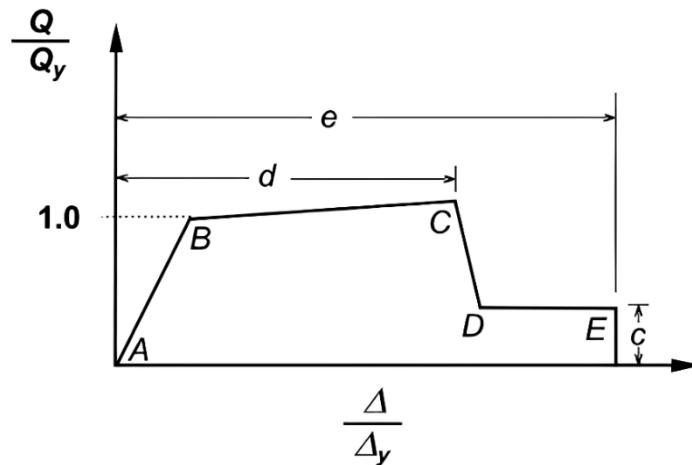
Figura 11. Diagrama de momento – curvatura, vigas.



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

Este tipo de diagramas como se muestra en la figura 11, se utiliza para representar las respuestas de las rótulas que se originan en las vigas, las cuales en el modelado trabajan por flexión.

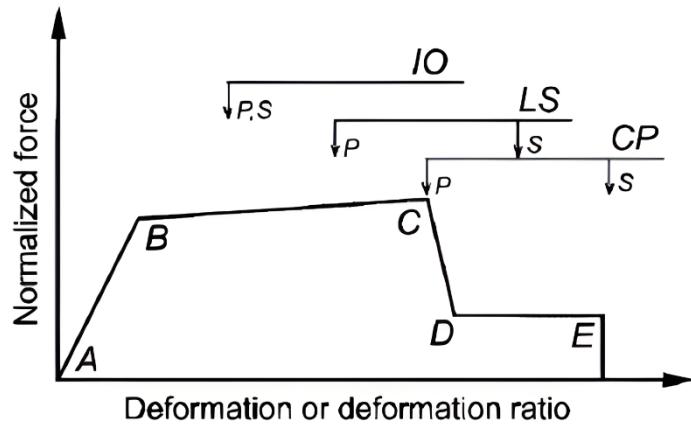
Figura 12. Diagrama de momento – curvatura, columnas.



Fuente: (Paredes, 2020)

Este tipo de diagramas como se muestra en la figura 12, representa la relación fuerza - deformación generalizada para elementos o componentes de Mampostería, en la que se utiliza para representar las respuestas de las rótulas que se originan en las columnas, la cual en el modelado trabajan a flexión y compresión.

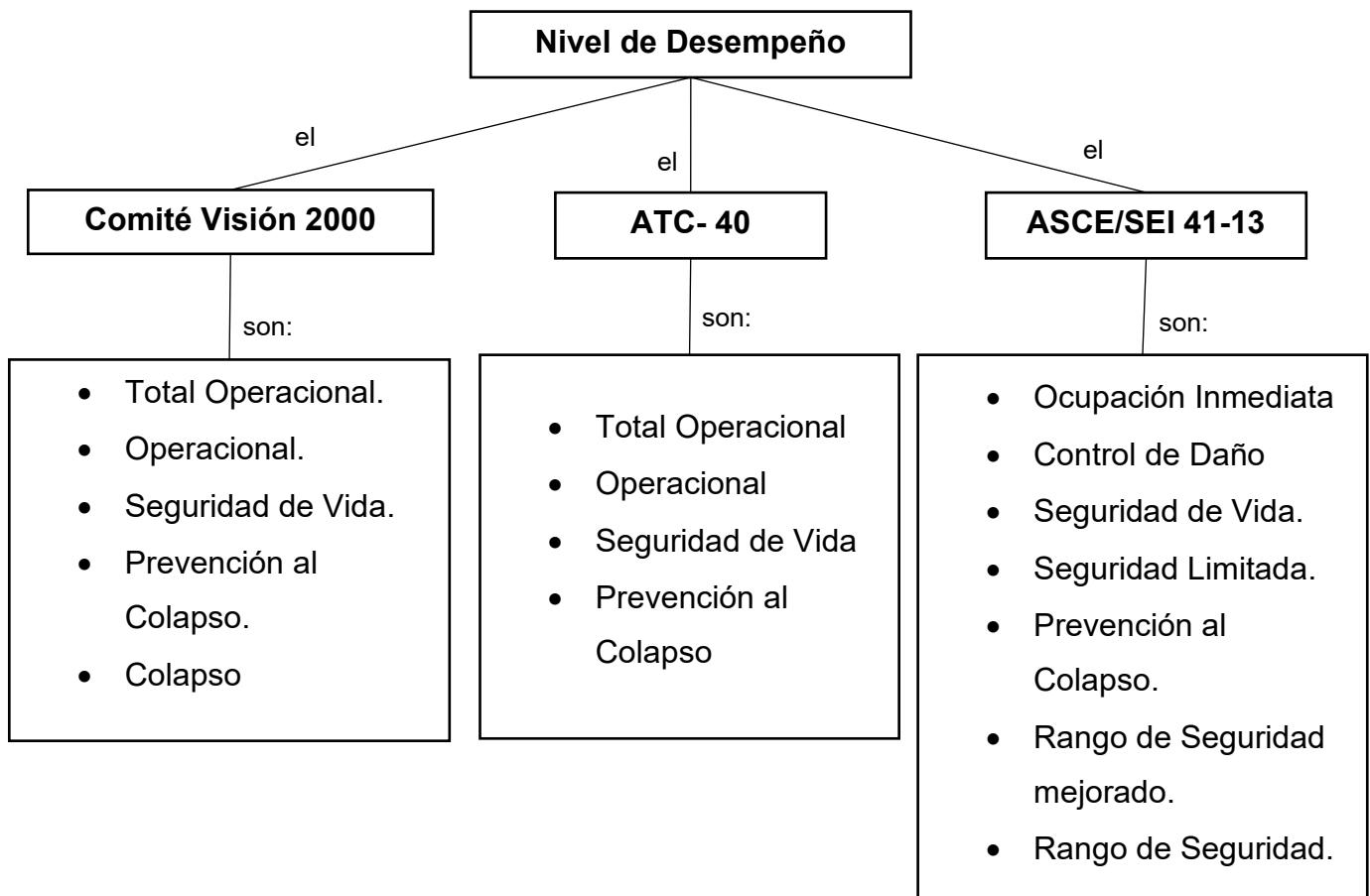
Figura 13. Criterio de aceptación de deformación de componentes o elementos.



Fuente: (Barroso, 2022)

En la figura 13, observamos los parámetros de aceptación, las cuales son: Ocupación Inmediata, Seguridad de vida y Prevención al colapso respectivamente a la figura mencionada.

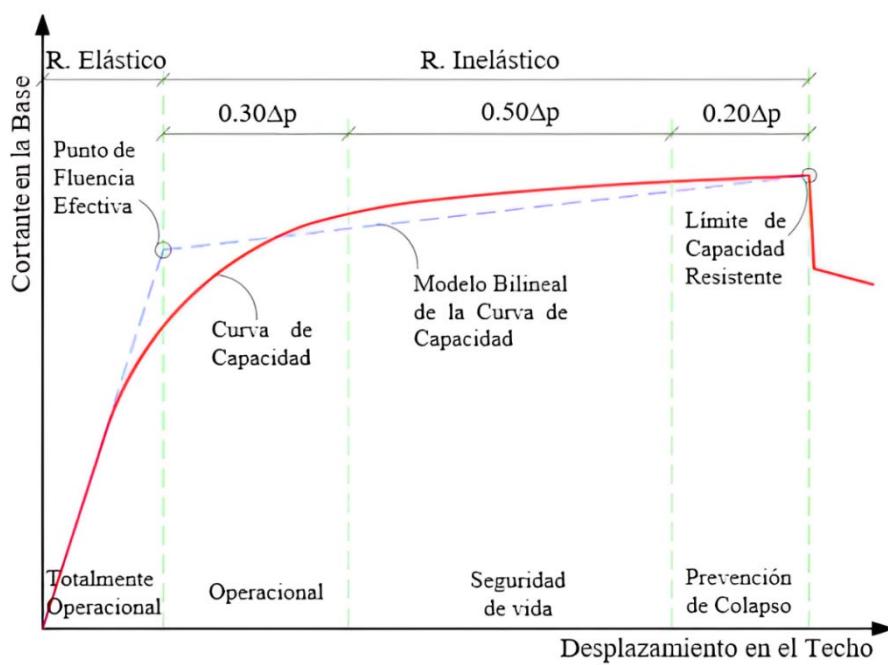
Figura 14. Resumen Niveles de Desempeño.



Como podemos ver en la figura 14, nos indica los diferentes criterios de niveles de comportamiento en varias normas extranjeras.

Después de conocer los diferentes niveles de comportamiento. Finalmente es necesario, conocer los criterios que se aceptan para estimar el valor del comportamiento de la estructura idealizada. Para ello, se presentan las siguientes figuras.

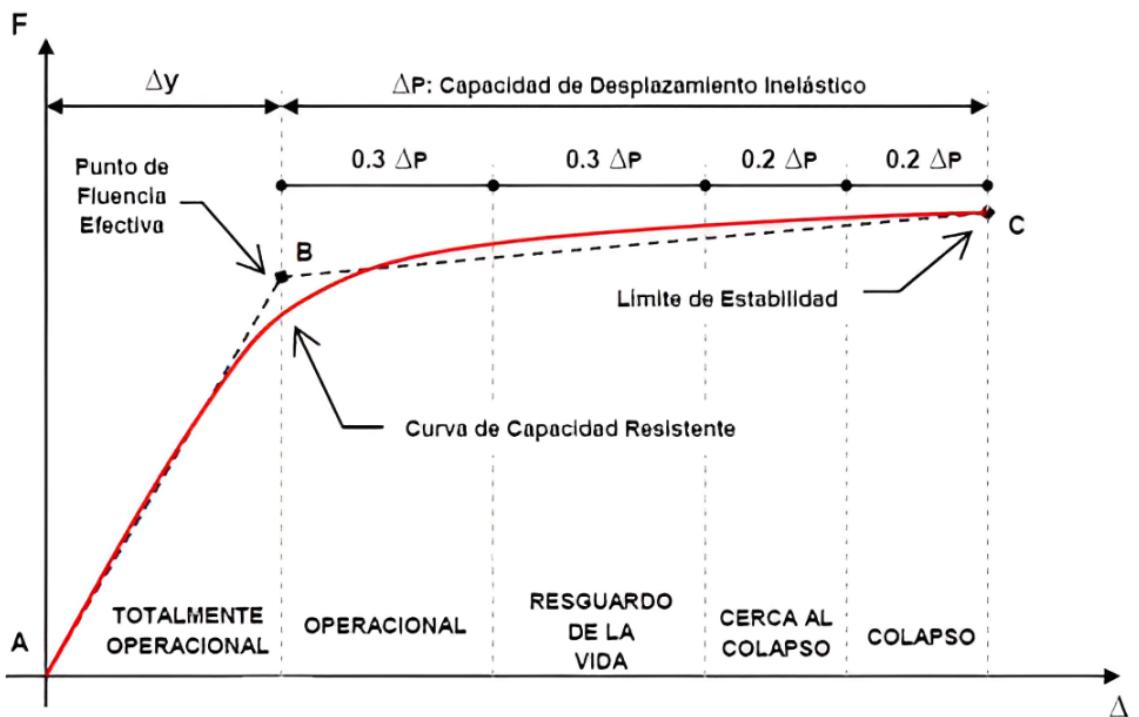
Figura 15. Criterios de aceptación en curva de capacidad por ATC – 40.



Fuente: (Paredes, 2020).

Podemos observar, un gráfico completo para poder determinar el estado de la edificación referente a su comportamiento, en donde está dividido por cuatro zonas de desempeño, cada uno con un criterio establecido, como se presenta en la figura 15.

Figura 16. Criterios de aceptación en curva de capacidad por SEAOC Vision 2000.



Fuente: (Huerta Ramírez, 2017)

Podemos observar, un gráfico para determinar el estado de la edificación referente a su comportamiento, en donde está dividido por cinco zonas de desempeño, cada uno con un criterio establecido, como se presenta en la figura 16.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

En concordancia al estudio será aplicada, porque está dirigida hacia un propósito, en el cual se determinan los posibles resultados, para dar solución a los problemas planteados (OECD, 2018). Además, postula la aplicación teórica de una determinada ciencia, para dar soluciones a problemas prácticos (Ramirez, y otros, 2018).

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

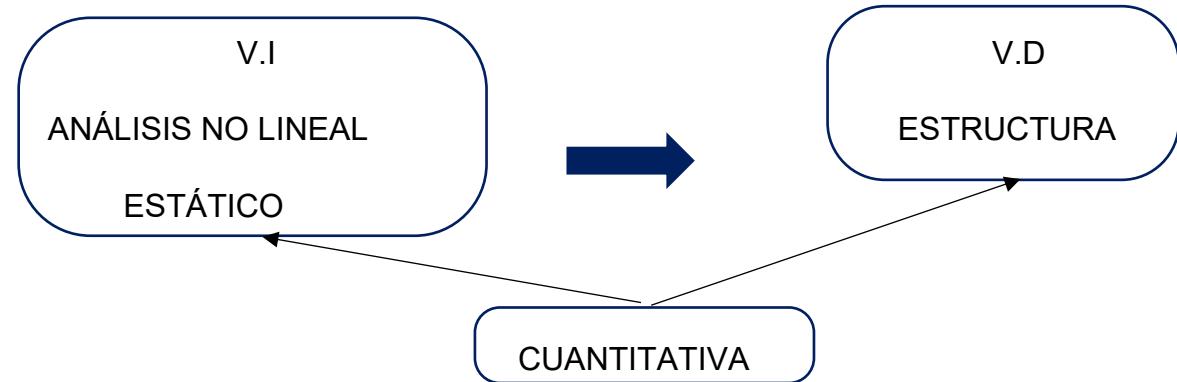
Según su diseño será no experimental, porque no se manipulará las variables, si no que se observará y evaluará en su estado natural (Ramirez, y otros, 2018). Además, será de carácter transversal, ya que se realizará en un momento dado. También, de manera descriptiva, ya que se recolectará información, con el fin de analizar las respectivas variables.

Figura 17. Diagrama de diseño de investigación.



#### **3.2. Variables y operacionalización**

Figura 18. Categoría de las variables.



- **Definición conceptual**

Con respecto al análisis no lineal estático, es una herramienta de desarrollo en análisis muy poderosa, para verificar y justificar la vulnerabilidad y reforzamiento de una estructura debido a la observancia de rotulas plásticas (Calcina, 2017).

Por otro lado, una estructura, es una serie estable, conformada de finitos elementos unidos uno entre otros, a través de nudos o justa con la función de transmitir las cargas actuantes al suelo de fundación (Estrada, 2019).

- **Definición operacional**

El análisis no lineal estático, es una metodología más confiable y mejor que el análisis de fuerzas estáticas equivalentes, en la que puedes obtener el desempeño o comportamiento de una estructura modelada, frente a una amenaza sísmica.

Por otro lado, una estructura, es un conjunto de elementos conformado mínimamente por dos elementos verticales y uno horizontal con sus respectivos apoyos en la base, en la que se mantienen unidos a través de los nudos rígidos.

Con respecto a las dimensiones se establecieron de la siguiente forma:

Para la variable no independiente, tendrá las siguientes dimensiones: curva demanda capacidad y rótula plástica.

Para la variable dependiente, tendrá la siguiente dimensión: Espectro de capacidad.

- **Indicadores**

Para el tema de curva demanda capacidad y rótula plástica; como indicadores serán: estado límite último y esfuerzo de fluencia, (IO, LS, PS) respectivamente.

Para el tema de comportamiento sísmico; como indicador será: espectro de capacidad.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

La población que se establecerá en la presente investigación, son todas las viviendas pertenecientes al Sector Jerusalén, la Esperanza.

- Criterios de inclusión**

En este estudio se incluirá a todas las viviendas que cuenta con un solo piso techado, que estén dentro de la delimitación del Sector Jerusalén, que cuenten con un área de 315.945 m<sup>2</sup>.

- Criterios de exclusión**

Se excluirá a las viviendas que cuenten con más de un nivel. Además, aquellos que se encuentran ubicados fuera del Sector Jerusalén Mz 2.

#### **3.3.2. Muestra**

En el presente estudio se tomará como muestra la propuesta estructural de una vivienda multifamiliar de 8 pisos, ubicada en la Mz 2, Lt 19, Sector Jerusalén, Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo, La Libertad.

Figura 19. Vista de fachada actual de vivienda.



Figura 20. Vista en elevación de propuesta de diseño de vivienda.

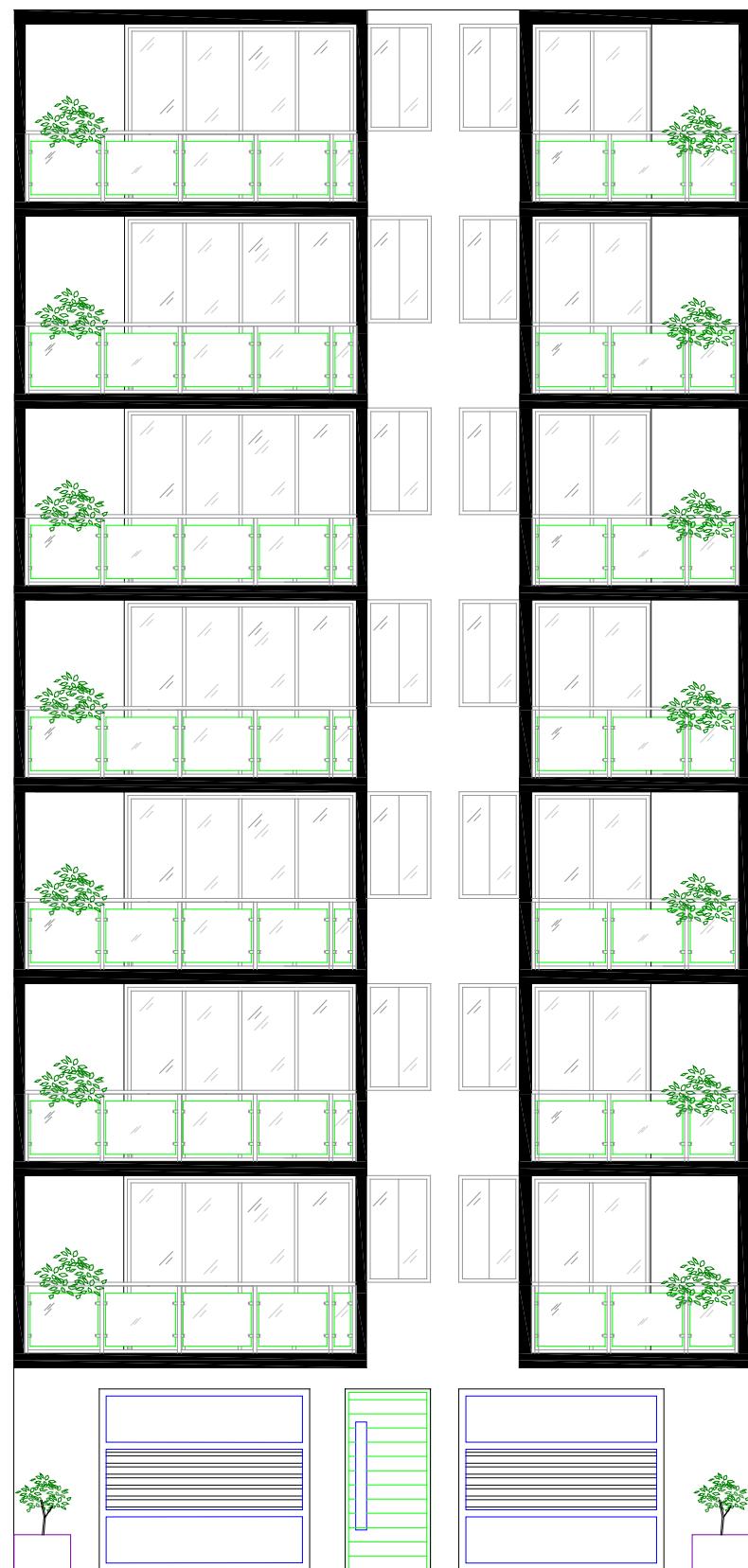
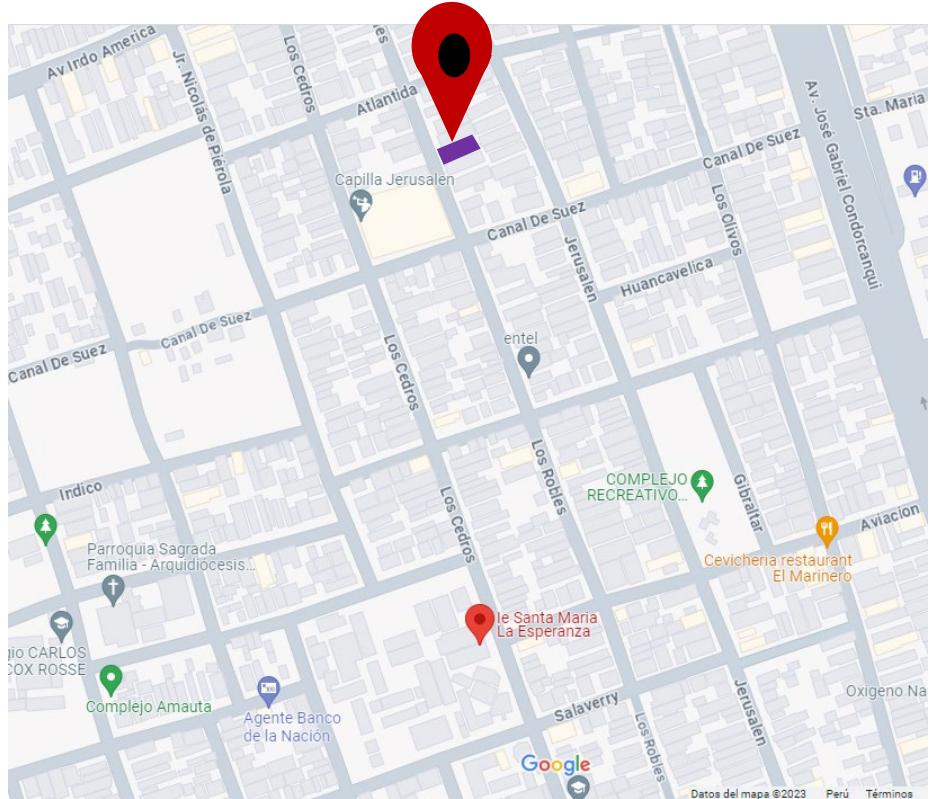


Figura 21. Ubicación referencial de la muestra.



Fuente: Google Maps.

### 3.3.3. Muestreo

En ese estudio, es de carácter no probabilístico, ya que se escogerá la muestra por juicio y experiencia propia.

### 3.3.4. Unidad de análisis

La unidad en este estudio, es un edificio de C.A de 8 niveles.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entre las técnicas que se utilizará para la recolección de los datos será a través de la observación; la revisión de documentos, normas y códigos.

La ficha de recolección de datos será uno de los instrumentos establecidos, en el cual, se recogerá toda la información que nos otorgue el programa mencionado anteriormente como: la curva demanda capacidad, el estado límite de rotación de las rótulas plásticas, el comportamiento de la estructura en ambas direcciones para los diferentes niveles de peligro sísmico aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440. Asimismo,

utilizaremos la guía de observación, la cual tendrá concordancia con el RNE como: la NTE. 020 y NTE. 030. Además, usaremos la ficha resumen para la selección de los antecedentes según las variables estipuladas en el estudio.

### **3.5. Procedimiento**

El procedimiento de la obtención de los resultados estará conformado en 4 etapas, las cuales son:

En primera etapa, se realizará el modelado lineal de la estructura (columnas, vigas, losas, muros de corte y otras propiedades importantes, acorde al planteamiento estructural). Posteriormente se realizará el análisis dinámico, para establecer las condiciones óptimas del comportamiento de la estructura ante el sismo de diseño. Posteriormente se verificará las condiciones de aceptabilidad de la estructura considerando los parámetros de la NTE. 030. Además, se realizará el análisis estático, para poder compararlo con el análisis dinámico y poder realizar la escalación respectiva si es necesario. Por último, se crearán las combinaciones de carga para el respectivo diseño según el NTE.060 (Ver anexo 5)

En la segunda etapa, realizaremos el diseño correspondiente de los elementos estructurales. Para las vigas, losas y escaleras se diseñarán por flexión y cortante. Las columnas y placas por flexo compresión y cortante. La cimentación superficial de la estructura se realizará por flexión, cortante y punzonamiento. Todos los parámetros para el diseño de estos elementos, nos guiarán de la NTE.060 (Ver anexo 6)

En la tercera etapa, realizaremos el análisis no lineal (Fuerzas incrementales), en la que modificaremos las propiedades mecánicas de los materiales, referente al rango no lineal. Además, ingresamos los refuerzos de acero en columnas, vigas y muros de corte. Se asignará los “load pattern laterales incrementales” y cargas por gravedad. Posteriormente se asignará la rigidez efectiva acorde al ASCE 41 – 13. Después se asignará el modelo de rótula para los elementos estructurales, sin incluir las losas y escaleras (Ver anexo 7).

En la etapa cuatro, concierne al análisis del comportamiento sísmico, en la que se crearán los diferentes espectros, para poder determinar la curva demanda capacidad, el punto de desempeño y las rótulas de plasticidad (Ver anexo 7).

A continuación, se realizará la descripción breve de la estructura a analizar:

#### **A) Materiales.**

- **Concreto:**

- ❖ Resistencia a compresión ( $F'_c$ ): 280 kg/cm<sup>2</sup>
- ❖ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ): 250998.008 kg/cm<sup>2</sup>
- ❖ Módulo de poisson: 0.2
- ❖ Módulo de corte: 104582.503 kg/cm<sup>2</sup>

- **Acero:**

- ❖ Esfuerzo de fluencia ( $F_y$ ): 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- ❖ Módulo de elasticidad ( $E_s$ ): 2000000 kg/cm<sup>2</sup>

#### **B) Cargas empleadas.**

- **Carga muerta**

- ❖ Concreto: 2.4 tonf/m<sup>3</sup>
- ❖ Losa aligerada unidireccional  $h = 0.20$ : Por defecto del programa.
- ❖ Losa maciza: 2.4 tonf/m<sup>3</sup>
- ❖ Bloque de Techo (15x30x30): 0.063 tonf/m<sup>2</sup>
- ❖ Acabados: 0.10 tonf/m<sup>2</sup>
- ❖ Tabiquería: 1.8 tonf/m<sup>2</sup>

- **Carga viva**

- ❖ Habitaciones: 0.2 tonf/m<sup>2</sup>
- ❖ Escalera y corredor: 0.2 tonf/m<sup>2</sup>
- ❖ Azotea: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

- **Carga de sismo**

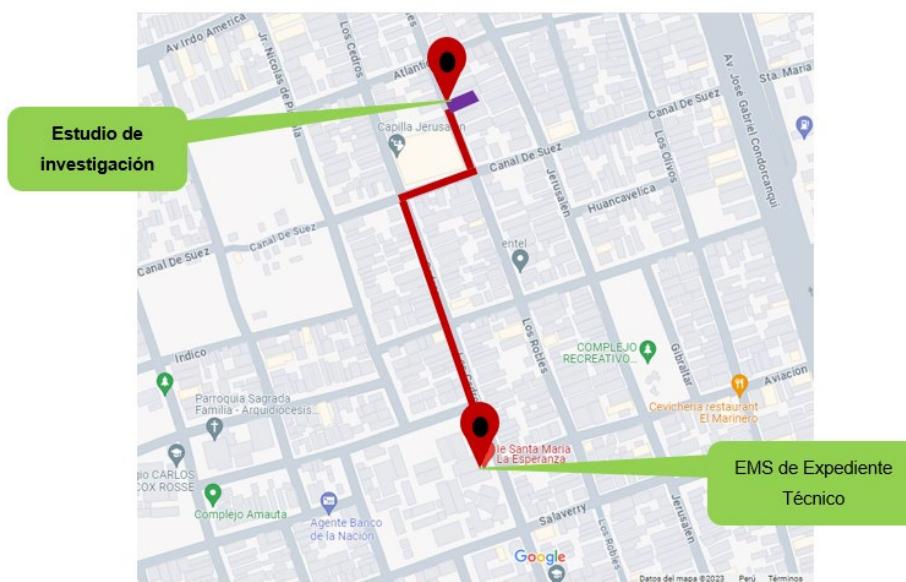
- ❖ De acuerdo a los parámetros de la NTE.030.
- ❖ Masa sísmica:  $1^*CM+0.25^*CV$

#### **C) Parámetros de análisis**

- ❖ Parámetros de mecánica de suelo.

Con respecto al Estudio de Mecánica de Suelo, nosotros no hemos realizado el estudio previo de EMS en la zona de estudio. En tal sentido, para solucionar esta necesidad, hemos recurrido a la recopilación del estudio de EMS de un expediente técnico titulado “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA – TRUJILLO – LA LIBERTAD”, el cual pertenece a la Municipalidad Distrital de la Esperanza. Este EMS del expediente técnico mencionado, se encuentra localizado en el Sector Jerusalén, Distrito de la Esperanza; cerca a nuestra zona de estudio.

Figura 22. Ubicación de la muestra y de EMS de Expediente Técnico.



Fuente: Google Maps

El tipo de suelo presente en el Sector Jerusalén, es un suelo SP (Suelo arenoso mal graduado), tipo S3 según la NTE.030.

Con respecto a la capacidad admisible, para cimentación cuadrada se obtuvo una capacidad admisible de 1.26 kg/cm<sup>2</sup> y 0.76 kg/cm<sup>2</sup> de capacidad admisible para cimentación corrida. El ángulo de fricción hallado es de 31° y 22° para un ángulo de fricción por falla local, con una cohesión de 0.00 kg/cm<sup>2</sup>. También se recomendó que la profundidad de desplante de cimentación debe de ser como mínimo 1.80 m. Además, con un peso unitario de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> (Ver anexo 8).

❖ Parámetros sísmicos:

Zonificación (z): 0.45

Factor de amplificación de suelo (S): 1.10

Factor de amplificación sísmica (C): 2.5

Factor de uso (U): 1

Periodo (Tp): 1

Periodo (Tl): 1.6

Coeficiente básico de reducción (Ro): 6

Coeficiente para periodo de vibración (Ct): 60

Irregularidad en altura (la): Depende de resultados de análisis lineal

Irregularidad en planta (Ip) Depende de resultados de análisis lineal

#### D) Altura de entrepiso

Para el análisis se establecieron las siguientes alturas según el plano de arquitectura y parámetros de mecánica de suelo.

❖ P1: 4.5m

❖ P2 al P8: 2.7m

#### 3.6. Método de análisis de datos

Se utilizará el método de análisis estadística de descripción. Para ello se representarán los resultados, a través de gráficos y cuadros de estadística de los objetivos planteados en la investigación.

#### 3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación está basado bajo los principios éticos, por ende, el presente trabajo respeta la propiedad intelectual usada, siendo estas citadas y referenciadas debidamente así mismo los resultados obtenidos en el presente trabajo serán evidenciados y plasmados según sean obtenidos siendo estas inalterables y trabajando con honestidad y ética.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Curva demanda capacidad.

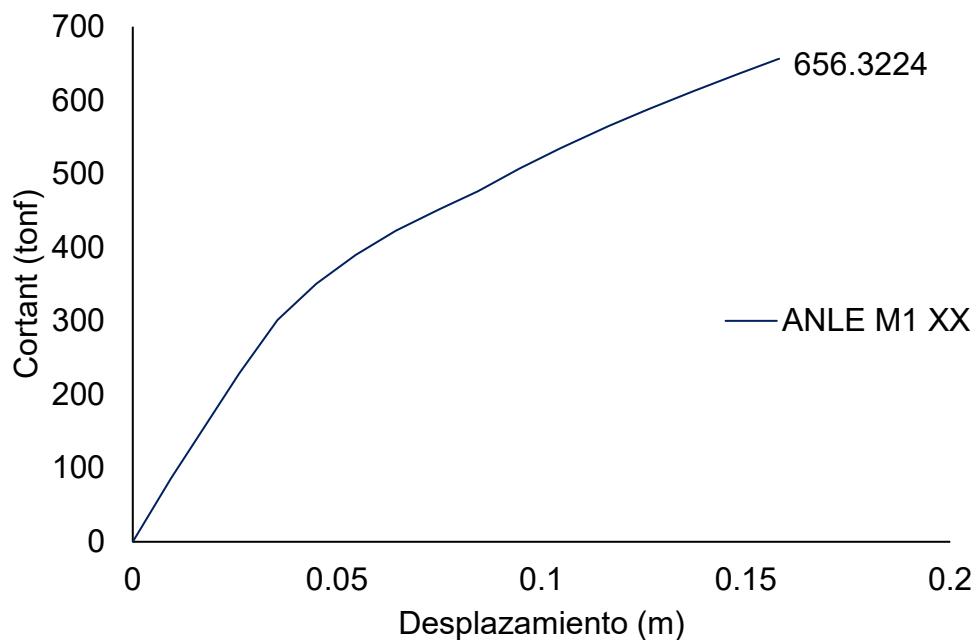
#### 4.1.1. Módulo 1

Tabla 1. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M1 XX.

Step	Desplazamiento (m)	Cortante basal (Tonf)
0	0	0
1	0.00938	86.2316
2	0.026076	229.3759
3	0.035456	301.5275
4	0.044902	350.7249
5	0.054524	389.6628
6	0.0644	423.0271
7	0.074896	451.5403
8	0.084459	476.2506
9	0.094642	507.4068
10	0.104738	535.2462
11	0.116496	565.0093
12	0.12613	587.7263
13	0.136808	611.5672
14	0.148056	635.8227
15	0.157908	655.8922
16	0.158131	656.3224

**Nota:** En la tabla 1, se pudo observar el registro de desplazamiento vs cortante del análisis de fuerzas incrementales en la dirección X – ANLE M1 XX, con el efecto de rigidez efectiva (R.E) propuesto por el ASCE 41-13. Ante esto, se observó que la cortante máxima de resistencia de la estructura fue de 656.322 tonf con un desplazamiento de 0.1581 m.

Figura 23. Curva demanda capacidad – ANLE M1 XX.



**Nota:** En la figura 23, se observó el gráfico de curva capacidad del módulo 1 – ANLE M1 XX, en la que representó la capacidad máxima de resistencia hasta el punto de colapsó de la estructura, debido a las cargas incrementales proporcionales al peso de cada nivel impuestas en esta.

Tabla 2. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M1 YY.

Step	Desplazamiento (m)	Cortante basal (Tonf)
0	0	0
1	0.00938	112.8131
2	0.019538	227.9192
3	0.028963	294.5011
4	0.038943	340.9448
5	0.048424	371.0495
6	0.058872	399.1479
7	0.068397	432.8323
8	0.078345	465.1243
9	0.089378	496.5853

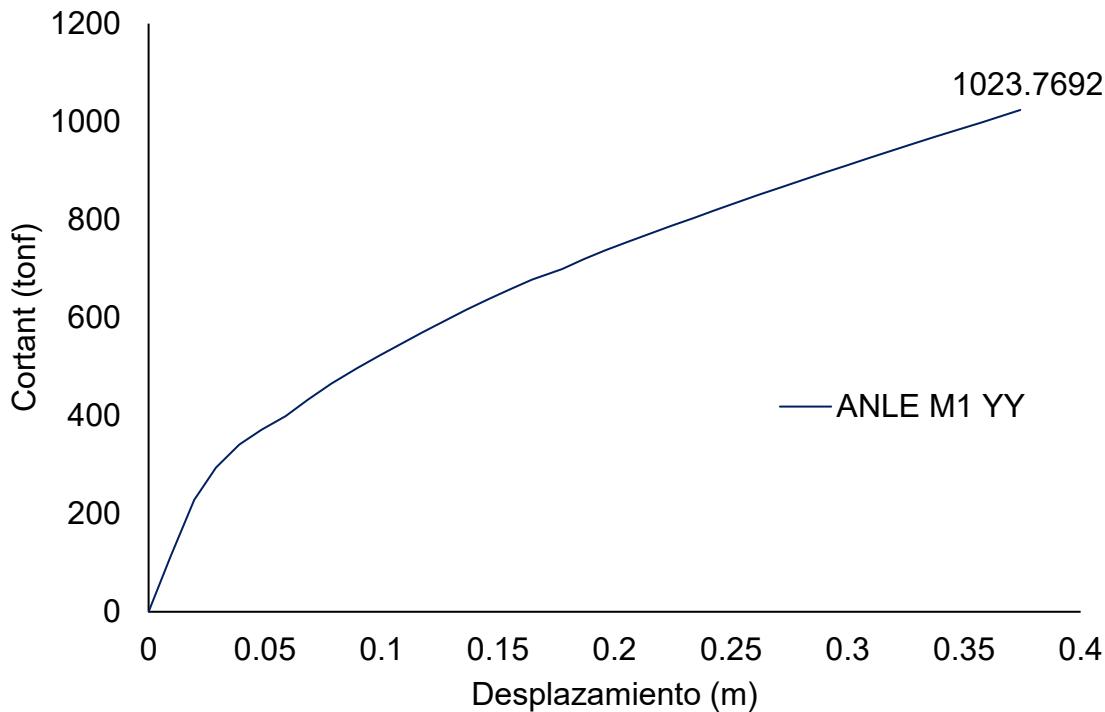
10	0.099094	522.9228
11	0.11763	570.4781
12	0.12701	593.6359
13	0.13639	616.2324
14	0.14577	637.7853
15	0.15515	657.6634
16	0.16453	677.3572
17	0.177395	699.211
18	0.186775	719.2658
19	0.196155	737.9647
20	0.205535	754.7198
21	0.214915	771.2661
22	0.224295	787.4053
23	0.233675	803.0571
24	0.243055	819.1226
25	0.252435	834.8359
26	0.261815	850.4722
27	0.271195	865.6377
28	0.280575	880.6085
29	0.289955	895.4496
30	0.299335	910.2587
31	0.308715	925.3567
32	0.318095	939.8075
33	0.327475	953.5655
34	0.336855	968.0171
35	0.346235	982.2082
36	0.35796	999.2342
37	0.368509	1015.1293
38	0.374102	1023.7692

---

**Nota:** En la Tabla 2, se pudo observar el registro de desplazamiento vs cortante del análisis de fuerzas incremental en la dirección Y – ANLE M1 YY. Ante esto, se

observó que la cortante máxima de resistencia de la estructura fue de 1023.7692 tonf con un desplazamiento de 0.3741 m.

Figura 24. Curva demanda capacidad – ANLE M1 YY.



**Nota:** En la figura 24, se observó el gráfico de curva capacidad del módulo 1 – ANLE M1 YY, en la que representó la capacidad máxima de resistencia hasta el punto de colapsó de la estructura debido a las cargas incrementales impuestas en esta.

#### 4.1.2. Módulo 2

Tabla 3. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M2 XX.

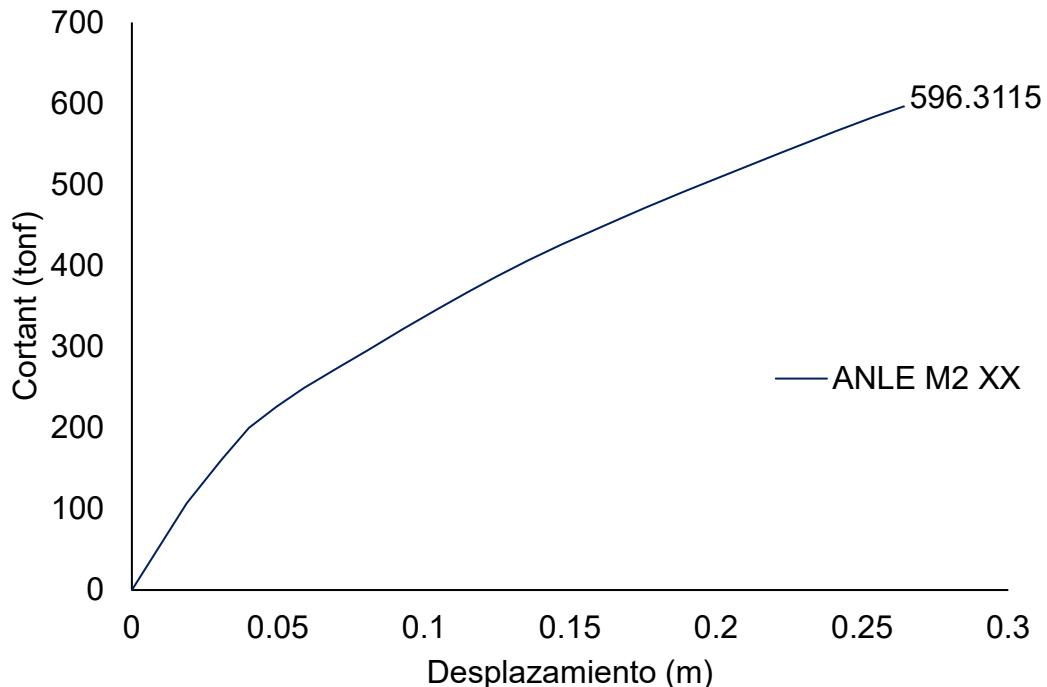
Step	Desplazamiento (m)	Cortante basal (Tonf)
0	0	0
1	0.00938	53.6168
2	0.01876	107.3217
3	0.030669	160.5674
4	0.040049	199.9579

5	0.049429	225.9109
6	0.058809	248.7744
7	0.071324	275.8776
8	0.081006	296.2914
9	0.092661	321.5827
10	0.104839	346.755
11	0.115583	368.7547
12	0.125135	387.2074
13	0.135852	406.963
14	0.147113	426.0142
15	0.157036	442.1892
16	0.166462	457.1825
17	0.175856	471.7697
18	0.188927	491.2573
19	0.198998	505.8106
20	0.209966	521.7314
21	0.222093	539.1824
22	0.231633	552.647
23	0.241005	565.8045
24	0.253779	583.2803
25	0.264098	596.2725
26	0.264288	596.3115

---

**Nota:** En la tabla 3, se pudo observar el registro de desplazamiento vs cortante del análisis de fuerzas incrementales en la dirección X – ANLE M2 XX, con el efecto de rigidez efectiva (R.E) propuesto por el ASCE 41-13. Ante esto, se determinó que la cortante máxima de resistencia de la estructura fue de 596.312 tonf con un desplazamiento máximo de 0.2643 m.

Figura 25. Curva demanda capacidad – ANLE M2 XX.



**Nota:** En la figura 25, se observó el gráfico de curva capacidad del módulo 2 – ANLE M2 XX, en la que representó la capacidad máxima de resistencia hasta el punto de colapsó de la estructura, debido a las cargas incrementales proporcionales al peso de cada nivel impuestas en esta.

Tabla 4. Registro de desplazamientos y cortantes – ANLE M2 YY.

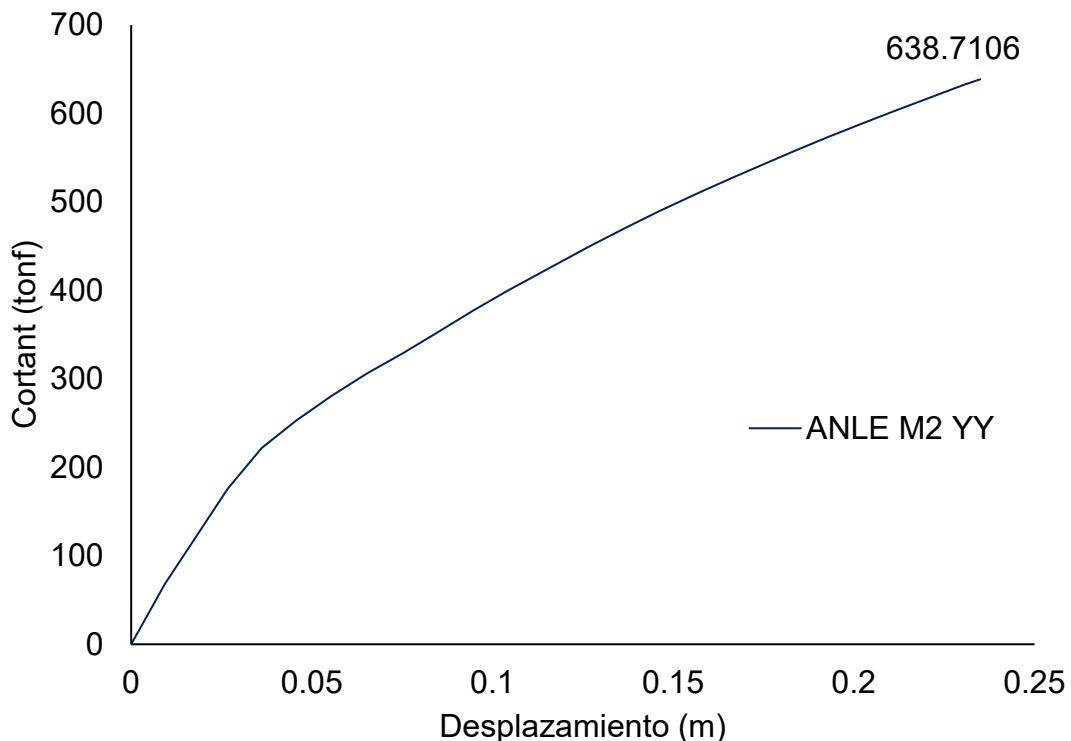
Step	Desplazamiento (m)	Cortante basal (Tonf)
0	0	0
1	0.00938	68.4612
2	0.026702	175.9971
3	0.036082	221.8241
4	0.045662	252.9021
5	0.055367	280.3595
6	0.065225	306.2349
7	0.075205	329.1203

8	0.084737	352.6072
9	0.094181	376.1528
10	0.104414	400.3042
11	0.115996	426.0532
12	0.126643	449.3203
13	0.136633	470.4296
14	0.146171	489.7251
15	0.157398	511.1409
16	0.167136	528.8423
17	0.183387	557.49
18	0.192767	573.2156
19	0.202147	588.4137
20	0.211527	603.2851
21	0.220907	617.7817
22	0.230287	632.1684
23	0.234955	638.7106

---

**Nota:** En la tabla 4, se pudo observar el registro de desplazamiento vs cortante del análisis de fuerzas incremental en la dirección Y – ANLE M2 YY. Ante esto, la capacidad máxima de resistencia de la estructura fue de 638.7106 tonf con un desplazamiento de 0.23496 m.

Figura 26. Curva demanda capacidad – ANLE M2 YY.



**Nota:** En la figura 26, se observó el gráfico de curva capacidad del módulo 2 – ANLE M2 YY, en la que representó la capacidad máxima de resistencia hasta el punto de colapsó de la estructura debido a las cargas incrementales impuestas en esta.

Tabla 5. Resumen de registro de curva demanda capacidad

	Dirección XX		Dirección YY	
	Desp. (m)	Cortante (tonf)	Desp.	Cortante
			(m)	(tonf)
<b>Módulo 1</b>	0.158131	656.3224	0.374102	1023.7692
<b>Módulo 2</b>	0.264288	596.3115	0.234955	638.7106

## 4.2. Estado límite de rotación de las rótulas plásticas

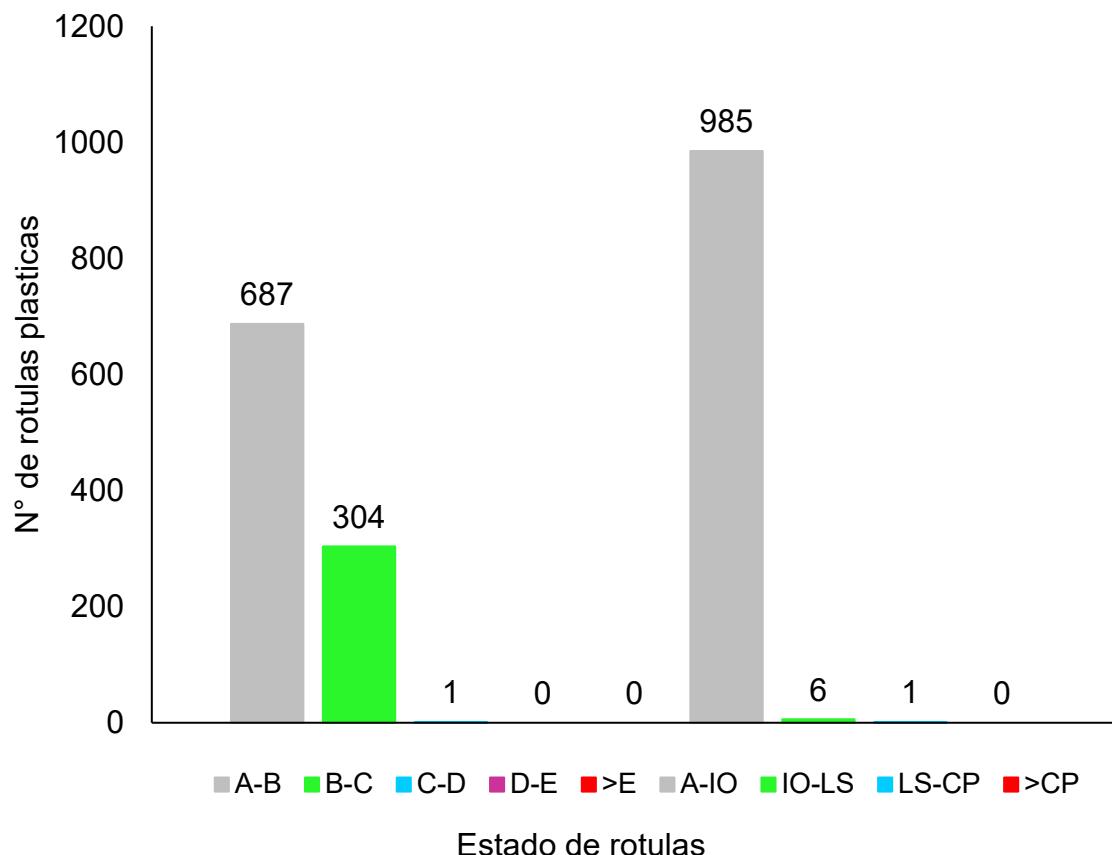
### 4.2.1. Módulo 1

Tabla 6. Registro de rótulas plásticas – ANLE M1 XX.

<b>Step</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>	<b>&gt;E</b>	<b>A-IO</b>	<b>IO-LS</b>	<b>LS-CP</b>	<b>&gt;CP</b>	<b>Total</b>
0	992	0	0	0	0	992	0	0	0	992
1	992	0	0	0	0	992	0	0	0	992
2	992	0	0	0	0	992	0	0	0	992
3	991	1	0	0	0	992	0	0	0	992
4	981	11	0	0	0	992	0	0	0	992
5	964	28	0	0	0	992	0	0	0	992
6	918	74	0	0	0	991	1	0	0	992
7	878	114	0	0	0	991	1	0	0	992
8	856	136	0	0	0	991	1	0	0	992
9	810	181	1	0	0	991	1	0	0	992
10	786	205	1	0	0	990	1	1	0	992
11	755	236	1	0	0	990	1	1	0	992
12	739	252	1	0	0	989	2	1	0	992
13	720	271	1	0	0	989	2	1	0	992
14	709	282	1	0	0	988	3	1	0	992
15	690	301	1	0	0	985	6	1	0	992
16	687	304	1	0	0	985	6	1	0	992

**Nota:** En la tabla 6, se pudo observar el registro de la cantidad de rótulas plásticas generadas en la estructura ordenadas según el estado en la que se encuentre, mediante el ANLE M1 XX.

Figura 27. Registro de rótulas plásticas en el Step 16 – ANLE M1 XX.



**Nota:** En la figura 27, se observó que existe una mayor influencia de aparición de rótulas plásticas con un estado de OI (Ocupación inmediata) con 985 unidades, seguido de un estado de LS (Seguridad de vida) con 6 unidades. Con 1 unidad existe con un estado de CP (prevención al colapso) y 0 rótulas con estado de C (Colapso).

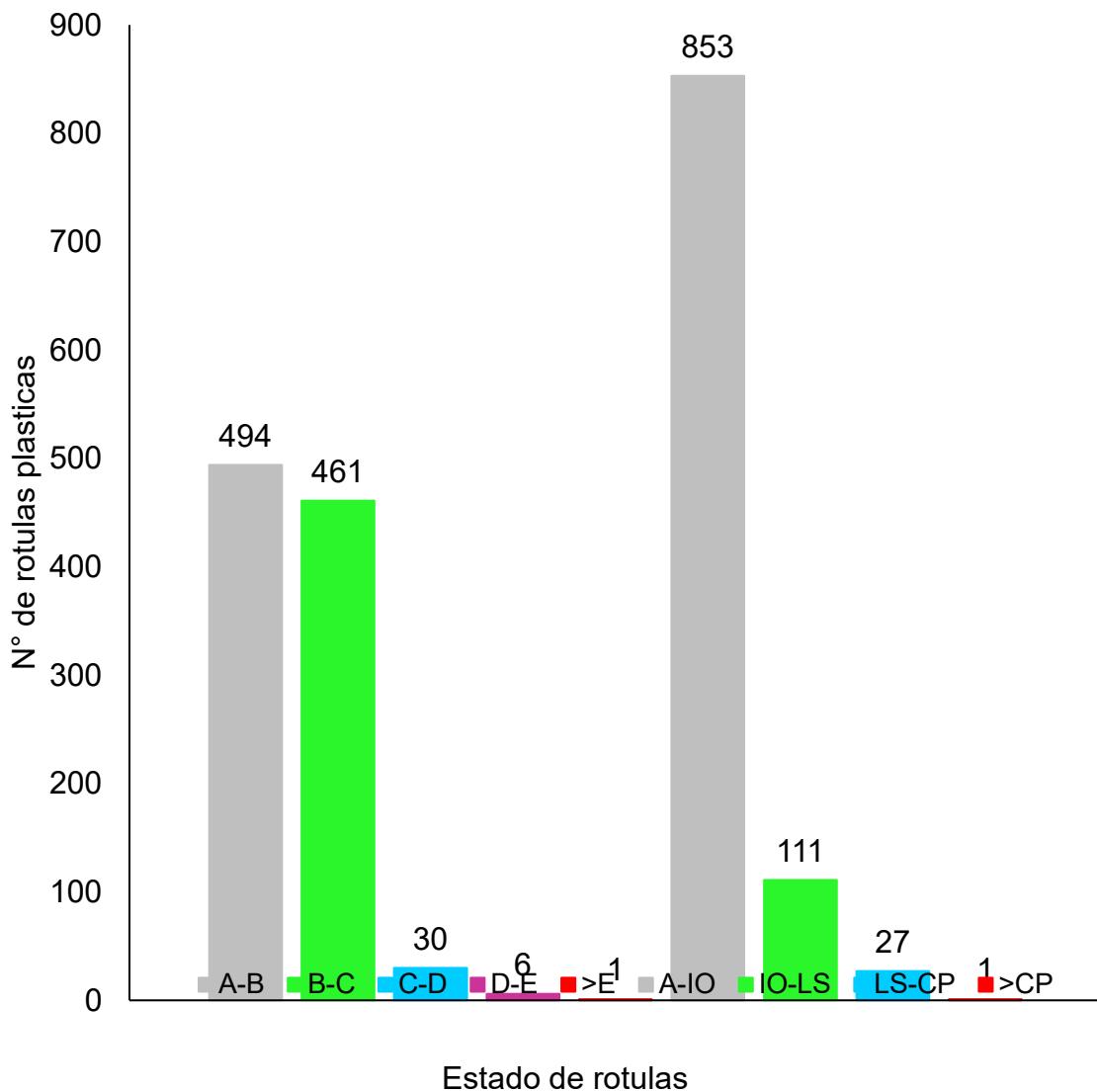
Tabla 7. Registro de rótulas plásticas – ANLE M1 YY.

Step	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	992	0	0	0	0	992	0	0	0	992
1	992	0	0	0	0	992	0	0	0	992
2	989	3	0	0	0	992	0	0	0	992
3	978	14	0	0	0	992	0	0	0	992
4	950	42	0	0	0	992	0	0	0	992
5	918	74	0	0	0	992	0	0	0	992

6	897	95	0	0	0	992	0	0	0	992
7	854	138	0	0	0	992	0	0	0	992
8	805	187	0	0	0	992	0	0	0	992
9	780	212	0	0	0	992	0	0	0	992
10	764	228	0	0	0	992	0	0	0	992
11	739	253	0	0	0	992	0	0	0	992
12	725	267	0	0	0	992	0	0	0	992
13	712	280	0	0	0	991	1	0	0	992
14	693	299	0	0	0	990	2	0	0	992
15	678	314	0	0	0	986	6	0	0	992
16	668	324	0	0	0	972	20	0	0	992
17	660	332	0	0	0	964	28	0	0	992
18	651	341	0	0	0	962	30	0	0	992
19	628	363	1	0	0	959	33	0	0	992
20	610	379	2	0	1	955	36	1	0	992
21	596	393	2	0	1	951	39	2	0	992
22	584	405	2	0	1	949	41	2	0	992
23	580	409	2	0	1	945	44	3	0	992
24	569	419	3	0	1	937	52	3	0	992
25	567	421	3	0	1	931	58	3	0	992
26	557	431	3	0	1	929	59	4	0	992
27	553	435	3	0	1	922	66	4	0	992
28	545	443	3	0	1	916	72	4	0	992
29	541	446	4	0	1	913	75	4	0	992
30	536	451	4	0	1	908	80	4	0	992
31	527	459	5	0	1	902	85	5	0	992
32	522	461	8	0	1	899	86	7	0	992
33	518	461	11	1	1	894	88	10	0	992
34	508	467	14	2	1	888	90	14	0	992
35	503	469	17	2	1	879	97	16	0	992
36	500	465	22	4	1	870	99	22	1	992
37	497	465	23	6	1	860	105	26	1	992
38	494	461	30	6	1	853	111	27	1	992

**Nota:** En la tabla 7, se pudo observar el registro de la cantidad de rótulas plásticas generadas en la estructura ordenadas según el estado en la que se encuentre, mediante el ANLE M1 YY.

Figura 28. Registro de rótulas plásticas en Step 38 – ANLE M1 YY.



**Nota:** En la figura 28, se observó que existe una mayor influencia de aparición de rótulas plásticas con un estado de OI (Ocupación inmediata) con 853 unidades, seguido de un estado de LS (Seguridad de vida) con 111 unidades. Con 27 unidades con un estado de CP (prevención al colapso) y 1 rótula con estado de C (Colapso).

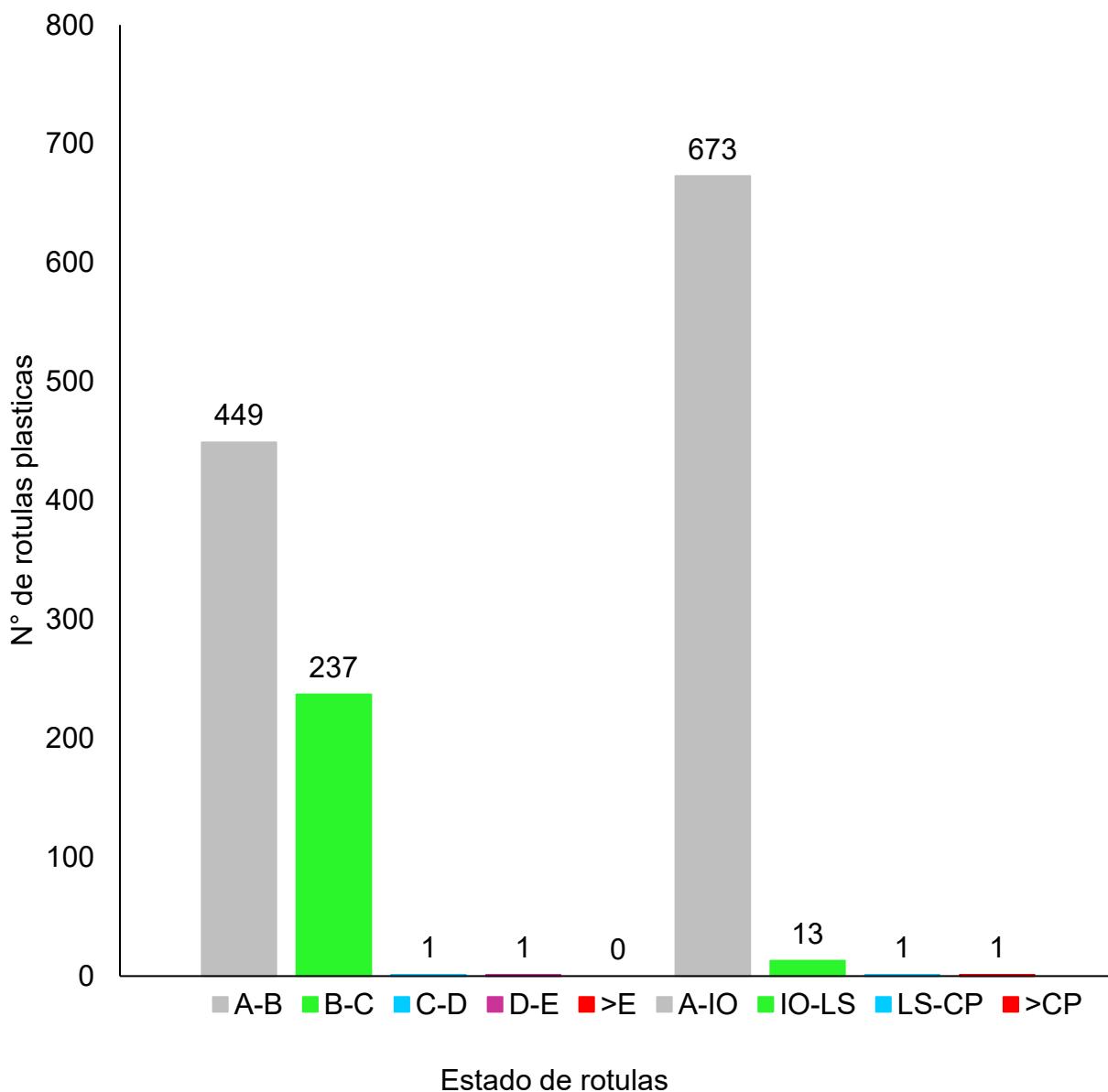
#### 4.2.2. Módulo 2

Tabla 8. Registro de rótulas plásticas - ANLE M2 XX.

Step	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
1	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
2	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
3	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
4	686	2	0	0	0	688	0	0	0	688
5	686	2	0	0	0	688	0	0	0	688
6	686	2	0	0	0	688	0	0	0	688
7	686	2	0	0	0	687	1	0	0	688
8	684	4	0	0	0	687	1	0	0	688
9	674	14	0	0	0	686	2	0	0	688
10	662	25	1	0	0	686	1	1	0	688
11	644	43	1	0	0	686	1	1	0	688
12	609	78	1	0	0	686	1	1	0	688
13	587	99	2	0	0	686	1	1	0	688
14	567	119	2	0	0	686	0	2	0	688
15	553	133	2	0	0	686	0	2	0	688
16	538	148	2	0	0	686	0	2	0	688
17	522	164	2	0	0	686	0	2	0	688
18	516	170	2	0	0	686	0	2	0	688
19	500	186	2	0	0	682	4	2	0	688
20	488	198	2	0	0	680	6	2	0	688
21	476	210	1	1	0	678	8	2	0	688
22	469	217	1	1	0	678	8	1	1	688
23	461	225	1	1	0	678	8	1	1	688
24	456	230	1	1	0	677	9	1	1	688
25	449	237	1	1	0	673	13	1	1	688
26	449	237	1	1	0	673	13	1	1	688

**Nota:** En la tabla 8, se pudo observar el registro de la cantidad de rótulas plásticas generadas en la estructura ordenadas según el estado en la que se encuentre, mediante el ANLE M2 XX.

Figura 29. Registro de rótulas plásticas en el Step 26 - ANLE M2 XX.



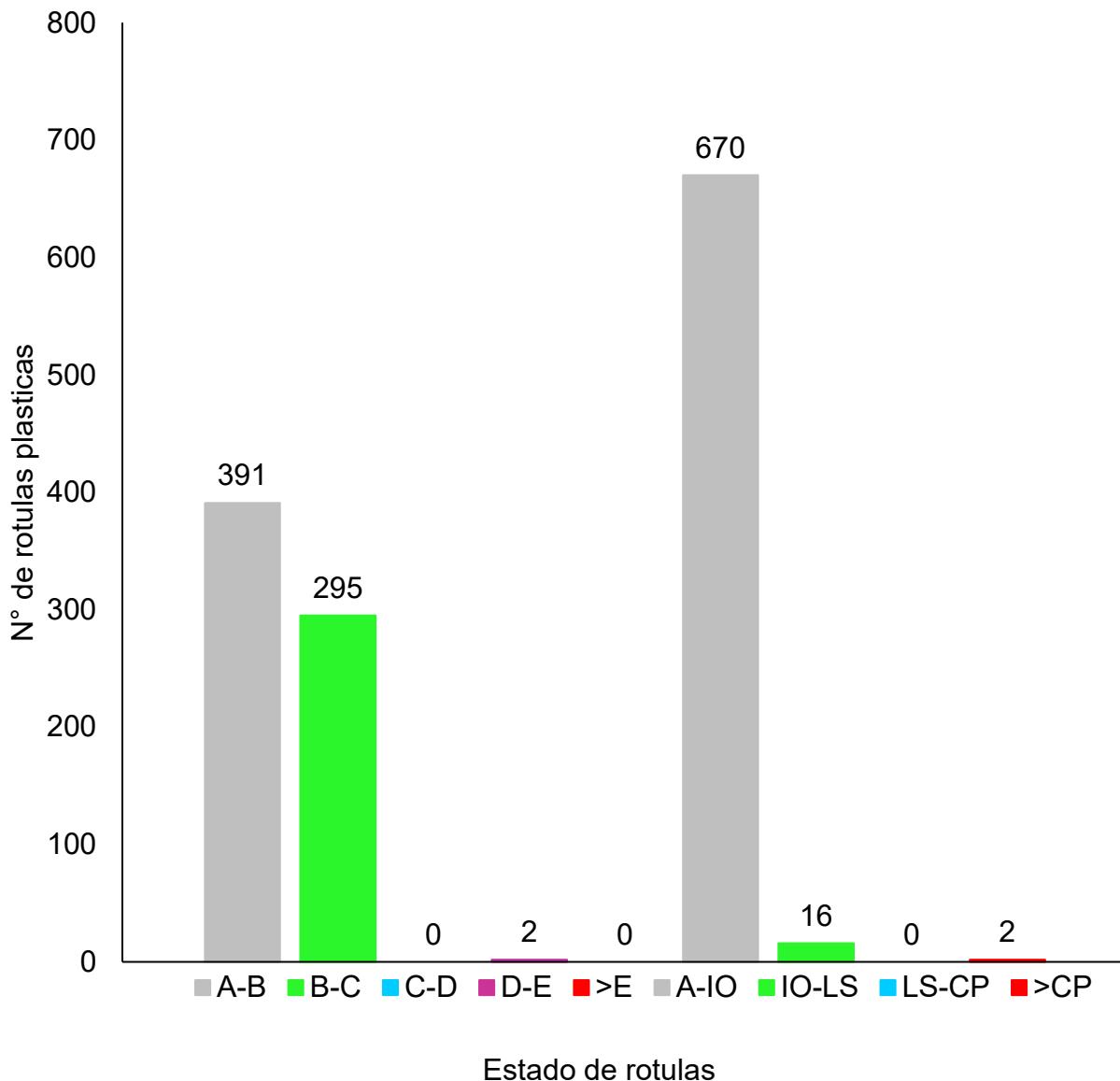
**Nota:** En la figura 29, se observó que existe una mayor influencia de aparición de rótulas plásticas con un estado de OI (Ocupación inmediata) con 673 unidades, seguido de un estado de LS (Seguridad de vida) con 13 unidades. Con 1 unidad existente en estado CP (prevención al colapso) y 1 rótulas con estado de C (Colapso).

Tabla 9. Registro de rótulas plásticas - ANLE M2 YY.

Step	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
1	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
2	688	0	0	0	0	688	0	0	0	688
3	686	2	0	0	0	688	0	0	0	688
4	680	8	0	0	0	688	0	0	0	688
5	679	9	0	0	0	688	0	0	0	688
6	665	23	0	0	0	686	2	0	0	688
7	659	29	0	0	0	686	2	0	0	688
8	645	43	0	0	0	686	2	0	0	688
9	630	57	1	0	0	686	2	0	0	688
10	614	72	2	0	0	686	0	2	0	688
11	592	94	2	0	0	686	0	2	0	688
12	551	135	2	0	0	686	0	2	0	688
13	527	159	2	0	0	686	0	2	0	688
14	507	179	2	0	0	682	4	2	0	688
15	481	205	2	0	0	680	6	2	0	688
16	470	216	2	0	0	680	6	2	0	688
17	449	237	2	0	0	679	7	2	0	688
18	436	250	2	0	0	677	9	2	0	688
19	419	267	2	0	0	677	9	2	0	688
20	407	279	0	2	0	676	10	2	0	688
21	399	287	0	2	0	676	10	2	0	688
22	392	294	0	2	0	674	12	0	2	688
23	391	295	0	2	0	670	16	0	2	688

**Nota:** En la tabla 9, se pudo observar el registro de la cantidad de rótulas plásticas generadas en la estructura ordenadas según el estado en la que se encuentre, mediante el ANLE M2 YY.

Figura 30. Registro de rótulas plásticas en Step 23 - ANLE M2 YY.



**Nota:** En la figura 30, se observó que existe una mayor influencia de aparición de rotulas plásticas con un estado de OI (Ocupación inmediata) con 670 unidades, seguido de un estado de LS (Seguridad de vida) con 16 unidades. Con 0 unidades existentes en un estado de CP (prevención al colapso) y 2 rotulas con estado de C (Colapso).

#### 4.3. Punto del comportamiento sísmico.

##### 4.3.1. Módulo 1.

Tabla 10. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE XX.

Método de análisis	Resultados	Unidad	Sismo			Muy raro
			Frecuente	Ocasional	Raro	
<b>ASCE 41 - 13</b>	Desplazamiento	m	0.05037	0.062381	0.1415	0.157
	Cortante	tonf	372.851	416.206	621.83	655.892
<b>FEMA 440</b>	Desplazamiento	m	0.0505	0.066	-	-
	Cortante	tonf	373.19	426.17	-	-

**Nota:** En la tabla 10, se pudo observar el registro de los puntos de comportamiento sísmico del ANLE M1 XX, mediante el método ASCE 41.13 Y FEMA 440, para los diferentes sismos con periodos de retorno.

Tabla 11. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M1 YY.

Método de análisis	Resultados	Unidad	Sismo			Muy raro
			Frecuente	Ocasional	Raro	
<b>ASCE 41 - 13</b>	Desplazamiento	m	0.0392	0.0484	0.1153	0.1659
	Cortante	tonf	341.67	371.0495	564.47	679.966
<b>FEMA 440</b>	Desplazamiento	m	0.0396	0.0559	0.2498	-
	Cortante	tonf	343.868	391.164	830.4456	-

**Nota:** En la tabla 11, se pudo observar el registro de los puntos de comportamiento sísmico del ANLE M1 YY, mediante el método ASCE 41.13 Y FEMA 440, para los diferentes sismos con periodos de retorno.

#### 4.3.2. Modulo 2

Tabla 12. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M2 XX.

Método de análisis	Resultados	Unidad	Sismo			
			Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
<b>ASCE 41 - 13</b>	Desplazamiento	m	0.07299	0.090077	0.204012	0.264288
	Cortante	tonf	279.446879	316.046287	513.106477	596.311457
<b>FEMA 440</b>	Desplazamiento	m	0.128842	0.153857	-	-
	Cortante	tonf	394.0414	437.0068	-	-

**Nota:** En la tabla 12, se pudo observar el registro de los puntos comportamiento sísmico del ANLE M2 XX, mediante el método ASCE 41.13 Y FEMA 440, para los diferentes sismos con periodos de retorno.

Tabla 13. Registro del punto de comportamiento sísmico ANLE M2 YY.

Método de análisis	Resultados	Unidad	Sismo			
			Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
<b>ASCE 41 - 13</b>	Desplazamiento	m	0.057814	0.071461	0.162302	0.222629
	Cortante	tonf	286.782761	321.29336	0.162302	620.421874
<b>FEMA 440</b>	Desplazamiento	m	0.094613	0.110502	-	-
	Cortante	tonf	377.1727	413.8386	-	-

**Nota:** En la tabla 13, se pudo observar el registro de los puntos de comportamiento sísmico del ANLE M2 YY, mediante el método ASCE 41.13 Y FEMA 440, para los diferentes sismos con periodos de retorno.

Tabla 14. Resumen de puntos de desempeño dirección X.

		<b>Norma de Sectorización</b>	<b>Norma para desempeño</b>	<b>Frecuente (S43 años)</b>	<b>Ocasional (S72 años)</b>	<b>Raro (S450 años)</b>	<b>Muy raro (S975 años)</b>
<b>MODULO</b>	<b>ATC 40</b>		<b>ASCE 41-13</b>	O	O	CP	CP
			<b>FEMA 440</b>	O	O	-	-
<b>1</b>	<b>SEAOC</b>	<b>ASCE 41-13</b>		LS	LS	C	C
	<b>VISION 2000</b>	<b>FEMA 440</b>		LS	LS	-	-
<b>MODULO</b>	<b>ATC 40</b>		<b>ASCE 41-13</b>	O	O	LS	CP
			<b>FEMA 440</b>	LS	LS	-	-
<b>2</b>	<b>SEAOC</b>	<b>ASCE 41-13</b>		F	F	CP	CP
	<b>VISION 2000</b>	<b>FEMA 440</b>		LS	LS	-	-

**Nota:** En la tabla 14, se analizó que el módulo 1 y 2 se encontraron en un punto de desempeño máximo de seguridad de vida (LS) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso para la dirección X.

Tabla 15. Resumen de puntos de desempeño dirección Y.

		<b>Norma de Sectorización</b>	<b>Norma para desempeño</b>	<b>Frecuente (S43 años)</b>	<b>Ocasional (S72 años)</b>	<b>Raro (S450 años)</b>	<b>Muy raro (S975 años)</b>
<b>MODULO</b>	<b>ATC 40</b>		<b>ASCE 41-13</b>	O	O	LS	LS
			<b>FEMA 440</b>	O	O	LS	-
<b>1</b>	<b>SEAOC</b>	<b>ASCE 41-13</b>		O	F	F	LS
	<b>VISION 2000</b>	<b>FEMA 440</b>		F	F	CP	-
<b>MODULO</b>	<b>ATC 40</b>		<b>ASCE 41-13</b>	O	O	LS	CP
			<b>FEMA 440</b>	O	O	-	-
<b>2</b>	<b>SEAOC</b>	<b>ASCE 41-13</b>		F	F	CP	C
	<b>VISION 2000</b>	<b>FEMA 440</b>		F	LS	-	-

**Nota:** En la tabla 15, se analizó que el módulo 1 y 2 se encontraron en un punto de desempeño máximo funcional (F) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso para la dirección Y.

## V. DISCUSIÓN

La estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, la Esperanza, Trujillo, valida la hipótesis establecida en esta investigación; en este sentido, permitió estimar el comportamiento sísmico de los dos módulos que conforman la estructura. Se analizó que el módulo 1 y 2, se encontraron en un punto de desempeño máximo de seguridad de vida (LS) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso para la dirección X (ver, tabla 14). Para la dirección Y, se analizó que el módulo 1 y 2 se encontraron en un punto de desempeño máximo funcional (F) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso (ver, tabla 15).

(Porras, 2019) encontró que su curva demanda capacidad para el sistema tipo dual tuvo un desplazamiento límite de 0.018m en dirección X y 0.018 en dirección Y, así mismo concluyó que su desplazamiento límite para la edificación de tipo aporticado tuvo un desplazamiento límite de 0.033 m en dirección X y 0.033m en dirección Y; esto difiere con nuestros resultados ya que el desplazamiento límite para el módulo 1 fue de 0.0422m en la dirección X y 0.0417 en la dirección Y. En dirección X, los desplazamientos en el módulo 2 fue de 0.050 y 0.043 en dirección Y.

(Tocto, 2018) halló que la curva demanda capacidad calculada en su estructura tenía un desplazamiento máximo de 1m y una cortante de 15619 KN (1592.69 Tnf) en dirección al eje X, un desplazamiento máximo de 0.78m y una cortante de 15021KN (1531.72 Tnf) en dirección al eje Y; esto difiere con nuestros resultados, ya que en la curva demanda capacidad en dirección X – ANLE M1, se observó que la cortante máxima de resistencia de la estructura es de 656.322 Tnf con un desplazamiento de 0.1581 m y la cortante máxima de resistencia es de 1023.7692 Tn con un desplazamiento de 0.3741 m en dirección Y – ANLE M1 , así mismo en la dirección X – ANLE M2 la cortante máxima de resistencia es de 596.312 Tnf con un desplazamiento máximo de 0.2643 m y la capacidad máxima de resistencia de la estructura es de 638.7106 Tnf con un desplazamiento de 0.23496 m en la dirección Y – ANLE M2.

(Cabrera, y otros, 2020) determinó la curva demanda capacidad de la estructura analizada en su investigación, en la que se evidenció inicialmente un aumento de resistencia al cortante de la estructura y posteriormente una disminución considerable de su resistencia, debido a la degradación de su rigidez de los elementos estructurales en ambas direcciones de análisis, siendo esto acorde con nuestros resultados, ya que el comportamiento encontrado en nuestra curva demanda capacidad del M1 y M2 comprende inicialmente de un aumento de su resistencia al cortante y una pequeña disminución de degradación seguido de un aumento de resistencia hasta el punto de colapso.

(Saldaña, 2020) concluyó que, de las 5 viviendas analizadas, la mayoría de las edificaciones no cumplieron con el objetivo de desempeño adecuado para sismos raros y muy raros, tanto en la dirección X como en la dirección Y, siendo esto acorde con nuestros resultados, ya que en nuestra investigación los dos módulos analizados solo cumplen un desempeño óptimo hasta un sismo ocasional.

(Tinipuclla, 2020) determinó 37 concentraciones de rótulas de plasticidad en la dirección X y 35 de estas en la dirección Y, de la estructura analizada en su investigación, esto difiere a nuestros resultados ya que en nuestra investigación se determinó una sumatoria de 7 concentraciones de rótulas de plasticidad entre los estados “LS”, “CP” y “C” en la dirección X y 139 de estas entre los estados “LS”, “CP” y “C” en Y, generando una diferencia en cantidad del 81.1% en X y 74.82% en Y en el módulo 1. En el módulo 2, se determinó una sumatoria de 15 concentraciones de rótulas de plasticidad entre los estados “LS” y “CP” y “C” en la dirección X y 18 de estas entre los estados “LS”, “CP” y “C” en Y, generando una diferencia en cantidad del 59.46% en X y 48.57%.

(Paredes, 2020) determinó 816 concentraciones de rótulas de plasticidad en el estado “OI” (Ocupación inmediata), 45 en “LS” (Seguridad de vida), 2 en “CP” (prevención al colapso) y 7 en “C” (Colapso). En la dirección Y determinó 852 concentraciones de rótulas de plasticidad en el estado “OI”, 7 en “LS”, 0 en “CP” y 11 en “C” de la estructura analizada en su investigación, esto difiere a nuestros resultados, ya que en nuestra investigación se observó que existe una mayor influencia de aparición de rótulas plásticas con un estado de “OI” (Ocupación inmediata) con 985 unidades, seguido de un estado de “LS” (Seguridad de vida)

con 6 unidades. Con 1 unidad existente en estado de “CP” (prevención al colapso) y 0 rótulas con estado de “C” (Colapso), en la dirección X – ANLE M1 XX. En la dirección Y – ANLE M1 YY se determinó rótulas con un estado de “OI” con 853 unidades, seguido de un estado de “LS” con 111 unidades. Con 27 unidades con un estado de “CP” y 1 rótula con estado de “C”, generando una diferencia en cantidad de la sumatoria de rótulas en el estado “LS”, “C” y “CP”, en un 87.03% en X y 87.05% en Y del módulo 1. En el módulo 2 se determinó la aparición de rótulas plásticas con un estado de “OI” (Ocupación inmediata) con 673 unidades, seguido de un estado de “LS” (Seguridad de vida) con 13 unidades. Con 1 unidad existente en estado de “CP” (prevención al colapso) y 1 rótula con estado de “C” (Colapso), en la dirección X – ANLE M2 XX. En la dirección Y – ANLE M2 YY, se determinó rótulas con un estado de “OI” con 670 unidades, seguido de un estado de “LS” con 16 unidades. Con 0 unidades existentes con un estado de “CP” y 2 rótulas con estado de “C”, generando una diferencia en cantidad de la sumatoria de rótulas en el estado “LS”, “C” y “CP”, en un 72.22% en X y en un 0% en Y.

(Reyes, 2020) determinó la concentración de rótulas de plasticidad para sismos con un periodo de retorno de 475 años y 2500 años, aplicando los criterios del ASCE 41-13 y el método tipo fibra. Obtuvo una mayor cantidad de rótulas plásticas concentradas en las columnas del primer piso, con un nivel de “LS” Y “C”, esto difiere a nuestros resultados, ya que en nuestra investigación la mayor cantidad de concentración de rótulas en el módulo 1 y 2, se genera en las vigas con estados que varían entre “OI”, “LS”, “CP”; siendo las columnas los elementos que tienen menor cantidad de aparición de rótulas que varían entre “OI”, “LS”, “CP” y “C”, a excepción del análisis en la dirección X del módulo 1, en la que, no existe aparición de rótulas en columnas con un estado de “C”.

(Ramírez, 2022) determinó la curva demanda capacidad en ambas direcciones de análisis. En la dirección X, halló un desplazamiento de 120mm (0.12m), que representa el punto de aparición de las primeras rótulas. Este desplazamiento está dentro de la zona inelástica. En la dirección Y, halló un desplazamiento de 157mm (0.157m), el cual está dentro de la zona inelástica y representa el punto inicial de aparición de rótulas, esto difiere a nuestros resultados, ya que, en nuestra investigación, el inicio del rango inelástico de la curva demanda capacidad del

módulo 1 tiene un desplazamiento de 0.0422m en X y 0.0417 en Y. En el módulo 2, el inicio del rango inelástico comienza desde un desplazamiento de 0.05m en X y 0.043m en Y.

(Cisneros de la Cruz, y otros, 2021) determinó que las rótulas de plasticidad en el último step se encontraron en un estado de “LS” Y “CP” en el módulo IV. En el módulo V, las rótulas se encontraron en un estado de “IO y LS”. Además, los módulos IV y V, no cumplieron con el desempeño óptimo, teniendo un comportamiento no apto para sismos severos, por lo tanto, difiere a nuestros resultados, ya que en nuestra investigación se analizó que el módulo 1 y 2, se encontraron en un punto de desempeño máximo de seguridad de vida (LS) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso para la dirección X. Para la dirección Y, se analizó que el módulo 1 y 2 se encontraron en un punto de desempeño máximo funcional (F) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso.

El estudio de la estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una estructura de 8 niveles, La Esperanza, Trujillo 2023, tiene ciertas limitaciones, esto como consecuencia a la poca información teórica establecidas en el idioma inglés. Además, el método solo permite edificaciones hasta cierta altura, ya que a mayor altura y mayor irregularidad se obtienen los resultados lejos de lo real, conteniendo errores. Además de que se necesita de un computador con un buen procesador, ya que el software utiliza ecuaciones y cálculo complejos, tardando en procesar la obtención de resultados con un mínimo de tiempo de 1 horas.

Los resultados obtenidos en esta investigación, permitirán establecer criterios de investigación sobre el conocimiento del comportamiento de la estructura, más allá del rango elástico, la misma que permitirá generar nuevos estudios, teniendo como base el análisis no lineal.

Los resultados obtenidos en esta investigación, facilitará a los ingenieros el uso del programa estructural. Además, en evaluar el desempeño de una estructura antigua

o nueva de manera teórica, en analizar el comportamiento no lineal de las secciones y materiales de los elementos estructurales en su etapa de colapso, en reforzar los conocimientos sólidos del rango no lineal y pasar al método análisis no lineal tiempo – Historia y otros temas derivados de esta.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, ubicado en el Distrito de la Esperanza, Trujillo, analizó que el módulo 1 y 2, se encontraron en un punto de desempeño máximo de seguridad de vida (LS) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso para la dirección X. Para la dirección Y, se analizó que el módulo 1 y 2 se encontraron en un punto de desempeño máximo funcional (F) hasta un sísmico con tiempo de retorno de 72 años. Para los sismos con tiempo de retorno de 450 años y 975 años, se encontraron en colapso.
- Se determinó la curva demanda capacidad, en donde se observó que la cortante máxima de resistencia de la estructura es de 656.322 tonf con un desplazamiento de 0.1581 m en la dirección X – ANLE M1 XX. También se observó que la cortante máxima de resistencia de la estructura es de 1023.7692 tonf con un desplazamiento de 0.3741 m, en la dirección Y – ANLE M1 YY todo esto concerniente al módulo 1. Para el módulo 2, se determinó que la cortante máxima de resistencia de la estructura es de 596.312 tonf con un desplazamiento máximo de 0.2643 m, en la dirección X – ANLE M2 XX. También, se determinó que la capacidad máxima de resistencia de la estructura es de 638.7106 tonf con un desplazamiento de 0.23496 m, en la dirección Y – ANLE M2 YY.
- Con el análisis de fuerzas incrementales no lineal, se determinó que la mayor cantidad de concentración de rótulas en el módulo 1 y 2, se genera en las vigas con estados que varían entre “Ol”, “LS”, “CP”; siendo las columnas los elementos que tienen menor cantidad de aparición de rótulas que varían entre “Ol”, “LS”, “CP” y “C”, a excepción del análisis en la dirección X del módulo 1, en la que, no existe aparición de rótulas en columnas con un estado de “C”.
- Se determinó el punto del comportamiento de la estructura aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440 en los diferentes peligros de amenaza sísmica, sectorizadas por los parámetros del ATC 40 y SEAOC Vision 2000, en la dirección “X” y “Y” del módulo 1 y 2 se determinó que con norma ASCE 41-13, los puntos de comportamiento estaban dentro de la curva capacidad

, pero con el FEMA 440, algunos puntos estaban fuera de la curva capacidad, esto es debido a que la estructura no es capaz de llegar hasta su resistencia. También se debe a que con la norma anteriormente mencionada es más rigurosa con sus resultados. Entonces la propuesta de diseño de concreto armado los módulos 1 y 2, de la estructura de 8 niveles cumplen con el sismo de diseño, estando en “LS”.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar columnas compuestas y colocarlas en las columnas que presentan concentraciones de rótulas plásticas en estado de “CP” y “C”, puesto que la filosofía del ASCE 41-13 y el FEMA 440 nos indica que las rótulas deben de aparecer en vigas mas no en columnas, es decir, que primordialmente debe fallas las vigas antes que las columnas.
- Es recomendable realizar un análisis no lineal tiempo historia, para determinar su comportamiento más real, puesto que esta involucra los modos de vibración, registros sísmicos ocurridos en nuestro país que ayudaran tener una respuesta más real que el análisis no lineal estático. Este método es la cúspide de la ingeniería estructural.
- Para reducir la concentración de rótulas plásticas y dimensiones de columnas en los módulos que conforman la estructura evaluada, es recomendable como alternativa de solución incorporar elementos de disipación de energía, como elementos viscosos y aisladores sísmicos. Con la incorporación de esta, posiblemente la estructura no necesitará de colocación de muros de corte, esto dependerá del análisis previo.
- Es recomendable realizar un análisis sísmico centrado en el comportamiento de interacción suelo - estructura, ya que, como sitio de estudio en un suelo arenoso, muchos especialistas comentan que cuando es un suelo arenoso, el apoyo real en la estructura no necesaria es empotrado perfecto si no, otro tipo de apoyo que puede generar repercusiones en el comportamiento de la estructura.
- Se recomienda realizar un análisis sísmico incorporando el efecto p – delta, el cual es el aumento del esfuerzo debido a las deformaciones presentes en los elementos estructurales. Este fenómeno ocurre en edificios altos.
- Por último, análisis no lineal es un método que no solo sirve para validar o analizar una propuesta de diseño, sino también para evaluar el estado de estructuras existentes, por ejemplo: el uso de este método es ideal en estructuras históricas, en donde su ubicación es propensa a sismos severos, el uso en estructuras importantes como hospitales, instituciones, estados, puentes, etc.

## REFERENCIAS

**ASCE/SEI 41-17. 2017.** *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.* Reston, Virginia : American Society of Civil Engineers, 2017.

**Avalos, Ricardo. 2020.** *EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE MUROS ESTRUCTURALES DE 14 NIVELES MEDIANTE ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL “PUSHOVER”, TRUJILLO 2020.* Trujillo : s.n., 2020.

**Barroso, Mercy. 2022.** *Interacción pórtico-Mampostería en edificaciones de estructura metálica.* Cuenca : Universidad Católica de Cuenca, 2022.

**Cabrera, Esteban y Borja, Fabián. 2020.** *Importancia del análisis por desempeño en el proceso de diseño de un edificio de hormigón armado para uso educativo, ubicado en la ciudad de Cuenca-Ecuador.* 2020.

**Calcina, Ramón. 2017.** *EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE ONCE PISOS UTILIZANDO ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NO-LINEAL.* Tacna : Repositorio Universidad de Tacna, 2017.

**Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. 2020.** Sismos ocurridos al oeste y suroeste de Trujillo (La Libertad) fueron ocasionados por interacción de placas Nazca y Continental. [En línea] gob.pe, 02 de 10 de 2020. [Citado el: 20 de 04 de 2023.] <https://www.gob.pe/institucion/indeci/noticias/305662-sismos-ocurridos-al-oeste-y-suroeste-de-trujillo-la-libertad-fueron-ocasionados-por-interaccion-de-placas-nazca-y-continental>.

**Chuquicahua, Dairy. 2020.** *ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO CON DISIPADORES DE ENERGÍA SLB EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.* Chiclayo : s.n., 2020.

**Cisneros de la Cruz, Walter y Gonzales, Diego. 2021.** *Análisis Estático no Lineal y Desempeño Sísmico de los Módulos v y vi de la I.E Hermanos Blancos-Trujillo 2021.* Trujillo : s.n., 2021.

*Comparative study on Conventional Design and Capacity Based Design approaches for RC Building using Pushover Analysis.* **Vasu, Patel, y otros. 2019.** 5, Surat : Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), 2019, Vol. 6.

**Condori, Pedro.** 2022. “*Evaluación estructural y determinación de la vulnerabilidad sísmica, mediante el análisis no lineal pushover del templo Santa María Magdalena, Ayacucho – 2022*”. Universidad Cesar Vallejo. Ayacucho : s.n., 2022.

**Diego Hoces, Rully.** 2021. *EVALUACIÓN POR DESEMPEÑO SÍSMICO Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO, HUACHO-2020*. Huacho : UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, 2021.

**Estrada Arana, Katherine Paola y Vivanco Pesantez, Nicole Alejandra.** 2019. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador*. Iquitos : Repositorio Digital - EPN, 2019.

**Estrada, Katherine.** 2019. *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DEL REFORZAMIENTO DE UNA VIVIENDA DE TRES PISOS UBICADA EN EL NORTE DE QUITO - ECUADOR*. Quitos : Repositorio Digital - EPN, 2019.

**Geyer, Adelina.** 2020. "Así es el Taal, uno de los volcanes más curiosos y amenazadores del cinturón de fuego". [En línea] 13 de 1 de 2020. [Citado el: 20 de 04 de 2023.] <http://hdl.handle.net/10261/224492> ; <https://www.lavanguardia.com/natural/20200113/472876183847/taal-uno-de-los-volcanes-mas-curiosos-y-amenazadores-del-cinturon-de-fuego.html>.

**Herrera, Juan.** 2019. *Performance-Based Seismic Design of structural walls using a hysteretic multilinear model*. Manizales, Colombia : RESEARCHGATE, 2019.

**Huerta Ramírez, Leslie Caroll.** 2017. *ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CPU - UNASAM CON DISIPADORES DE ENERGIA DE FLUIDO VISCOSE*. Huaraz : Repositorio Institucional - UNASAM, 2017.

**Instituto Nacional de Defensa Civil, (INDECI).** 2023. ¿Qué hacer en caso de sismo? [En línea] gob.pe, 16 de 03 de 2023. [Citado el: 20 de 04 de 2023.] <https://www.gob.pe/1053-que-hacer-en-caso-de-sismo>.

**La Rosa, Jhonathan y Villa, Giuseppe. 2019.** *COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO PRISMA TOWER MEDIANTE EL ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL*, LIMA 2019. Lima : Repositorio Institucional - URP, 2019.

**Lloclle, Adolfo. 2021.** *Evaluación de desempeño estructural utilizando Análisis Estático no lineal (Pushover) del bloque del nivel secundario del colegio Emblemático Ladislao Espinar ubicado en la ciudad de Espinar – Cusco*. Cusco : s.n., 2021.

**Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2008.** *NTE. 020 Cargas*. Lima : El Peruano, 2008.

—. 2018. *NTE. 030 Diseño Sismorresistente*. Lima : El Peruano, 2018.

—. 2018. *NTE. 050 Suelo y Cimentaciones*. Lima : El Peruano, 2018.

—. 2009. *NTE. 060 Concreto Armado*. Lima : El Peruano, 2009.

**Moreno, Nicolás. 2017.** *Efecto de las fibras de acero sobre el confinamiento de columnas de concreto*. Bogota : Universidad Militar Nueva Grana, 2017.

**Muñoz, Alejandro. 2020.** Comentarios de la Norma Peruana E.30 Diseño Sismorresistencia. [En línea] SENCICO, 07 de 2020. [Citado el: 19 de 04 de 2023.] [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS\\_A\\_LA\\_NORMA\\_PERUANA\\_E.030\\_DISE%C3%91O\\_SISMORRESISTENTE.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISE%C3%91O_SISMORRESISTENTE.pdf).

**OECD. 2018.** Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, : s.n., 2018.

**Paredes, Elias. 2020.** *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de 14 niveles mediante análisis estático no lineal “pushover”, Trujillo* 2020. Trujillo : s.n., 2020.

**Poma de la Cruz, Jose Luis. 2018.** *Software educativo para la automatización del análisis no lineal estático pushover en estructuras de concreto armado*. Lima : Repositorio de Tesis PUCP, 2018.

**Porras, Jessenia.** 2019. *Estabilidad sísmica de una edificación de 8 pisos con Sistema Dual aplicando diseño por desempeño*, San Martín de Porres 2019. San Martin de Porres : s.n., 2019.

**Portal, Cesar.** 2022. *ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO*. Chiclayo : Repositotio de Tesis USAT, 2022.

*Post-earthquake assessment of moderately damaged reinforced concrete plastic hinges.* **Marder, K, y otros.** 2020. Nueva Zelanda : Earthquake Spectra, 2020, Vol. 36.

*Post-restoration seismic performance assessment of a historic hypostyle mosque in Anatolia (13th century AD).* **Cosgun, Turgay, y otros.** 2023. Turquia : ELSEVIER, 2023, Vol. 18.

**Ramirez, Jazmina, y otros.** 2018. *Metodología de la Investigación e Investigación Aplicada para Ciencias Economicas y Administrativas*. Estelí : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA, 2018.

**Ramírez, Juan.** 2022. *Evaluación del comportamiento sísmico del edificio Torre Bosh mediante análisis no lineales estático y cronológicos*. Bogota : s.n., 2022.

**Reyes, Carlos.** 2020. *Estudio comparativo del modelo de rotulas plásticas por el método de las fibras y el modelo de tablas del ASCE 41-13, aplicado al análisis no lineal del bloque A de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*. Ambato : s.n., 2020.

**Saldaña, Ross gri.** 2020. *NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS PROYECTADAS PARA EL AÑO 2017 -2018 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA*. Cajamarca : s.n., 2020.

**SOLIDWORKS.** 2021. Perspectiva general del análisis estático no lineal. [En línea] DASSAULT S4STEMES, 2021. [Citado el: 05 de 04 de 24.] [https://help.solidworks.com/2021/spanish/SolidWorks/cworks/c\\_nonlinear\\_static\\_analysis\\_overview.htm](https://help.solidworks.com/2021/spanish/SolidWorks/cworks/c_nonlinear_static_analysis_overview.htm).

**SOLIDWORKS.** 2019. No linealidades estructurales. [En línea] 2019. [Citado el: 07 de 04 de 2024.]

[https://help.solidworks.com/2019/spanish/SolidWorks/cworks/c\\_Structural\\_Nonlinearities.htm?format=P&value=..](https://help.solidworks.com/2019/spanish/SolidWorks/cworks/c_Structural_Nonlinearities.htm?format=P&value=..)

**Tinipuclla, Alvaro. 2020.** *Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020.* Lima : s.n., 2020.

**Tocto, Samuel. 2018.** *Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región La Libertad, 2018.* La libertad. Trujillo : s.n., 2018.

**Vega, Gerson. 2021.** “*EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL Y LA AFECTACIÓN DE LA ESTRUCTURA POR SISMO DE UN EDIFICIO ESTRUCTURADO A BASE DE MDL DEL CONDOMINIO CIUDAD VERDE 4TA ETAPA, LIMA 2021*”. Lima : s.n., 2021.

**Villoldo, María. 2021.** *Pandeo lineal y no lineal de estructuras de vigas.* Madrid : ARCHIVO DIGITAL UPM, 2021.

## ANEXO

### ANEXO N°1.

Tabla 16. Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V.I Análisis no lineal estático	Según (Calcina, 2017), es una herramienta de desarrollo en análisis muy poderosa, para verificar y justificar la vulnerabilidad y reforzamiento de una estructura debido a la observancia de rotulas plásticas.	El análisis no lineal estático, es una metodología más confiable y mejor que el análisis de fuerzas estáticas equivalentes, en la que puedes obtener el desempeño o comportamiento de una estructura modelada, frente a una amenaza sísmica.	Curva demanda capacidad.	Estado último. Esfuerzo de fluencia.	límite
V.D Estructura (Vivienda multifamiliar)	Según (Estrada, 2019), es una serie estable, conformada de finitos elementos unidos entre otros, a través de nudos o justa con la función de transmitir las cargas actuantes al suelo de fundación.	Es un conjunto de elementos conformado mínimamente por dos elementos verticales y uno horizontal con sus respectivos apoyos en la base, en la que se mantienen unidos a través de los nudos rígidos.	Comportamiento sísmico.	Rótulas plásticas. CP C	IO LS Razón Espectro de respuesta.

Tabla 17. Matriz de consistencia.

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema general</b> ¿Cómo es la sísmico mediante el estimación del análisis no lineal estático comportamiento de una vivienda sísmico mediante multifamiliar de 8 niveles, la el análisis no lineal estático de Esperanza, Trujillo.	<b>Objetivo general</b> Estimar el comportamiento lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, la estimar el comportamiento sísmico.	<b>Hipótesis general</b> Mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, se podría estimar el comportamiento sísmico.	<b>Antecedentes locales:</b> - "Análisis estático no lineal y desempeño sísmico de los módulos V y VI de la I.E. Hermanos Blanco - Trujillo 2021" (Cisneros de la Cruz, y otros, 2021).	<b>Tipo y diseño de investigación:</b> Cuantitativa <b>Tipo:</b> Aplicada. <b>Propósito:</b> Aplicada. <b>Por el diseño:</b> No experimental. <b>Diseño de investigación:</b> No experimental <b>Unidad de análisis:</b> Transversal descriptivo
<b>Problemas específicos</b> ¿Cómo es la determinación de límite de rotación de las la curva de rótulas plásticas mediante demanda capacidad de la	- Determinar la curva de demanda capacidad de una vivienda multifamiliar de 8 niveles mediante el análisis no lineal estático. - Determinar el estado de una vivienda multifamiliar se podría estimar la curva de demanda capacidad.	<b>Hipótesis específicas</b> - Mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar se podría estimar la curva de demanda capacidad.	- "Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región La Libertad, 2018" (Tocto, 2018).	<b>Población:</b> La población que se establecerá en la estructurales de 14 niveles presente investigación, mediante análisis estático no son todas las viviendas
		- Mediante el análisis no lineal estático de		

<p>vivienda de una vivienda multifamiliar de 8 niveles mediante el análisis no lineal estático? ¿Cómo es la determinación del peligro sísmico aplicando el criterio límite de los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440.</p> <p>¿Cómo es la estimación del punto del comportamiento</p>	<p>multifamiliar de 8 niveles. - Estimar el punto del comportamiento sísmico de una vivienda multifamiliar de 8 pisos para los diferentes niveles de rotación de las rótulas plásticas.</p> <p>multifamiliar de 8 niveles mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 pisos para los diferentes niveles de peligro aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440.</p>	<p>vivienda multifamiliar se podría estimar el estado límite de rotación de las rótulas plásticas.</p> <p>vivienda multifamiliar se podría estimar el punto del comportamiento sísmico para los diferentes niveles de peligro aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440.</p> <p>lineal “pushover”, Trujillo 2020” (Paredes, 2020).</p> <p><b>Antecedentes nacionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “Estabilidad sísmica de una edificación de 8 pisos con Sistema Dual aplicando diseño por desempeño, San Martín de Porres 2019” (Porras, 2019)</li> <li>- “Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017 -2018 en la ciudad de Cajamarca” (Saldaña, 2020).</li> <li>- “Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020” (Tinipuclla, 2020).</li> </ul> <p><b>Muestra:</b></p> <p>En el presente estudio se tomará como muestra la propuesta estructural de una vivienda multifamiliar de 8 pisos, ubicada en la Jerusalén, Distrito de la Esperanza, Provincia de Cajamarca, Trujillo, la Libertad.</p> <p><b>Técnicas e instrumento de recolección de datos:</b></p> <p><b>Técnicas:</b></p> <p>la observación; la revisión de documentos, normas y códigos.</p> <p><b>Antecedentes internacionales:</b></p>
---	--	--

sísmico de la vivienda multifamiliar de 8 niveles para los diferentes niveles de peligro sísmico aplicando los criterios del ASCE 41-13 Y FEMA 440?

- “Importancia del análisis por **Instrumentos**: La ficha desempeño en el proceso de recolección de datos y diseño de un edificio de la guía de observación. hormigón armado para uso **Análisis de datos**: educativo, ubicado en la ciudad Estadística descriptiva. de Cuenca-Ecuador” (Cabrera, y otros, 2020).
- “Evaluación del comportamiento sísmico del edificio Torre Bosh mediante análisis no lineales estático y cronológicos” (Ramírez, 2022).
- “Estudio comparativo del modelo de rótulas plásticas por el método de las fibras y el modelo de tablas del ASCE 41-13, aplicado al análisis no lineal del bloque A de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica” (Reyes, 2020).

## **ANEXO N°2.**

Tabla 18. Formato de guía de observación sobre datos generales de la edificación.

<b>DATOS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Título de proyecto:	
Responsables de estudio:	
Propietario:	
Dirección:	
Distrito:	Provincia:
Departamento:	Año del proyecto:
Número de pisos:	Uso:
Área del proyecto:	Altura de edificio:
Área libre:	Área techada:
Fecha de estudio:	Retiro Municipal:

Tabla 19. Formato de guía de observación de los parámetros sísmicos (NTP E.030).

<b>PARÁMETROS SÍSMICOS (NTP E.030)</b>		
	Descripción	Valor
Factor de zona		
Factor de suelo		
Periodo	Periodo Fundamental(T) Periodo que define plataforma de factor (TP)	
	Periodo que define el inicio de la zona del factor (TL)	
Factor de amplificación sísmica	Factor de ampliación sísmica (C)	
Categoría de edificación	Uso(U)	
Sistema Estructural	Reducción Sísmica (R)	
Distorsión de entre piso	Concreto armado	
Separación entre edificios	Separación Sísmica(S)	

Tabla 20. Formato de guía de observación de los parámetros de carga (NTP E.020).

<b>CARGAS (NTP E.020)</b>		
<b>Cargas Muertas</b>		
<b>Descripción:</b>	Valor	Unidades
Peso específico del concreto armado:		
Peso de Tabiquería:		
Losa Aligerada:		
Losa maciza:		
<b>Cargas Vivas</b>		
<b>Ocupación o Uso:</b>	Valor	Unidades
Vivienda:		
Corredores y Escaleras:		
Azotea:		
Otros:		

Tabla 21. Ficha resumen de obtención de investigaciones.

<b>Ficha Resumen</b>	
Título de investigación:	
Autores:	
Año de publicación:	
Lugar donde se realizó:	
Objetivos:	
Resumen:	
Resultados:	

Tabla 22. Formato de ficha de recolección de datos sobre desplazamiento vs cortante basal.

<b>Step</b>	<b>Desplazamiento</b> (m)	<b>Cortante basal</b> (Tonf)
0		
1		
...		

Tabla 23. Formato de ficha de recolección de datos sobre estado límite de rotación de las rótulas plásticas.

<b>Step</b>	<b>A-B</b>	<b>B-C</b>	<b>C-D</b>	<b>D-E</b>	<b>&gt;E</b>	<b>A-IO</b>	<b>IO-LS</b>	<b>LS-CP</b>	<b>&gt;CP</b>	<b>Total</b>
1										
2										
...										

Tabla 24. Formato de ficha de recolección de datos sobre resumen de desempeño estructural.

<b>Método de análisis</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sismo</b>			<b>Muy raro</b>
			<b>Frecuente</b>	<b>Ocasional</b>	<b>Raro</b>	
			Desplazamiento	Cortante	Desplazamiento	
<b>ASCE 41 - 13</b>						
<b>FEMA 440</b>						

### ANEXO N°3.

Figura 31. Matriz de evaluación y validación de experto N°1.

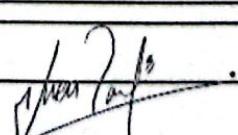
	Universidad César Vallejo	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		
MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Titulo de investigación:	"Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, La Esperanza, Trujillo".			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Nombre de Juez	JUAN PAUL EDWARD HENRÍQUEZ ULLOA			
Nº de registro CIP	118101			
Área de experiencia profesional	ESTRUCTURAL			
Grado profesional	Maestría <input checked="" type="checkbox"/> (X)	Doctorado <input type="checkbox"/> ( )		
Intitución donde labora	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
<p>Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumentos de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con el título de la investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se menciona las variables de investigación?	X		
4	¿Los instrumento de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto del estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencia:			 Firma de experto	

Figura 32. Matriz de evaluación y validación de experto N°2.

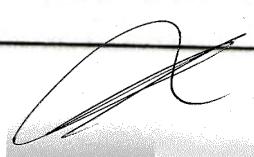
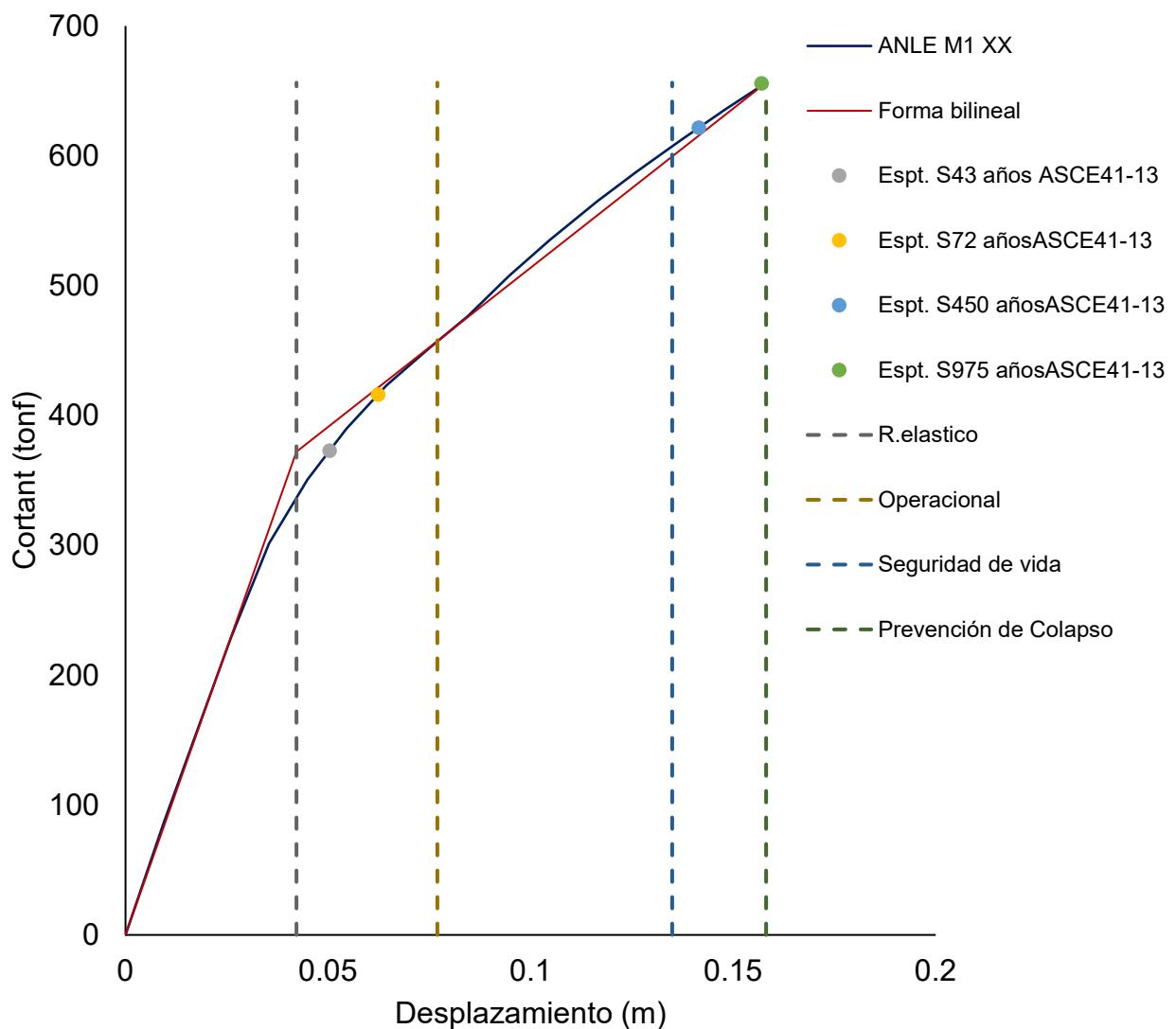
 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>			
<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de investigación:</b>	"Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, La Esperanza, Trujillo".			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico y estructural			
<b>Nombre de Juez</b>	<i>Luis Aníbal Cerna Rondón</i>			
<b>Nº de registro CIP</b>	<i>123512</i>			
<b>Área de experiencia profesional</b>	<b>ESTRUCTURAL</b>			
<b>Grado profesional</b>	Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado <input type="checkbox"/>		
<b>Intitución donde labora</b>	<i>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</i>			
<p>Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumentos de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con el título de la investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se menciona las variables de investigación?	X		
4	¿Los instrumento de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto del estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencia:				
				
Firma de experto				

Figura 33. Matriz de evaluación y validación de experto N°3.

 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>			
<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de investigación:</b>	"Estimación del comportamiento sísmico mediante el análisis no lineal estático de una vivienda multifamiliar de 8 niveles, La Esperanza, Trujillo".			
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico y estructural			
<b>Nombre de Juez</b>	<b>JUAN CARLOS MARTELL ORTÍZ</b>			
<b>Nº de registro CIP</b>	<b>153009</b>			
<b>Área de experiencia profesional</b>	<b>ESTRUCTURAL</b>			
<b>Grado profesional</b>	Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado <input type="checkbox"/>		
<b>Intitución donde labora</b>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>			
<p>Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumentos de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿Los instrumentos de recolección de datos tienen relación con el título de la investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se menciona las variables de investigación?	X		
4	¿Los instrumento de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿Los instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas de los instrumentos de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto del estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencia:				<i>Juan C. Martell Ortiz</i>
				Juan C. Martell Ortiz MSc. ING. CIVIL R. CIP 153009
Firma de experto				

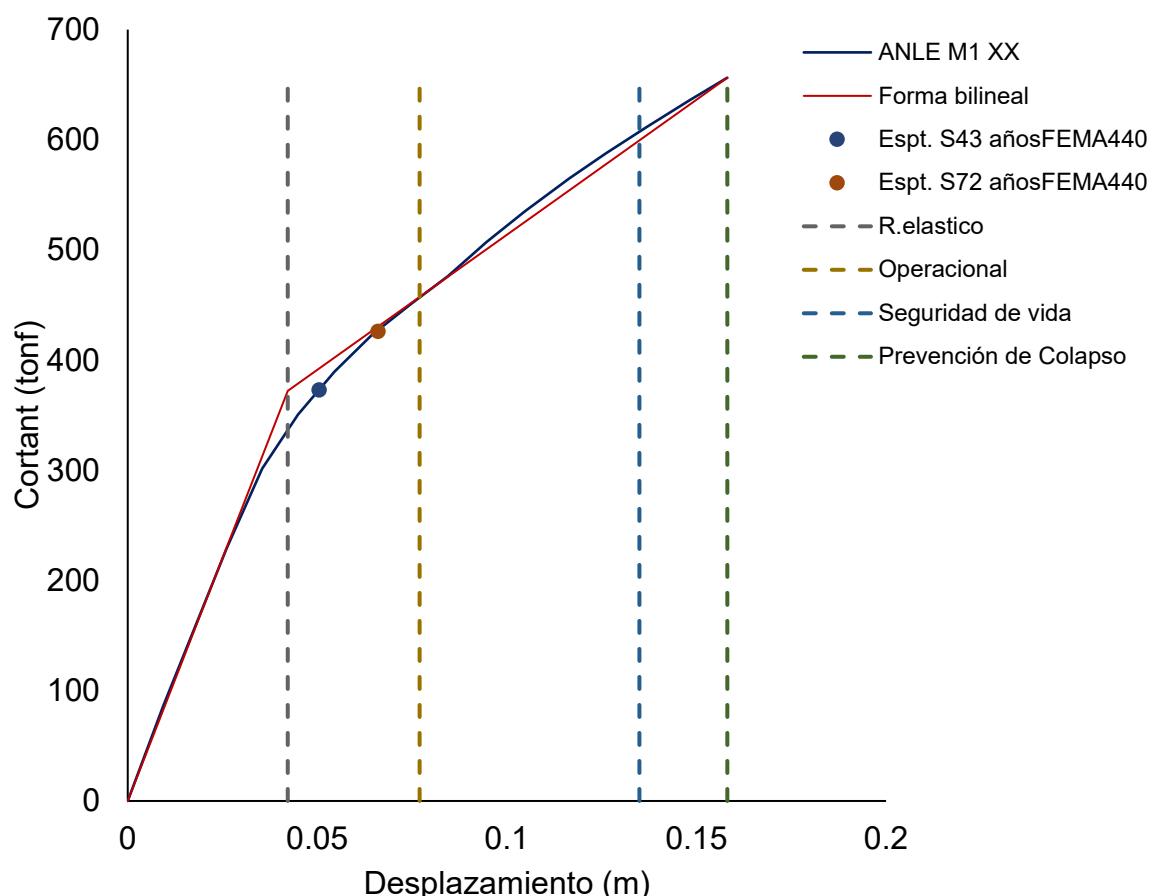
## ANEXO N°4

Figura 34. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 XX.



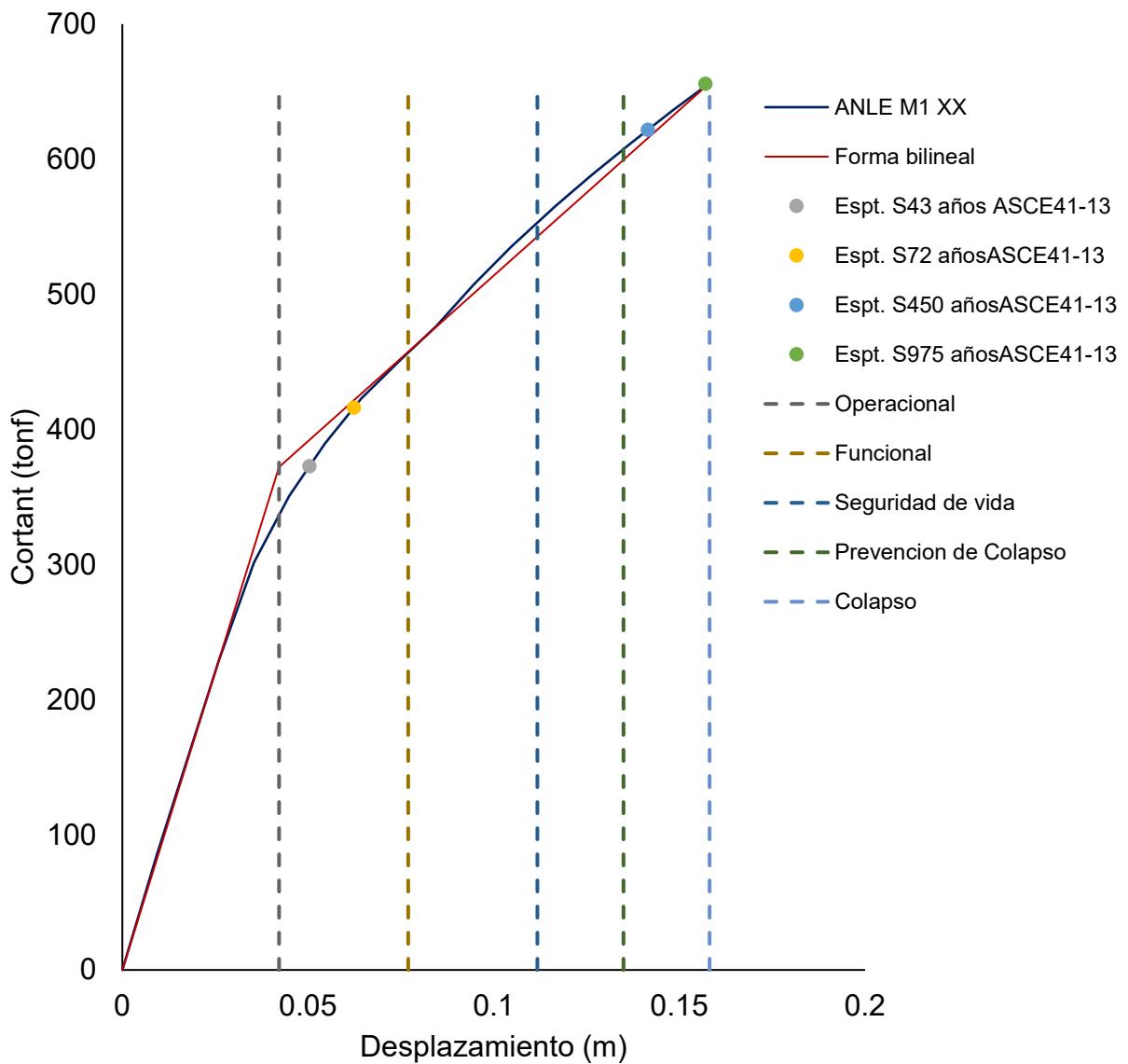
**Nota:** En la figura 34, se analizó la estructura en la dirección X mediante el ANLE M1 XX. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de prevención al colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 35. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 XX.



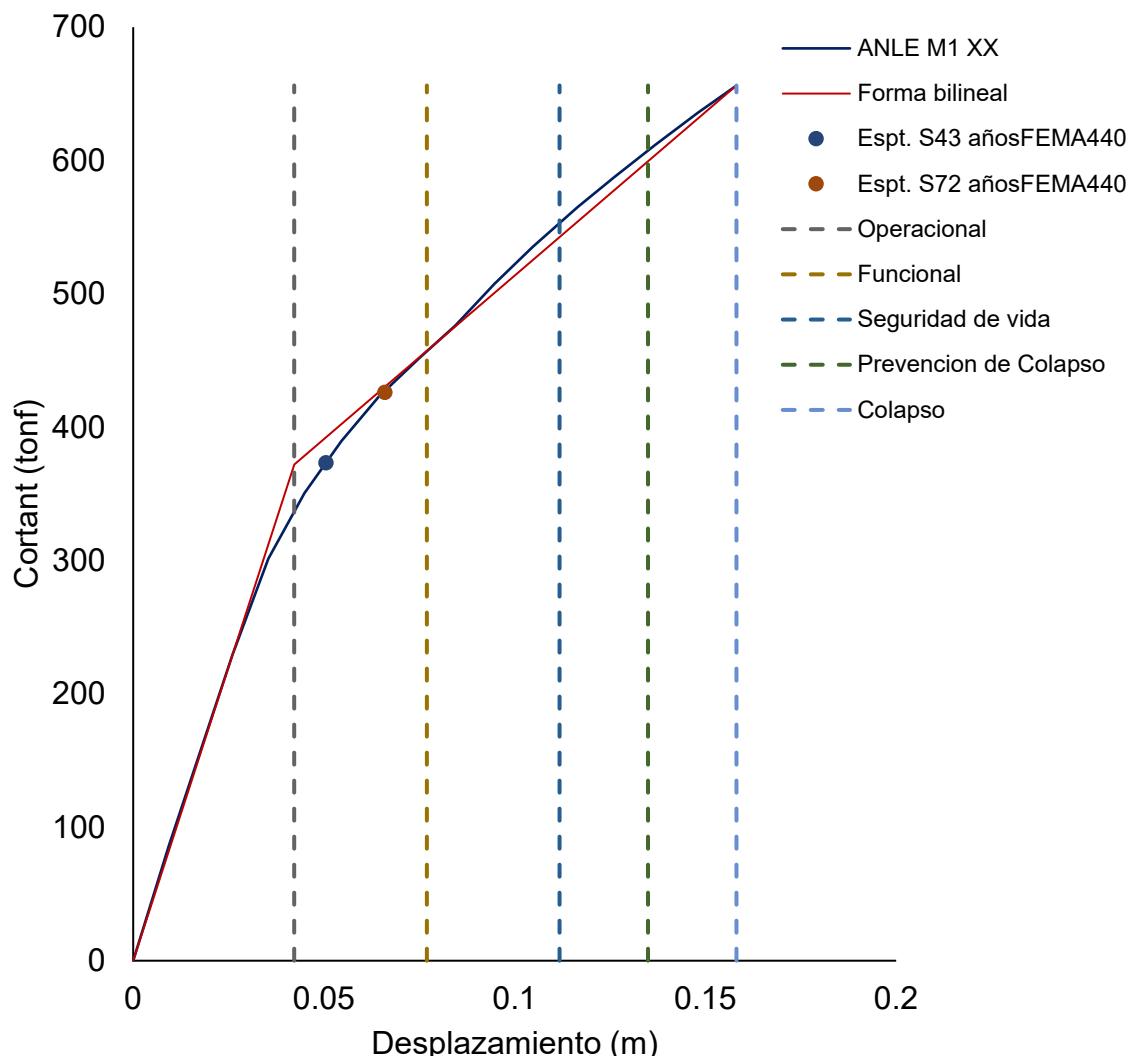
**Nota:** En la figura 35, se analizó la estructura en la dirección X mediante el ANLE M1 XX. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de prevención al colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 36. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M1 XX.



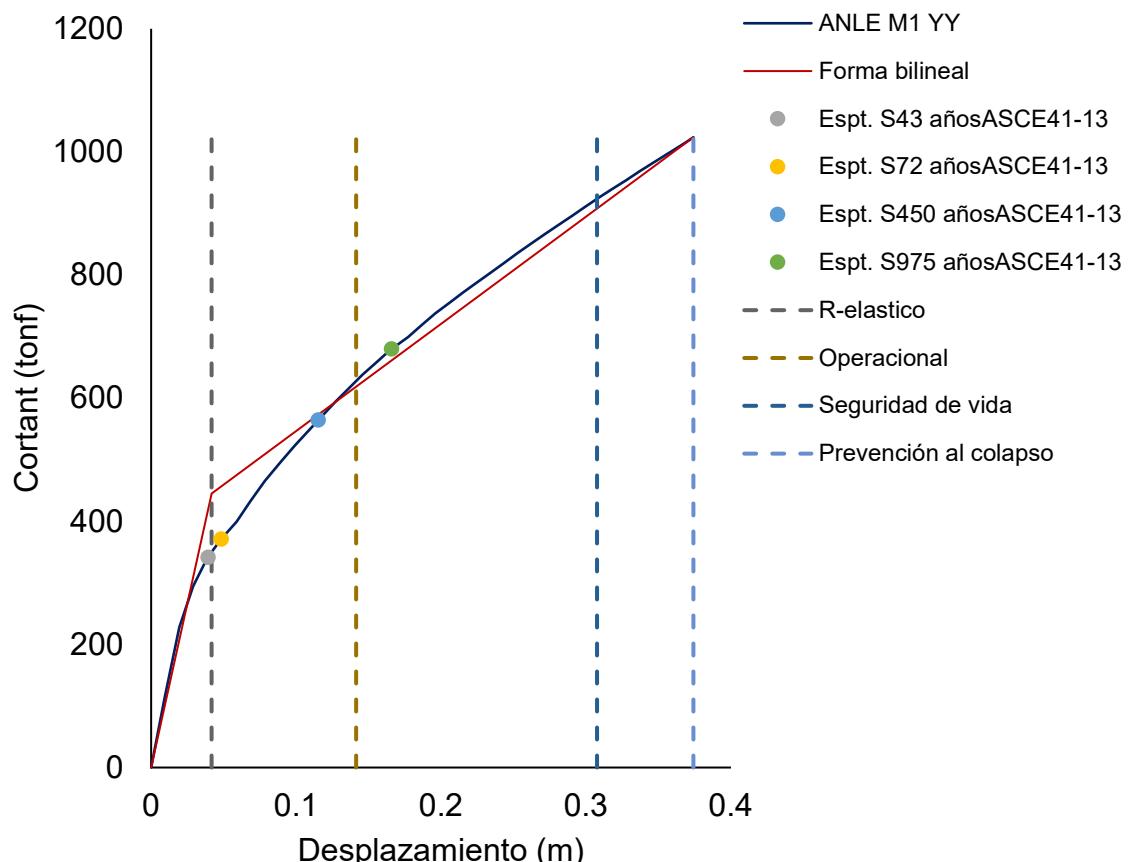
**Nota:** En la figura 36 se analizó la estructura en la dirección X mediante el ANLE M1 XX, Se obtuvo en la estructura un estado de seguridad de vida para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 37. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M1 XX.



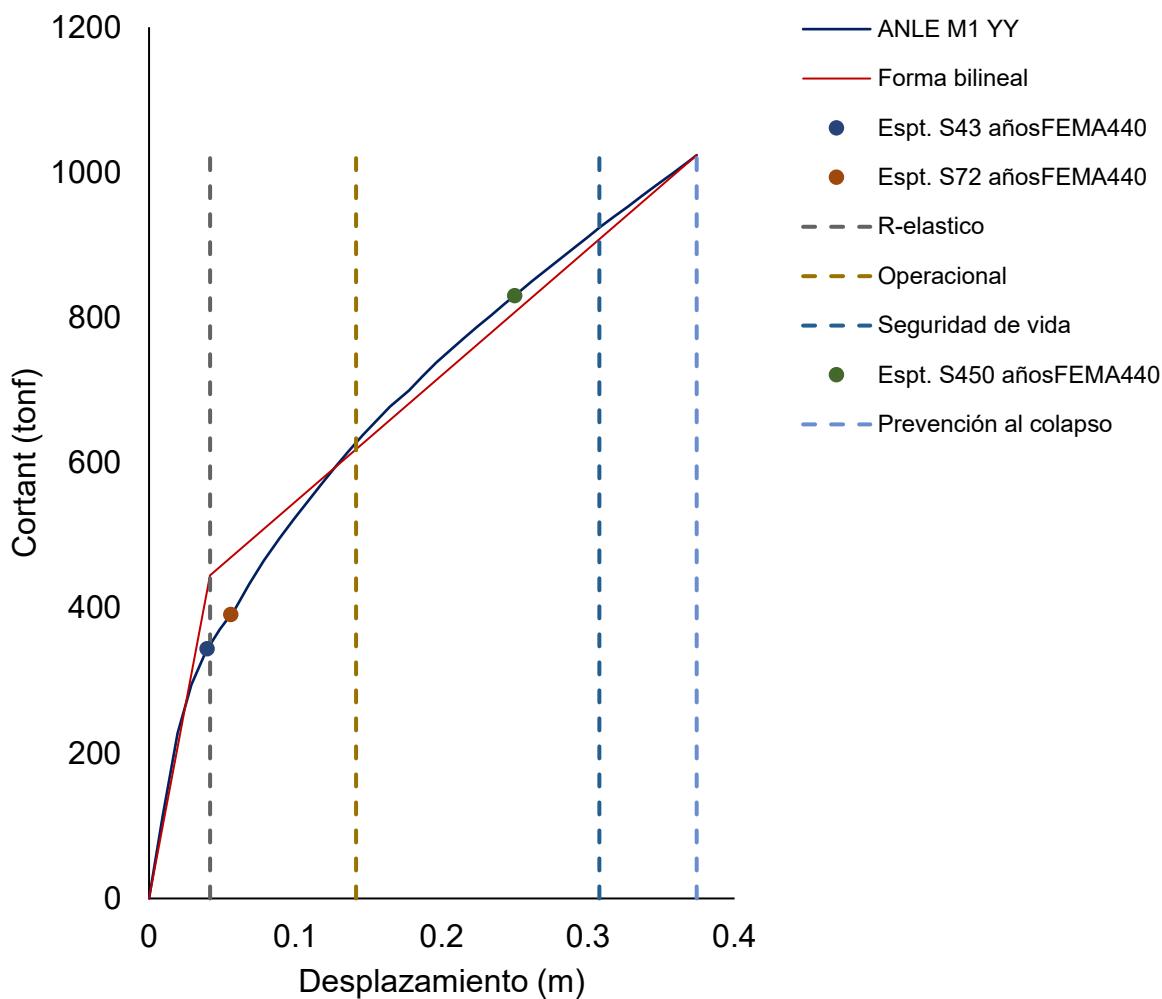
**Nota:** En la figura 37, se analizó la estructura en la dirección X mediante el ANLE M1 XX, Se obtuvo en la estructura un estado de seguridad de vida para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 38. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 YY.



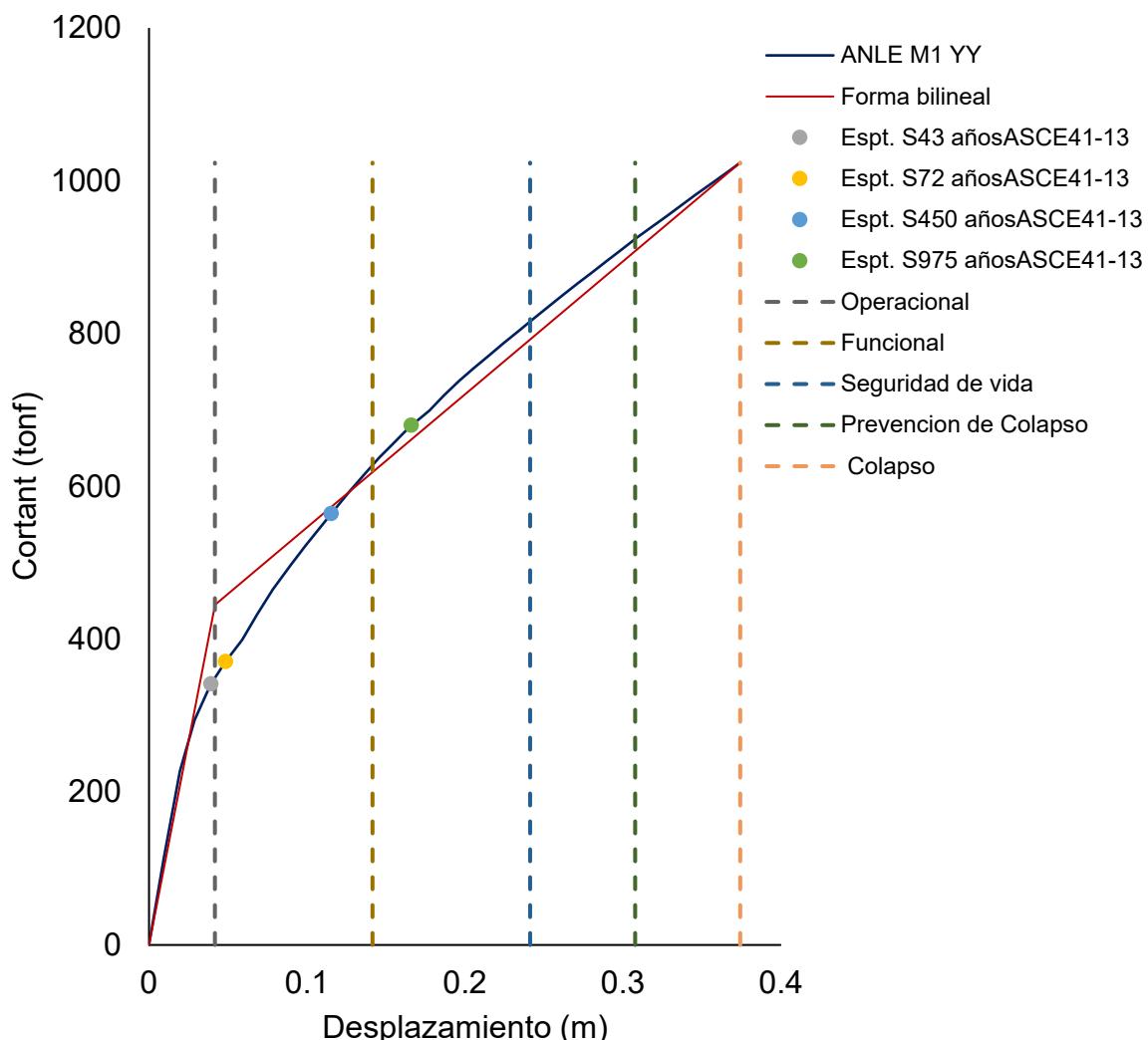
**Nota:** En la figura 38, se analizó la estructura en la dirección Y mediante el ANLE M1 YY. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años, S72 años y S450 años. Un estado de seguridad de vida para un sismo S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 39. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M1 YY.



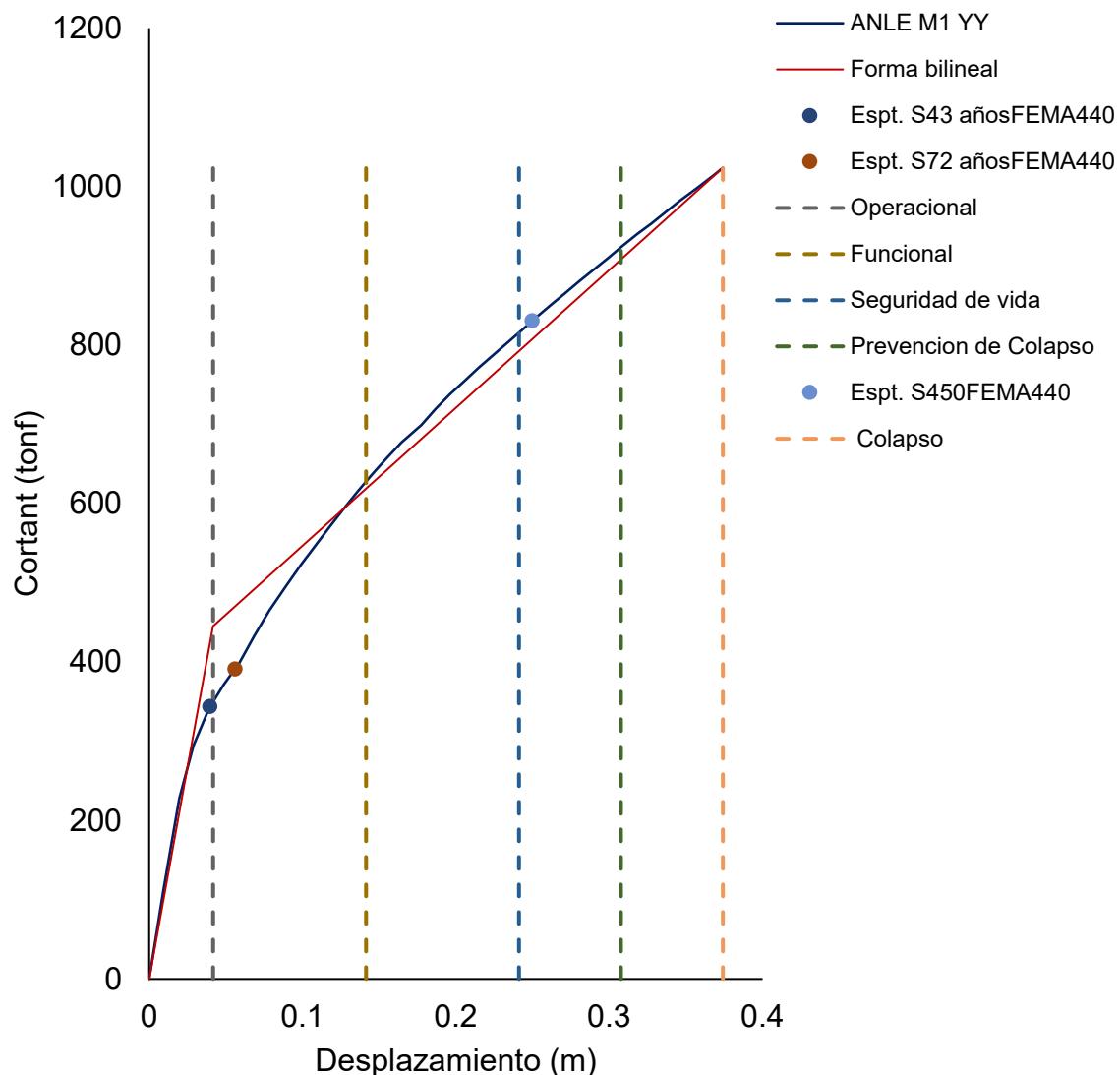
**Nota:** En la figura 39, se analizó la estructura en la dirección X, mediante el ANLE M1 YY. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de seguridad para un sismo S450 años y de prevención al colapso para un sismo S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 40. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M1 YY.



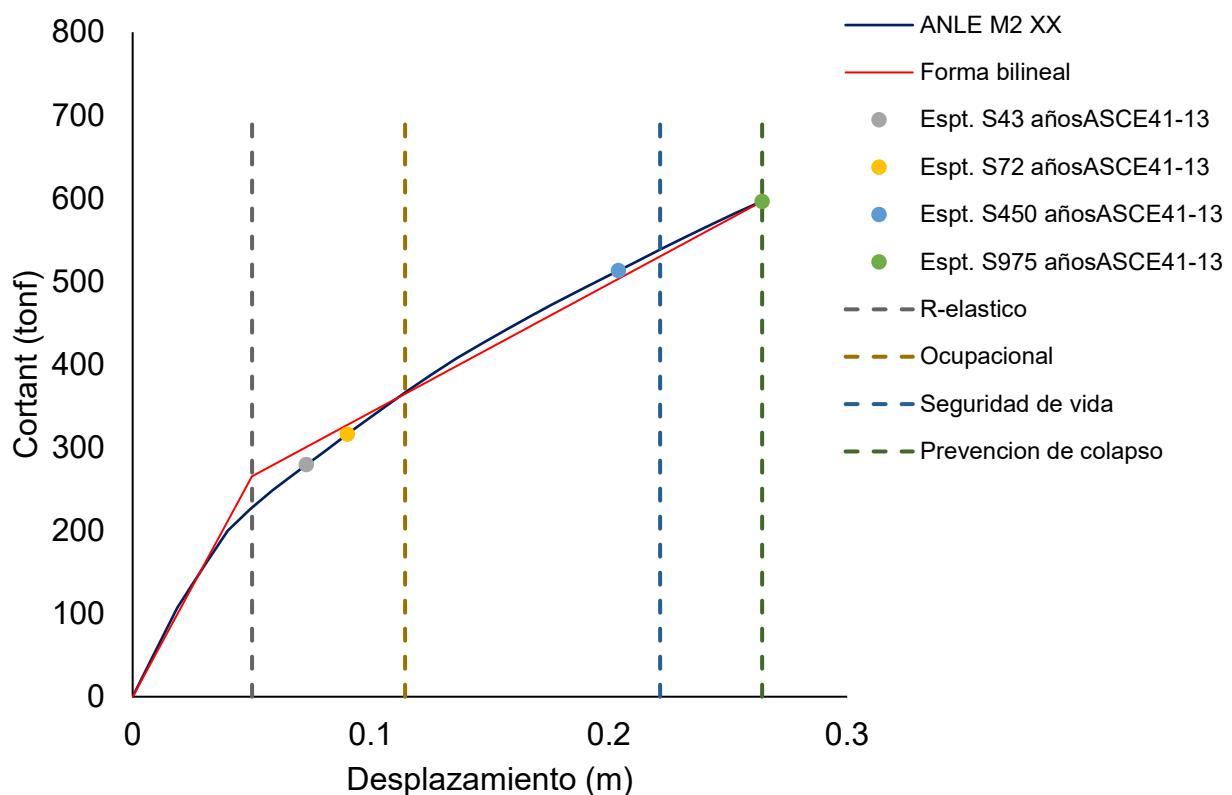
**Nota:** En la figura 40, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M1 YY. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años, un estado funcional para un sismo S72 años y 450 años. Un estado de seguridad de vida para un sismo S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 41. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M1 YY.



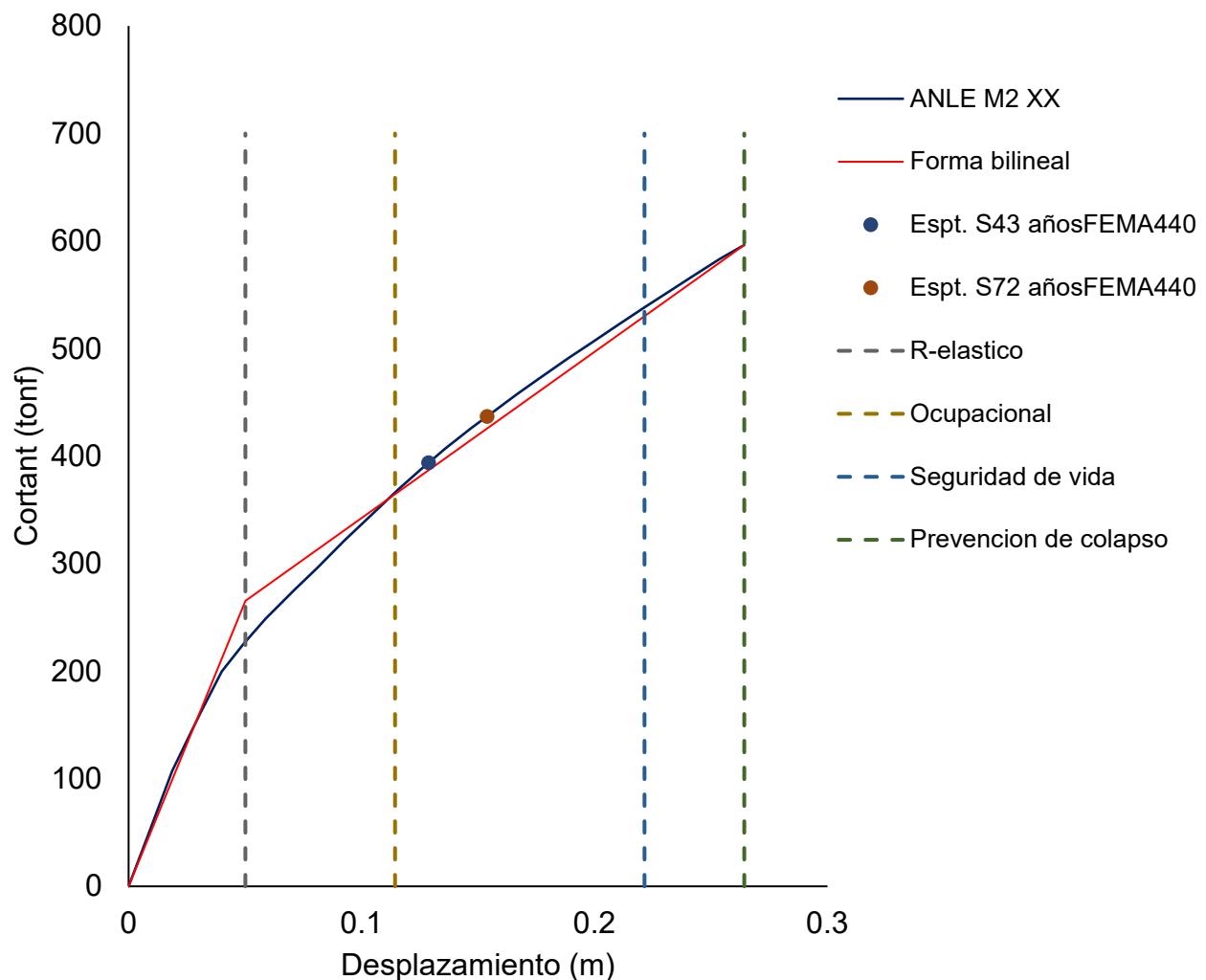
**Nota:** En la figura 41, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M1 YY. Se obtuvo en la estructura un estado funcional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de prevención al colapso para un sismo S450 años y de colapso para un sismo S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 42. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 XX.



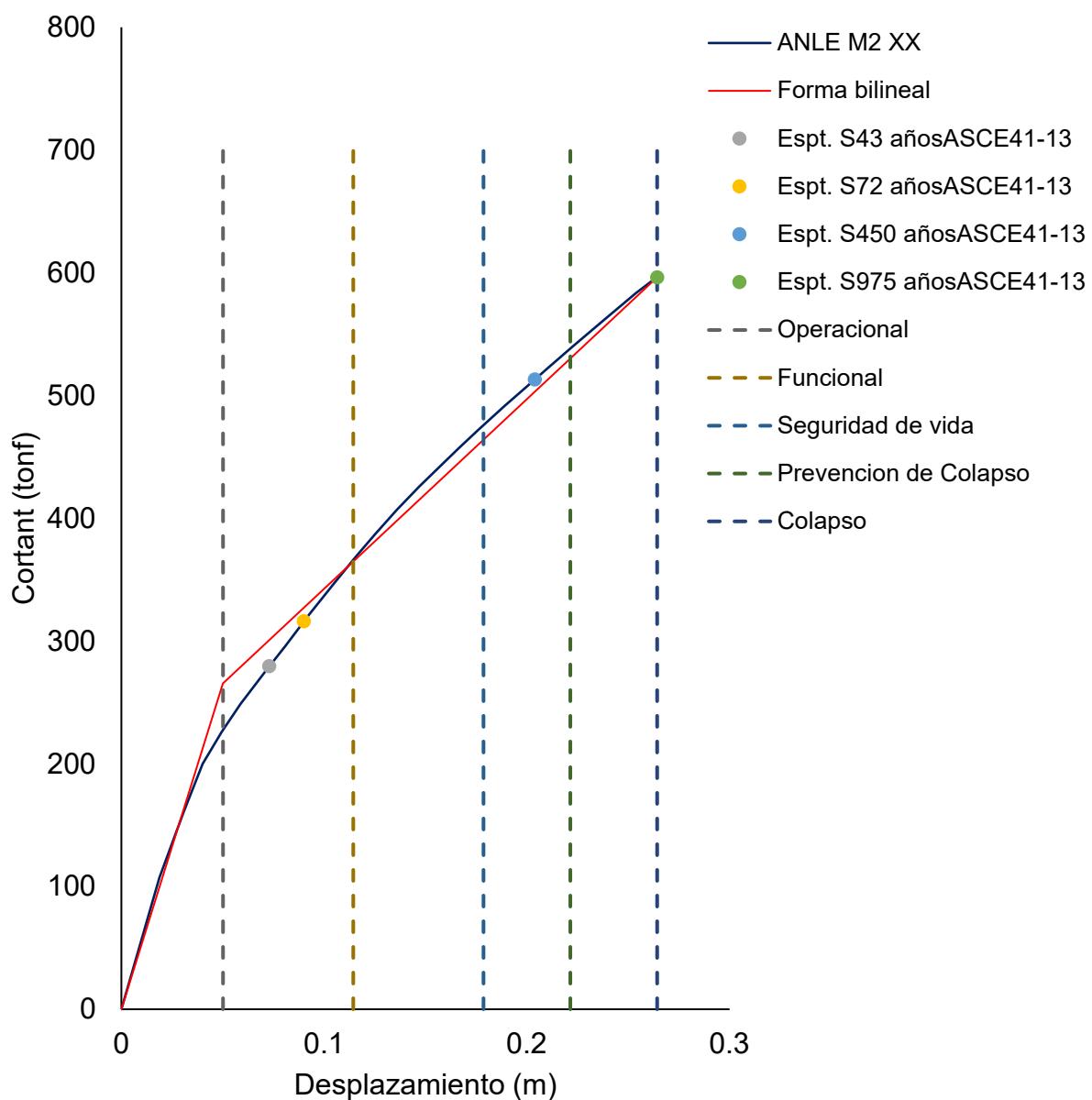
**Nota:** En la figura 42, se analizó la estructura en la dirección X, mediante el ANLE M2 XX. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de seguridad de vida para un sismo S450 años y prevención de colapso para un sismo de S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 43. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 XX.



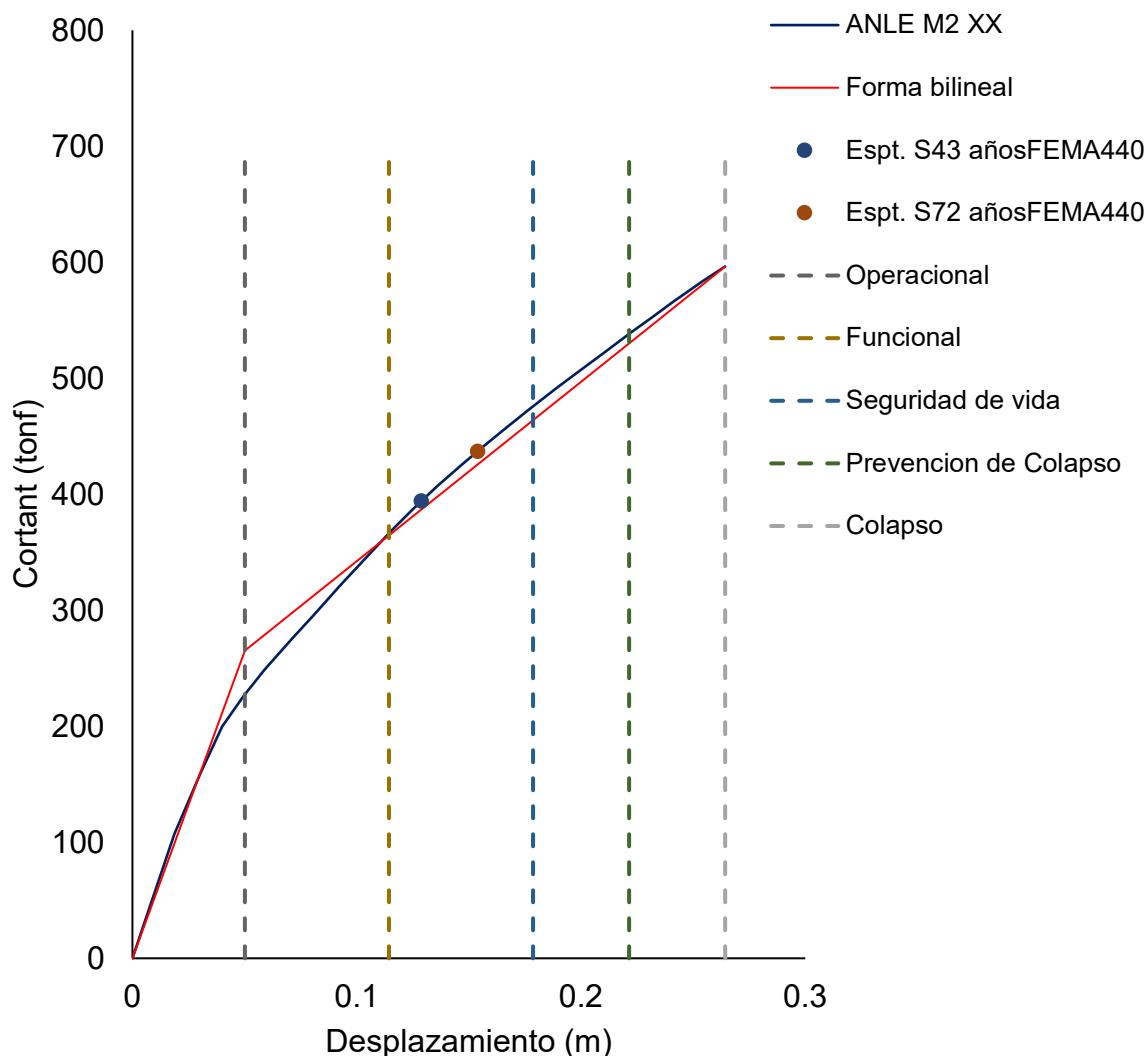
**Nota:** En la figura 43, se analizó la estructura en la dirección X, mediante el ANLE M2 XX. Se obtuvo en la estructura un estado de Seguridad de vida para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 44. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M2 XX.



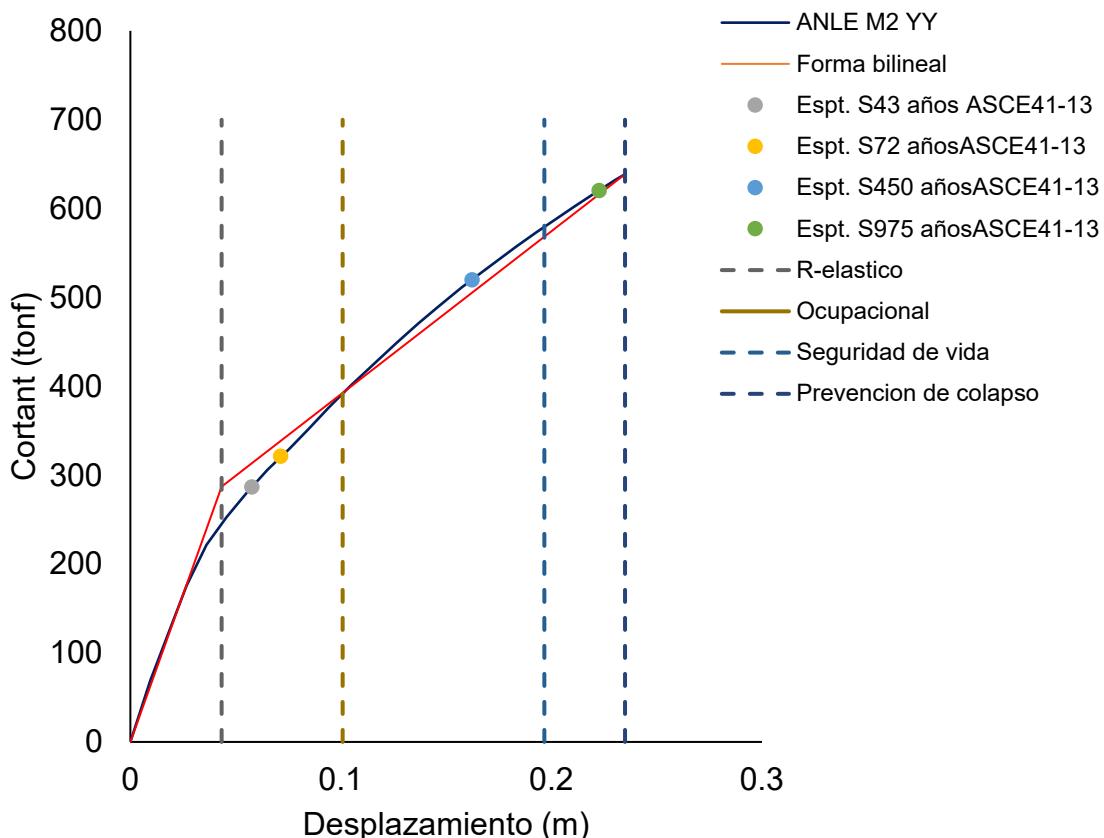
**Nota:** En la figura 44, se analizó la estructura en la dirección X, mediante el ANLE M2 XX. Se obtuvo en la estructura un estado funcional para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de prevención de colapso para un sismo S450 años y colapso para un sismo de S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 45. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M2 XX.



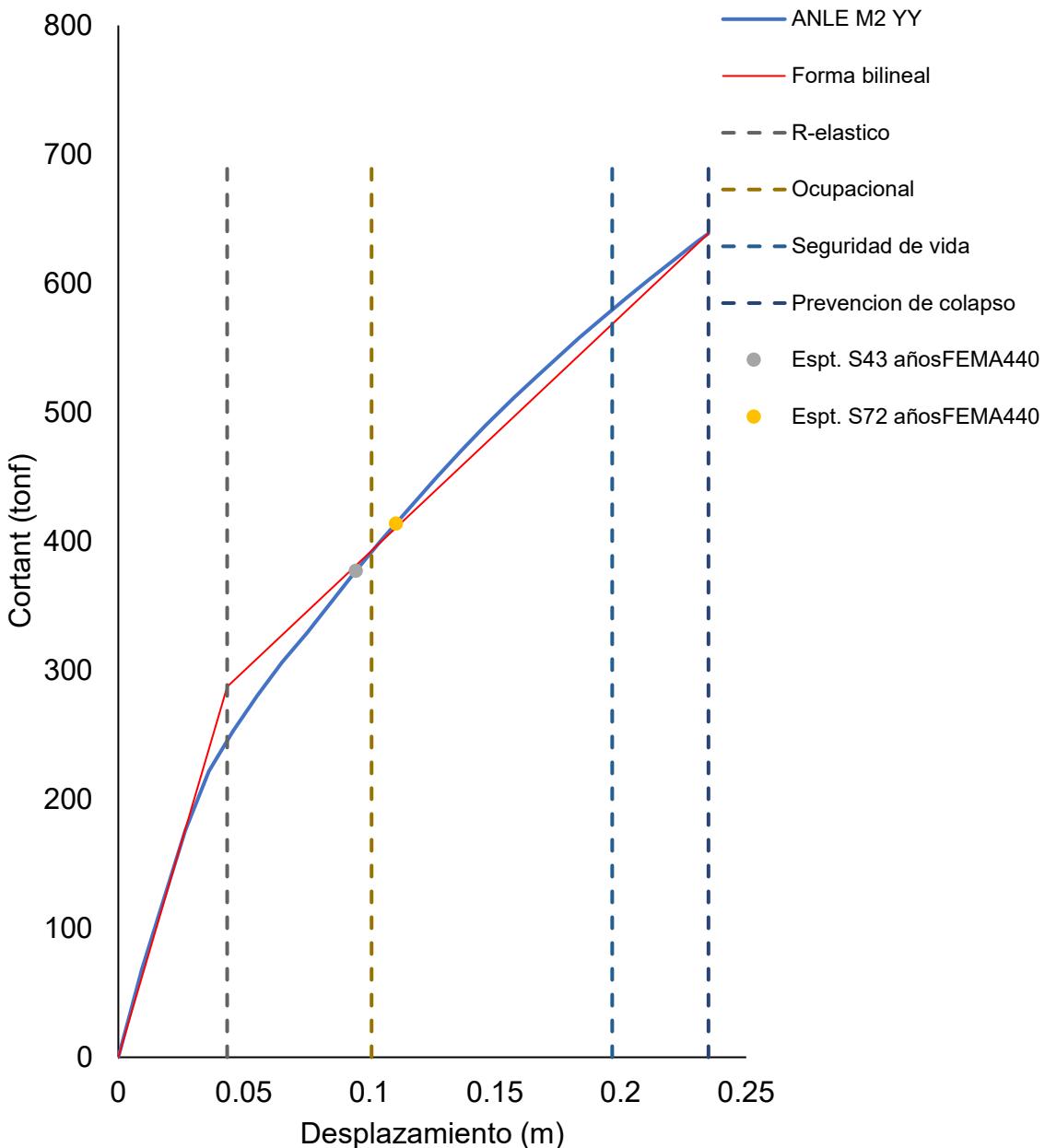
**Nota:** En la figura 45, se analizó la estructura en la dirección X, mediante el ANLE M2 XX. Se obtuvo en la estructura un estado de seguridad de vida para un sismo S43 años y S72 años. Un estado de colapso para un sismo S450 años y S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 46. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 YY.



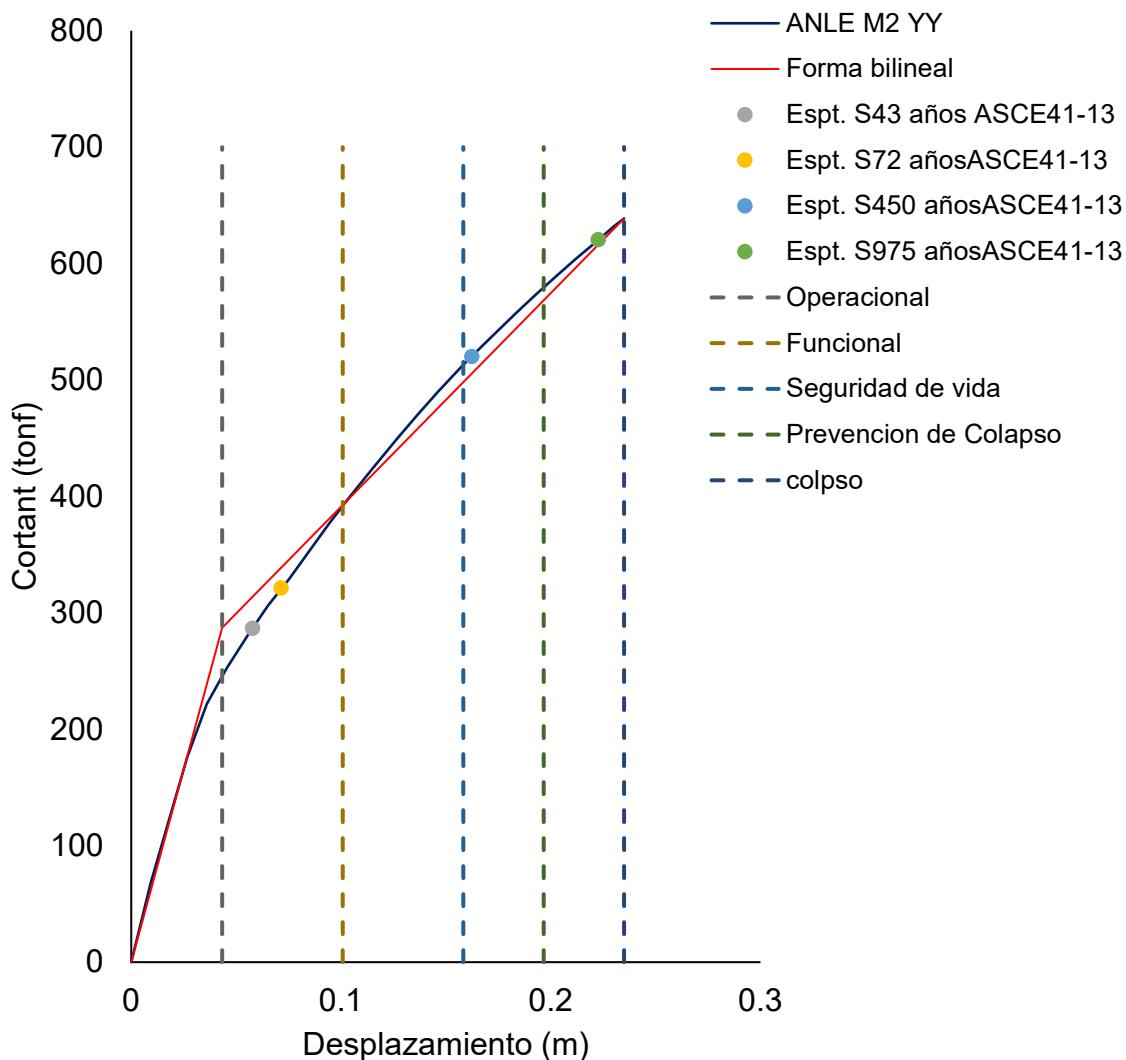
**Nota:** En la figura 46, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M2 YY. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años, S72 años. Un estado de Seguridad de vida para un sismo de S450 años y un estado de prevención de colapso para un sismo S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 47. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por ATC 40 – ANLE M2 YY.



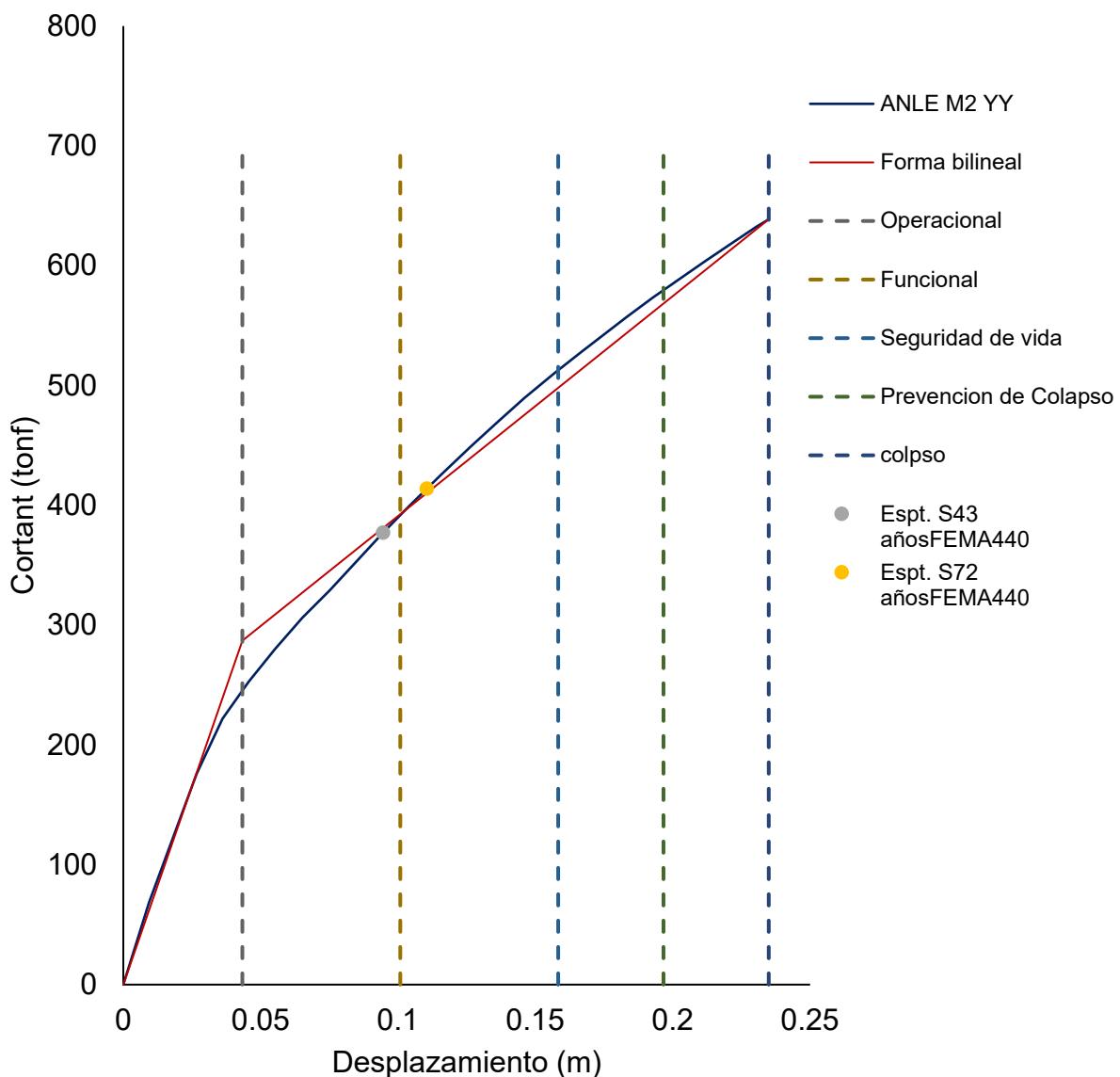
**Nota:** En la figura 47, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M2 YY. Se obtuvo en la estructura un estado operacional para un sismo S43 años. Un estado de seguridad de vida para un sismo de S72 años Y un estado de colapso para sismos de S450 años y S975 años, mediante la delimitación del ATC 40, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

Figura 48. Puntos de comportamiento sísmico ASCE 41-13 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 - ANLE M2 YY.



**Nota:** En la figura 48, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M2 YY. Se obtuvo en la estructura un estado funcional para un sismo S43 años y S72 años, se encuentra en estado de prevención al colapso para un sismo de 450 años y en estado colapso cuando el sismo es de 975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del ASCE 41-13.

Figura 49. Puntos de comportamiento sísmico FEMA 440 – Sectorizado por SEAOC Vision 2000 – ANLE M2 YY.



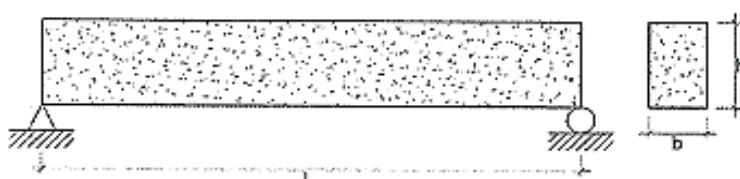
**Nota:** En la figura 49, se analizó la estructura en la dirección Y, mediante el ANLE M2 YY. Se obtuvo en la estructura un estado funcional para un sismo S43 años, en seguridad de vida para un sismo de S72 años y de colapso para un sismo S450 y S975 años, mediante la delimitación de SEAOC Vision 2000, con la aplicación de los parámetros del FEMA 440.

## ANEXO N°5

### 1. PREDIMENSIONAMIENTO

Este predimensionamiento de ha considerado para ambos módulos que constituye la estructura

#### A) VIGAS



VIGAS		1º CRITERIO	2º CRITERIO				
Peralte de vigas		Por categoría de edificación	Según sobrecarga:				
L <sub>n</sub> = Luz libre (Vigas principales o secundarias)		<b>A</b> $h = L_n/10$ <b>B</b> $h = L_n/11$ <b>C</b> $h = L_n/12$	<b>S/C</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>
<b>BASE</b>	$b = \frac{h}{2}$	$b = \frac{\text{ancho tributario}}{20}$					$b \geq 25\text{cm}$

#### CALCULO DE DIMENCION DE VIGAS

Descripción del elemento	Coef.	L <sub>n</sub> (m)	hc(m)	bc (m)	h(m)	b(m)	Dimensiones
<b>VP1</b>	<b>12</b>	5.94	0.500	0.25	0.50	0.25	<b>VP1 = 0.25 X 0.5</b>
<b>VP2</b>	<b>12</b>	3.8	0.320	0.16	0.35	0.25	<b>VP2 = 0.25 X 0.35</b>
<b>VS1</b>	<b>12</b>	0.8	0.070	0.035	0.20	0.15	<b>VS1 = 0.15 X 0.2</b>
<b>VS</b>	<b>12</b>	1	0.090	0.045	0.20	0.25	<b>VS = 0.25 X 0.2</b>

## B) LOSA ALIGERADA Y MACIZA

**TABLA 9.1**  
**PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES**

	Espesor o peralte mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

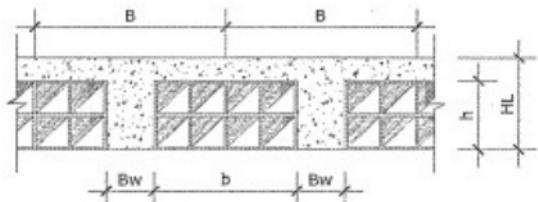
Para el diseño de losa aligerada utilizaremos la Tabla 9.1. Se considerara como una losa con ambos extremos continuos.

### DATOS:

$$L := 4.12 \text{ m}$$

$$ls := 0.05 \text{ m}$$

$$HL := \frac{L}{21} = 0.196 \text{ m}$$

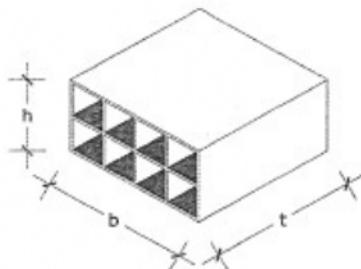


$$HL = 0.2 \text{ m}$$

$$h := HL - ls = 0.15 \text{ m}$$

Losa aligerada :  $HL = 0.2 \text{ m}$

$$b := 0.30 \text{ m}$$



### LOSA MACIZA:

$$Lm := 2.7 \text{ m}$$

$$Hm := \frac{Lm}{25} = 0.1 \text{ m}$$

Según el calculo nos determina para la losa maciza en  $h = 0.1\text{m}$  como mínimo.  
Por criterio para uniformizar el  $h$  de las losa, consideramos  $h = 0.20 \text{ m}$

## C) Escalera

### DISEÑO GEOMETRICO DE ESCALERA

$P = 0.25 \text{ m}$   
 N° P = 7 Pasos  
 $CP = 0.18 \text{ m}$   
 $b = 1.20 \text{ m}$   
 $An-L = 0.25 \text{ m}$   
 $Ld1 = 0.00 \text{ m}$   
 $Ld2 = 1.20 \text{ m}$   
 $bd = 1.20 \text{ m}$

### MEDIDAS DE LA ESCALERA

$Ln = 2.450 \text{ m}$   
 $L1 = 0.00 \text{ m}$   
 $L2 = 1.50 \text{ m}$   
 $L3 = 1.325 \text{ m}$   
 $LT = 2.8250 \text{ m}$

### DATOS DE LOS MATERIALES

$f'c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$   
 $Fy = 4200.00 \text{ Kg/cm}^2$

### DATOS GEOMETRICOS DE CIMENTO

$b = 1.20 \text{ m}$   
 $Ancho = 0.50 \text{ m}$   
 $altura = 1.20 \text{ m}$

### DATOS GEOMETRICOS DE LA VIGA

$Ancho = 0.00 \text{ m}$

### DATOS DE METRADO

$Pe.c = 2400 \text{ Kg/m}^3$   
 $Ac = 120 \text{ Kg/m}^2$   
 $S/C = 250 \text{ Kg/m}^2$   
 $Tab = 0 \text{ Kg/m}^2$

### I. CALCULO DEL ESPESOR O ALTURA DEL DESCANSO DE LA ESCALERA

$$t1 = Ln/20 \quad t2 = Ln/25 \quad t = t1 + t2/2 \quad \text{En donde :}$$

$$t1 = 2.45/20 = 0.12 \text{ m}$$

$$t2 = 2.45/25 = 0.098 \text{ m}$$

$$t = (0.12+0.1)/2 = 0.11 \longrightarrow 0.10 \text{ m}$$

$$Ln = 2.45 \text{ m}$$

### II. CALCULO DE LA GARGANTA (Hm)

#### 2.1. PRIMER METODO

##### CALCULO DEL COS $\theta$ :

$$\cos\theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}}$$

$P = 0.25 \text{ m}$   
 $CP = 0.18 \text{ m}$   
 $\cos\theta = (0.25)/(0.25^2+0.18^2)^{0.5}$   
 $\cos\theta = 0.811534$

##### CALCULO DEL Hm :

$$Hm = \left( \frac{t}{\cos\theta} \right) + \left( \frac{CP}{2} \right)$$

$Hm = (0.1/0.812)+(0.18/2)$   
 $Hm = 0.21322 \text{ m} \approx 0.200 \text{ m}$   
 $Hm = 20 \text{ cm} \quad 0.220 \text{ m}$

#### 2.1. SEGUNDO METODO METODO

$P = 0.25 \text{ m}$   
 $CP = 0.18 \text{ m}$   
 $t = 0.10 \text{ m}$

$$Hm = \left( \frac{t * \sqrt{P^2 + CP^2}}{P} \right) + \left( \frac{CP}{2} \right)$$

$$Hm = [(0.1*(0.25^2+0.18^2)^{0.5})/0.25] + (0.18/2)$$

$$Hm = 0.21322 \text{ m} \approx 0.200 \text{ m}$$

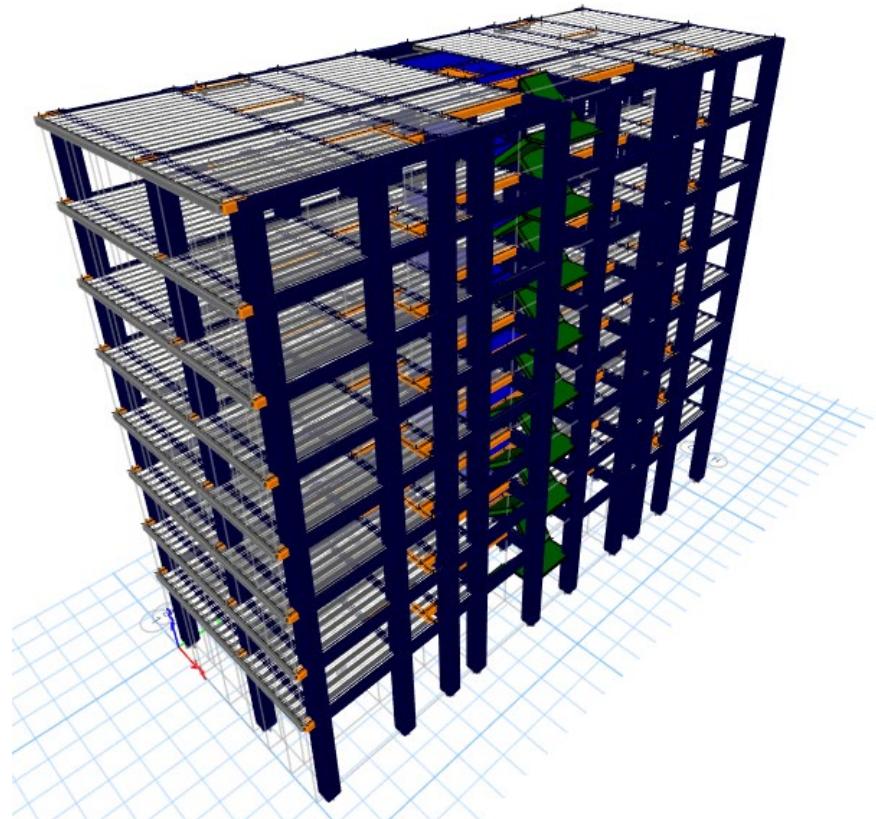
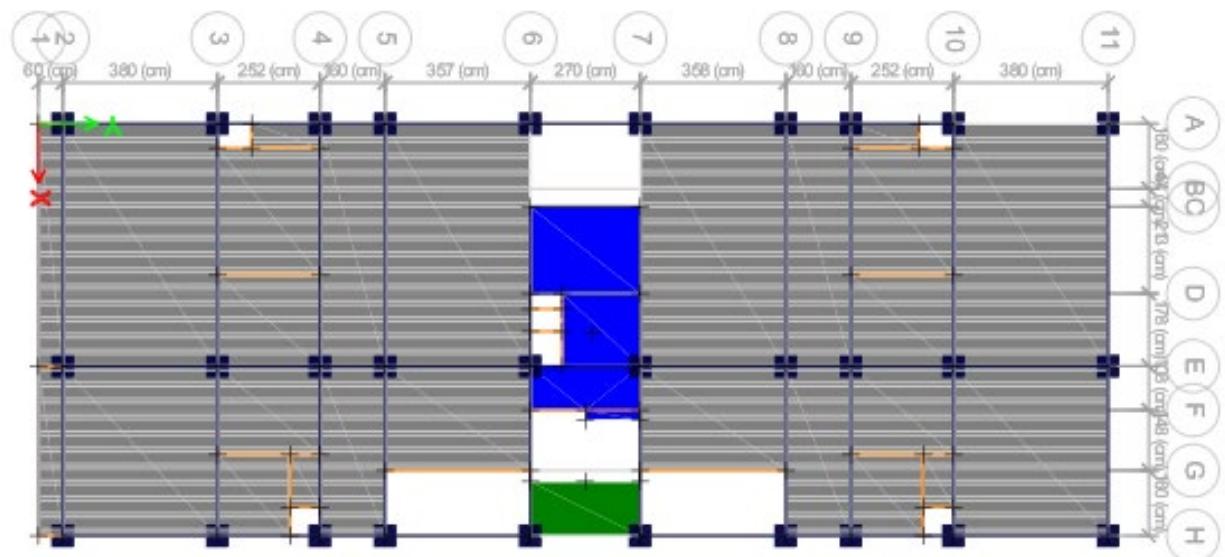
$$Hm = 20 \text{ cm} \quad 0.220 \text{ m}$$

$Hm = 0.20 \text{ m}$

Gargata: 0.110 m

## D) COLUMNAS

Se estableció como dimensión inicial, columnas de 50x50. Con este dato y las dimensiones de vigas, losa, escalera con su respectiva carga muerta y viva que actúan en estas, se realizó el cálculo de la carga que actúa en cada columna del primer nivel.



## PRE-DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Factor para el redimensionamiento de columnas

TIPO DE COLUMNA	$\lambda$	$\eta$
Central	1.1	0.3
Perimetral	1.25	0.25
Esquina	1.5	0.2

Formula:

$$A_{col} = \frac{\lambda * P_a}{\eta * f'_c}$$

### CALCULO DE DIMENSION DE COLUMNAS

$$A_{col} = \frac{\lambda * P_a}{\eta * f'_c}$$

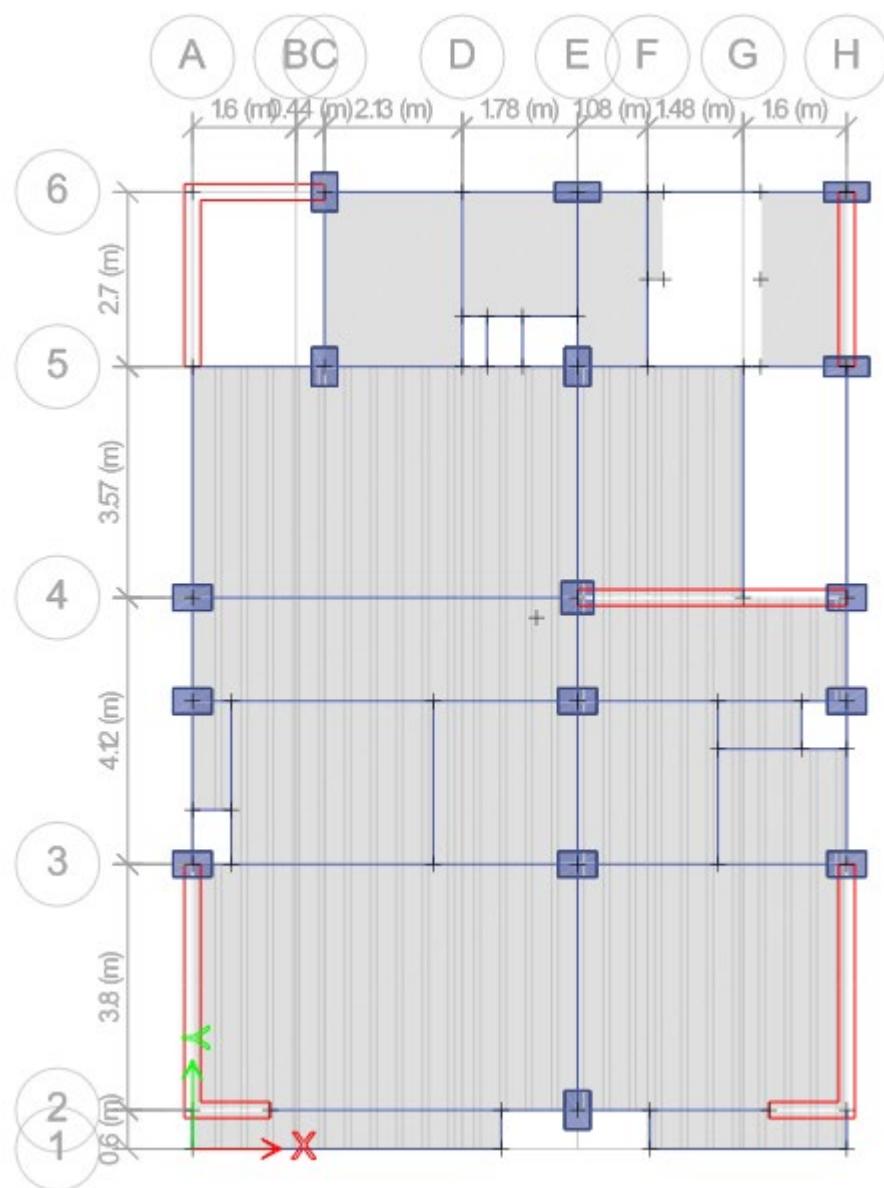
Descripcion del elemento	Carga	Tipo de Col	f'c	Acol	bc(m)	hc (m)	b(m)	h(m)	Dimensiones
C1	59.08	Esquina	280	0.1583	0.300	0.528	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C2	66.91	Esquina	280	0.1792	0.300	0.597	0.30	0.70	C2 = 0.3 X 0.7
C2	76.18	Esquina	280	0.2041	0.300	0.680	0.30	0.70	C2 = 0.3 X 0.7
C1	68.62	Esquina	280	0.1838	0.300	0.613	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C3	92.9	Perimetral	280	0.1659	0.300	0.553	0.30	0.65	C3 = 0.3 X 0.65
C6	79.17	Perimetral	280	0.1414	0.300	0.471	0.30	0.50	C6 = 0.3 X 0.5
C1	102.27	Perimetral	280	0.1826	0.300	0.609	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	64.02	Perimetral	280	0.1143	0.300	0.381	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	80.13	Perimetral	280	0.1431	0.300	0.477	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	54.81	Perimetral	280	0.0979	0.300	0.326	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	76.49	Perimetral	280	0.1366	0.300	0.455	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C4	44.32	Perimetral	280	0.0791	0.250	0.317	0.25	0.45	C4 = 0.25 X 0.45
C6	80.96	Perimetral	280	0.1446	0.300	0.482	0.30	0.50	C6 = 0.3 X 0.5
C4	57.7	Perimetral	280	0.1030	0.250	0.412	0.25	0.45	C4 = 0.25 X 0.45
C6	71.12	Perimetral	280	0.1270	0.300	0.423	0.30	0.50	C6 = 0.3 X 0.5
C1	73.31	Perimetral	280	0.1309	0.300	0.436	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	60.14	Perimetral	280	0.1074	0.300	0.358	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	78.06	Perimetral	280	0.1394	0.300	0.465	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	66.41	Perimetral	280	0.1186	0.300	0.395	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C1	101.15	Perimetral	280	0.1806	0.300	0.602	0.30	0.60	C1 = 0.3 X 0.6
C6	81.47	Perimetral	280	0.1455	0.300	0.485	0.30	0.50	C6 = 0.3 X 0.5
C3	102.77	Perimetral	280	0.1835	0.300	0.612	0.30	0.65	C3 = 0.3 X 0.65
C5	123.15	Central	280	0.1613	0.400	0.403	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C5	97.39	Central	280	0.1275	0.400	0.319	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C5	93.18	Central	280	0.1220	0.400	0.305	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C4	61.58	Central	280	0.0806	0.250	0.323	0.25	0.45	C4 = 0.25 X 0.45
C5	71.06	Central	280	0.0931	0.400	0.233	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C7	93.74	Central	280	0.1228	0.300	0.409	0.30	0.55	C7 = 0.3 X 0.55
C4	82.13	Central	280	0.1076	0.250	0.430	0.25	0.45	C4 = 0.25 X 0.45
C7	126.77	Central	280	0.1660	0.300	0.553	0.30	0.55	C7 = 0.3 X 0.55
C5	8.25	Central	280	0.0108	0.400	0.027	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C5	97.4	Central	280	0.1275	0.400	0.319	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C5	97	Central	280	0.1270	0.400	0.318	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45
C5	122.5	Central	280	0.1604	0.400	0.401	0.40	0.45	C5 = 0.4 X 0.45

## 2. ANALISIS SISMICO

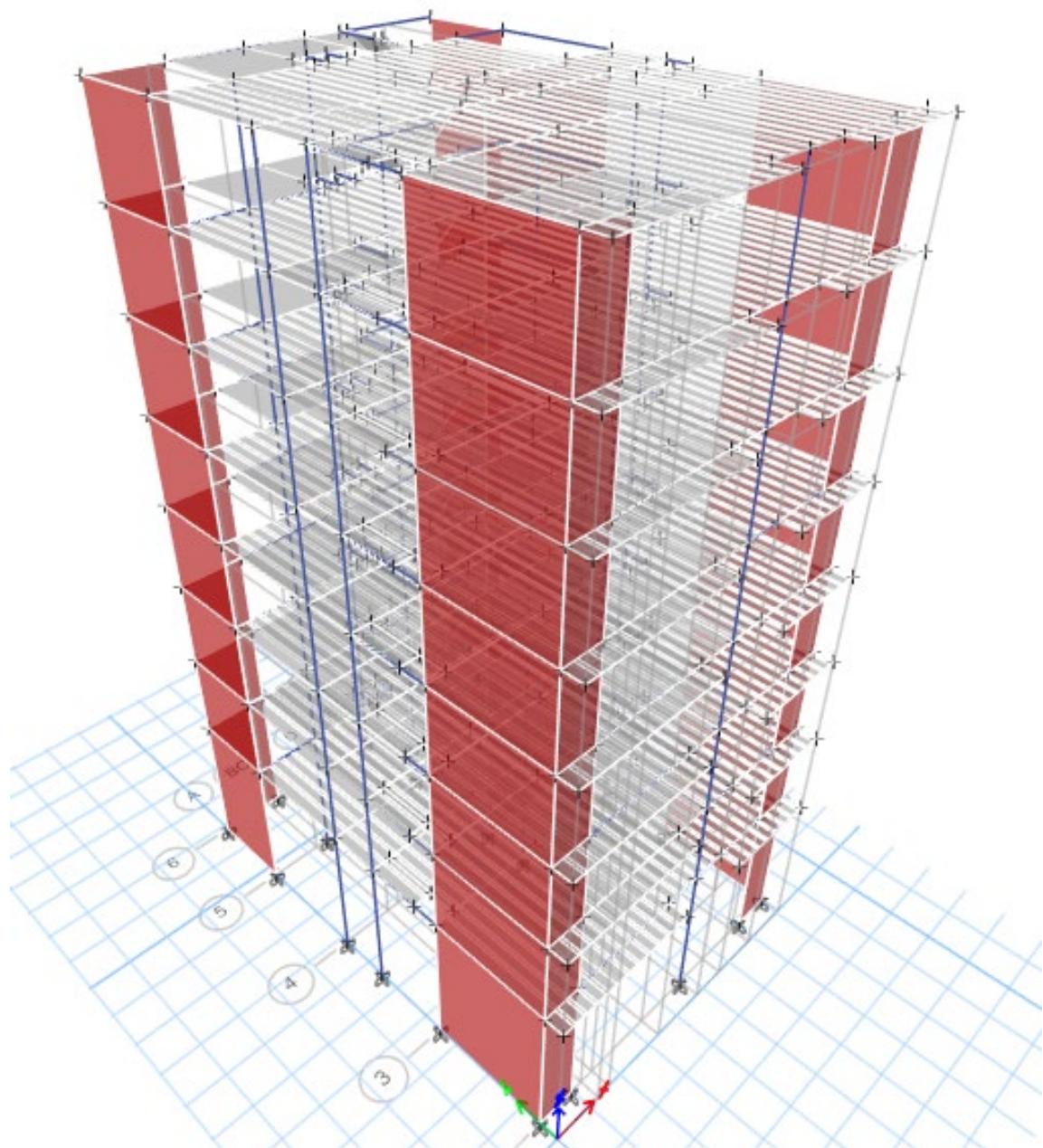
Se consideró en dividir la estructura en dos bloques, para prevenir irregularidades que puedan afectar la estructura.

## A) MODULO 1

## *Vista en planta*



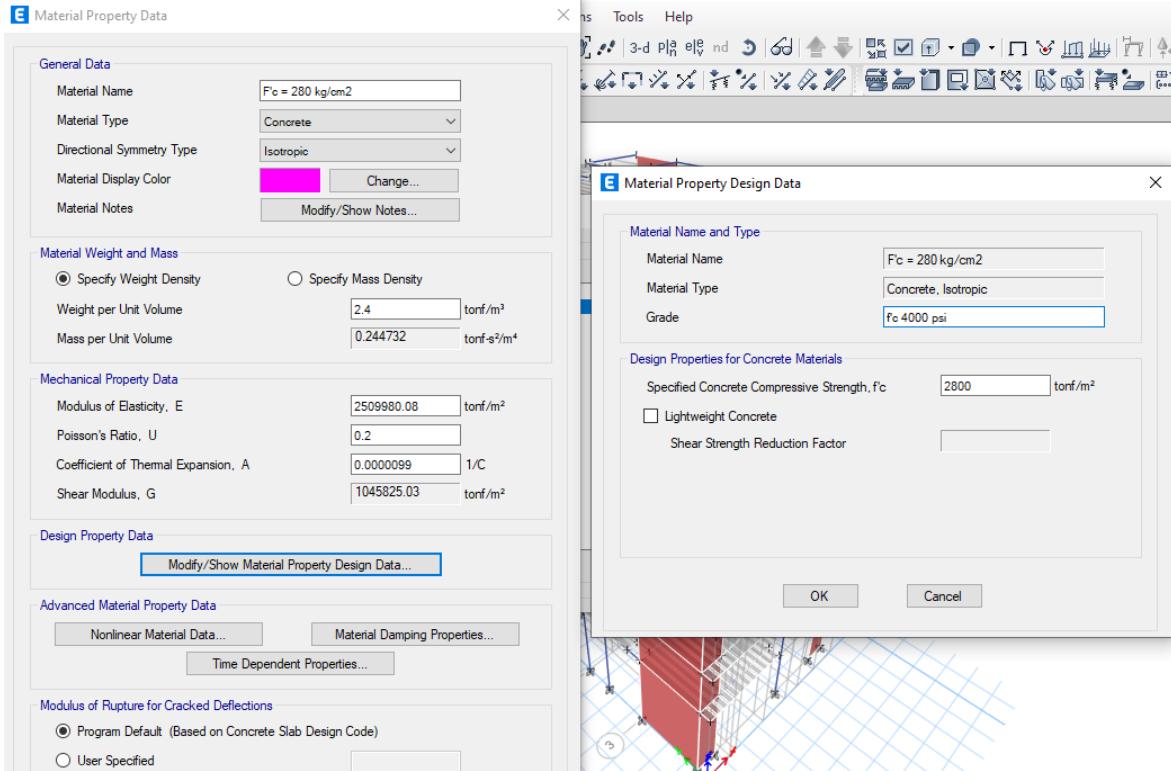
## *Vista en 3D*



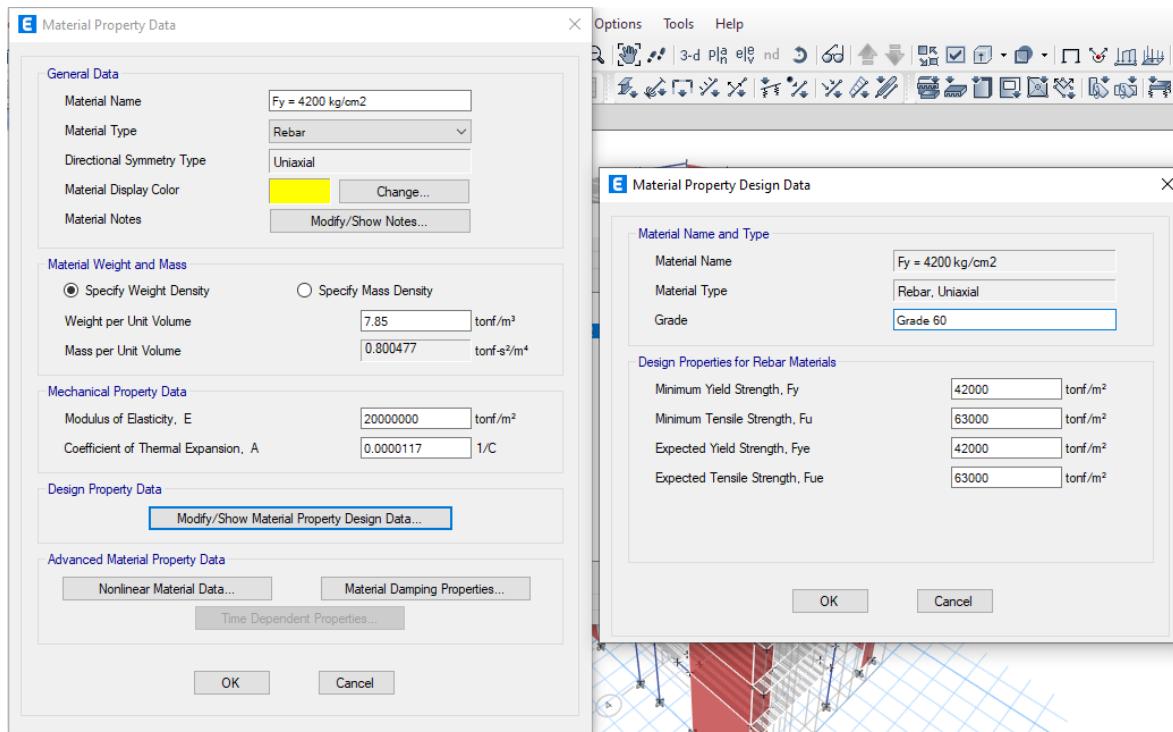
## Procedimiento para calcular el análisis estático y dinámico

- **Definición de materiales**

*Definición de concreto  $F'_c = 280\text{kg/cm}^2$*

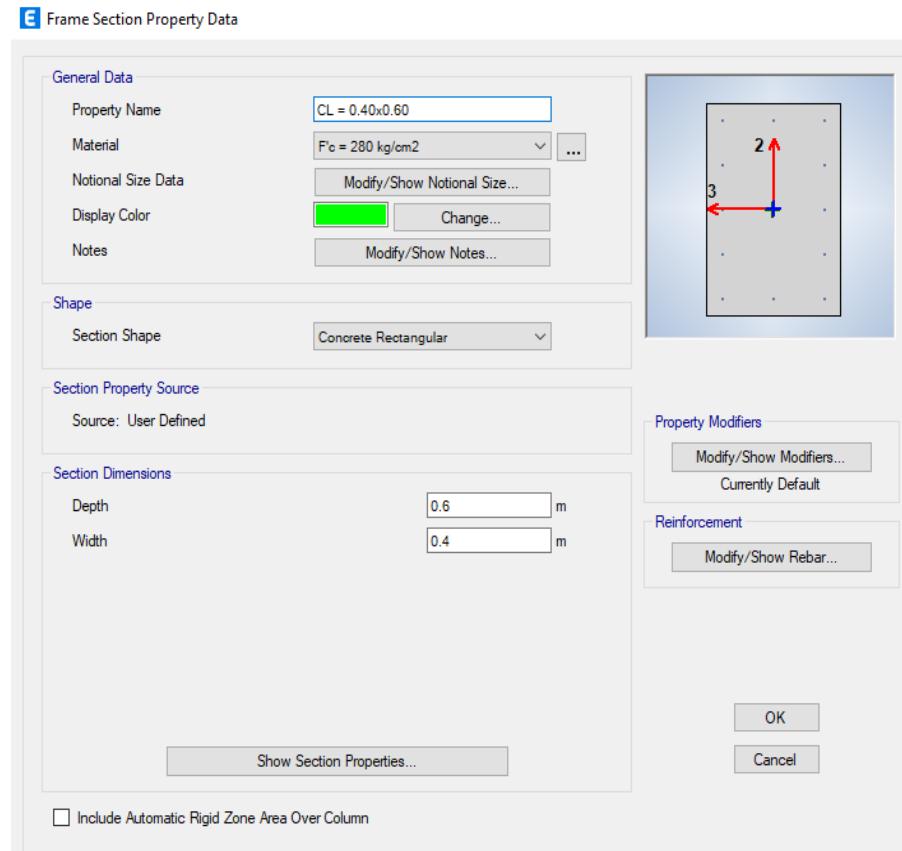
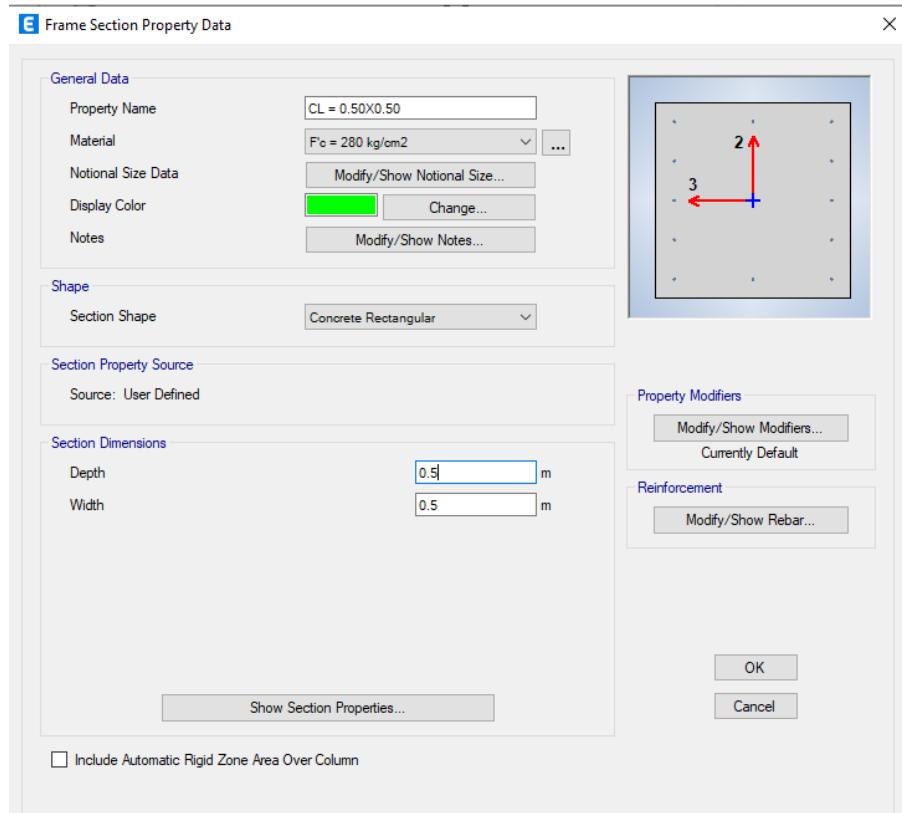


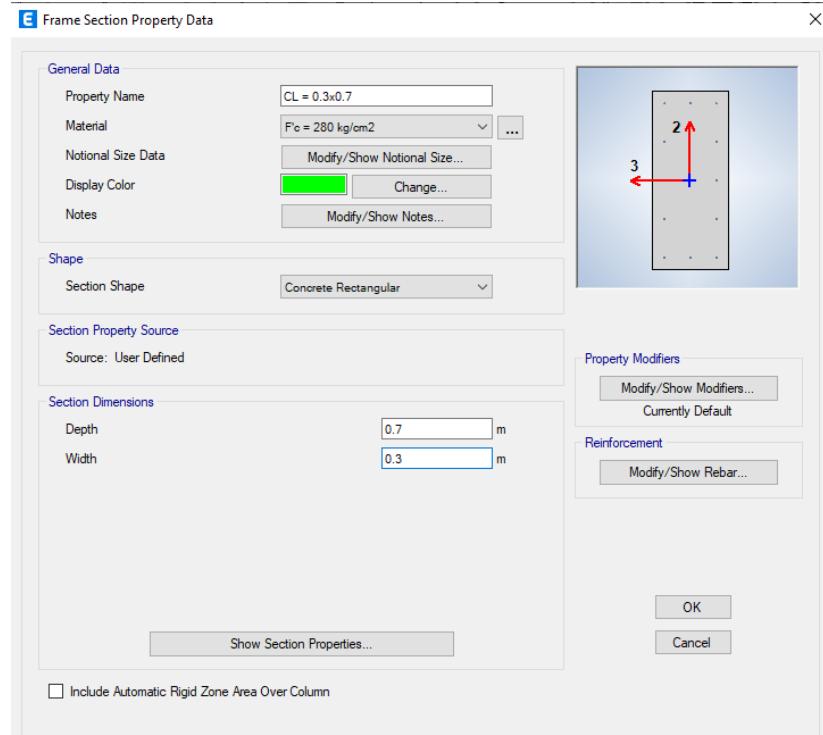
*Definición de acero corrugado  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$*



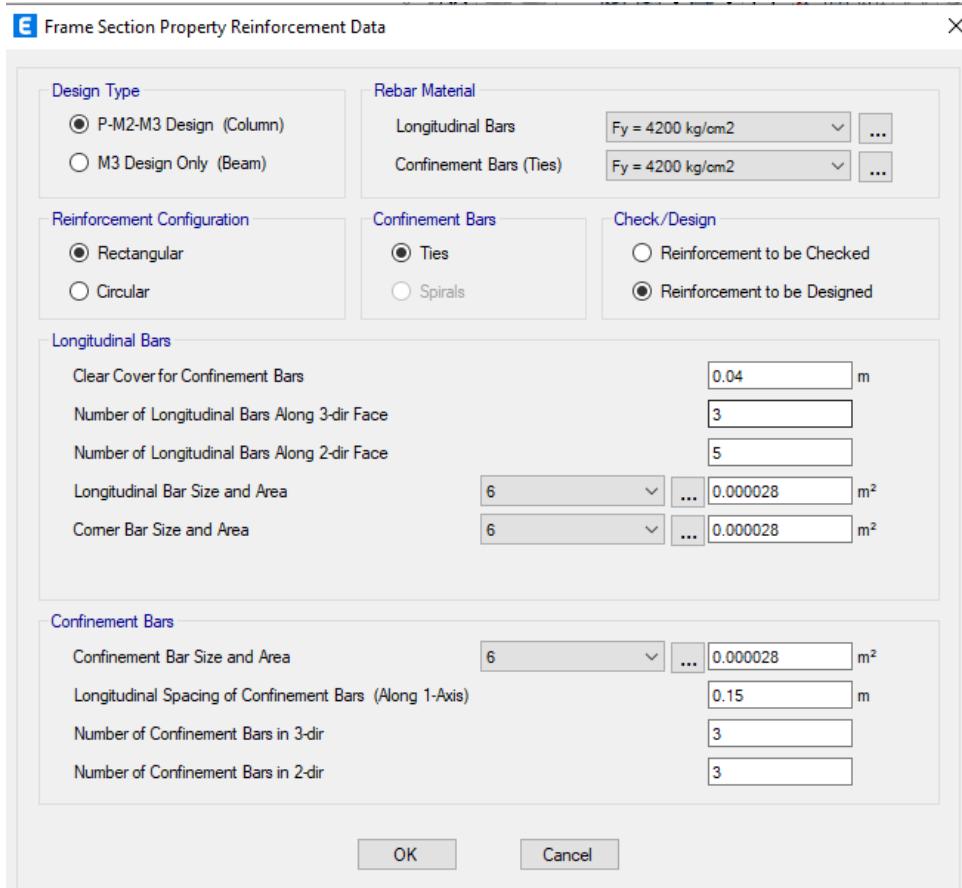
- **Definición de secciones**

- **Columnas**





### Configuración típica de propiedad de columnas



## ➤ Vigas

**E Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name	VP1 = 0.25x0.50
Material	F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup> <span style="font-size: small;">▼</span> <span style="font-size: small;">...</span>
Notional Size Data	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notional Size...</span>
Display Color	<span style="background-color: black; width: 100px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <span style="font-size: small;">Change...</span>
Notes	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notes...</span>

**Shape**

Section Shape	Concrete Rectangular <span style="font-size: small;">▼</span>
---------------	---

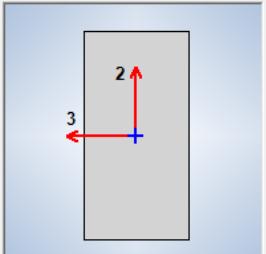
**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth	0.5 <span style="font-size: small;">m</span>
Width	0.25 <span style="font-size: small;">m</span>

Show Section Properties...



X

□ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK
Cancel

**E Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name	V1 = 0.25x0.35
Material	F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup> <span style="font-size: small;">▼</span> <span style="font-size: small;">...</span>
Notional Size Data	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notional Size...</span>
Display Color	<span style="background-color: gray; width: 100px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <span style="font-size: small;">Change...</span>
Notes	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notes...</span>

**Shape**

Section Shape	Concrete Rectangular <span style="font-size: small;">▼</span>
---------------	---

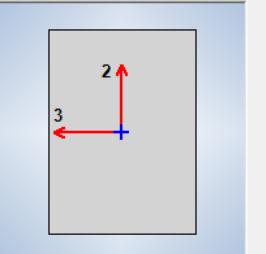
**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth	0.35 <span style="font-size: small;">m</span>
Width	0.25 <span style="font-size: small;">m</span>

Show Section Properties...



X

□ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK
Cancel

## Configuración típica de propiedad de vigas

**E Frame Section Property Reinforcement Data**

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/> Confinement Bars (Ties): Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/>
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m	
<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.000925 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.000398 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000398 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000398 m <sup>2</sup>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

➤ Losa

Losa Aligerada h= 0.20m

**E Slab Property Data**

<b>General Data</b> Property Name: Losa AL. 0,20m Slab Material: F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/> Notional Size Data: <input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/> Modeling Type: Shell-Thin <input type="button" value="..."/> Modifiers (Currently Default): <input type="button" value="Modify/Show..."/> Display Color: <input type="color"/> <input type="button" value="Change..."/> Property Notes: <input type="button" value="Modify/Show..."/>	
<b>Property Data</b> Type: Ribbed <input type="button" value="..."/> Overall Depth: 0.2 m Slab Thickness: 0.05 m Stem Width at Top: 0.1 m Stem Width at Bottom: 0.1 m Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis <input type="button" value="..."/>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

### *Losa Maciza h= 0.20m*

**E Slab Property Data**

---

General Data	
Property Name	Losa Maciza = 0.20
Slab Material	F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Modeling Type	Membrane
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>
Display Color	<span style="background-color: blue; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span> <a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>
<input type="checkbox"/> Use Special One-Way Load Distribution	
Property Data	
Type	Slab
Thickness	0.2 m

➤ Escalera

*Descanso h= 0.10m*

**E Slab Property Data**

---

General Data	
Property Name	Descanzo
Slab Material	F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>
Display Color	<span style="background-color: green; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span> <a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>
Property Data	
Type	Slab
Thickness	0.1 m

*Garganta h= 0.24m*

**E Slab Property Data** X

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="Garganta"/>
Slab Material	<input type="text" value="F'c = 280 kg/cm2"/> <span style="float: right;">...</span>
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>
Modeling Type	<input type="text" value="Shell-Thin"/> <span style="float: right;">...</span>
Modifiers (Currently Default)	<input type="button" value="Modify/Show..."/>
Display Color	<span style="background-color: green; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></span> <input type="button" value="Change..."/>
Property Notes	<input type="button" value="Modify/Show..."/>

**Property Data**

Type	<input type="text" value="Slab"/> <span style="float: right;">...</span>
Thickness	<input type="text" value="0.24"/> m

➤ Placas

**E Wall Property Data** X

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="P2 = 0.25 280"/>
Property Type	<input type="text" value="Specified"/> <span style="float: right;">...</span>
Wall Material	<input type="text" value="F'c = 280 kg/cm2"/> <span style="float: right;">...</span>
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>
Modeling Type	<input type="text" value="Shell-Thin"/> <span style="float: right;">...</span>
Modifiers (Currently Default)	<input type="button" value="Modify/Show..."/>
Display Color	<span style="background-color: red; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></span> <input type="button" value="Change..."/>
Property Notes	<input type="button" value="Modify/Show..."/>

**Property Data**

Thickness	<input type="text" value="0.25"/> m
-----------	-------------------------------------

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

- **Definición de Patrones de carga**

*Tabla de definición de patrones de carga*

E Define Load Patterns

Loads			
Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CM	Dead	1	
CM	Dead	1	
CV	Live	0	
Lad. Techo	Super Dead	0	
Acabados	Super Dead	0	
Tabiquería	Super Dead	0	
CV Techo	Roof Live	0	
ESTA XX	Seismic	0	User Coefficient
ESTA YY	Seismic	0	User Coefficient

**Nota:**

**CM:** Peso propio de los elementos modelados en el software.

**CV:** Sobrecarga = 0.20tonf/m<sup>2</sup>

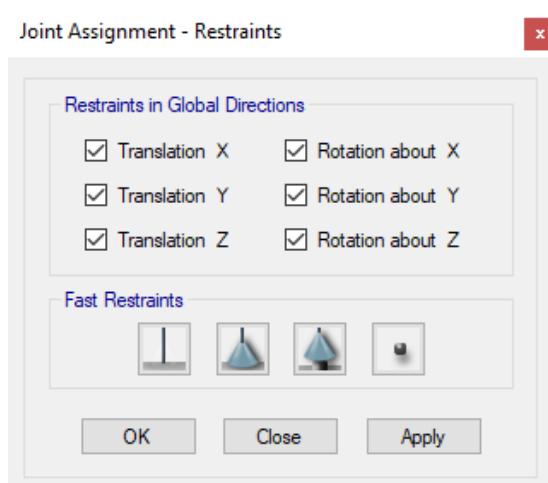
**Lad. Techo:** Ladrillo de Techo de losa aligerada = 0.063 tonf/m<sup>2</sup>

**Tabiquería:** Peso del ladrillo divisorio = 1.8 tonf/m<sup>2</sup>

**CV Techo:** Sobrecarga en azotea: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

**Acabados:** 0.10 tonf/m<sup>2</sup>

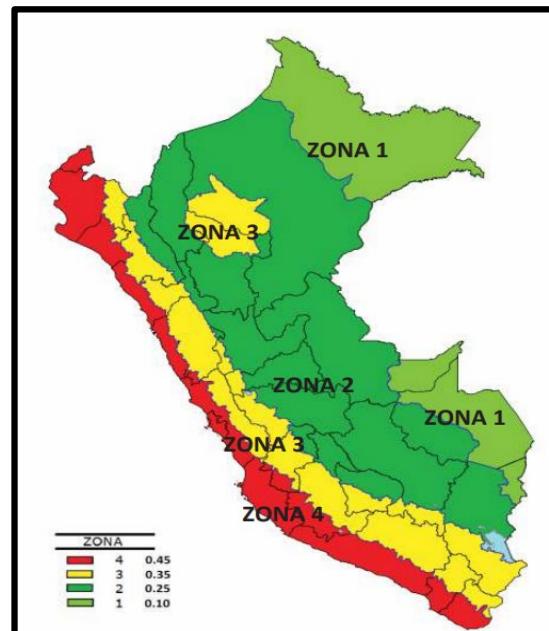
- **ASIGNACIÓN DE APOYO EMPOTRADA EN LA BASE**



- CARGA DE SISMO ESTATICO

### 1. Parametro sismicos

Z = 0.45 Trujillo  
 U = 1  
 S = 1.1  
 TP = 1  
 TL = 1.6  
 CT - X = 60 (Sistema muros estructurales)  
 CT - Y = 60 (Sistema muros estructurales)  
 hn = 23.45  
 Ro - X = 6  
 Ro - Y = 6



### 2. Calculo del periodo fundamental (T)

Periodo fundamental dirección XX Modo N.E  
Formula:

$$Tx = 23.45/60 : 0.39 \text{ seg}$$

$$Tx = \text{Modo N.E} = 0.46 \text{ seg}$$

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad Tx = 0.459 \text{ seg}$$

$$Ty = 0.397 \text{ seg}$$

Periodo fundamental dirección YY Modo N.E

$$Ty = 23.45/60 : 0.39 \text{ seg}$$

$$Ty = \text{Modo N.E} = 0.4 \text{ seg}$$

### 3. Calculo de factor de amplificación sismica (C)

Valor "C" inicial = 2.5 (ambos direcciones de analisis)

#### Dirección XX

C

##### Criterios

$T < T_p$  Se considera  $C = 2.5$  :  $0.459 < 1$  ..... VERDADERO **2.5**

$T_p < T < T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * (T_p/T)$  :  $1 < 0.459 < 1.6$  ..... FALSO **5.447**

$T > T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * ((T_p * T_l) / T^2)$  :  $0.459 < 1.6$  ..... FALSO **18.99**

Valor final de "C" = 2.5

## Dirección YY

C

### **Criterios**

$T < T_p$  Se considera  $C = 2.5$  :  $0.397 < 1$  ..... VERDADERO **2.5**

$T_p < T < T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * (T_p/T)$  :  $1 < 0.397 < 1.6$  ..... FALSO **6.297**

$T > T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * ((T_p * T_L) / T^2)$  :  $0.397 < 1.6$  ..... FALSO **25.38**

Valor final de "C" = **2.5**

## 3. Calculo de coeficiente de reducción sismica (R)

Dirección XX

$$R = R_o * I_a * I_p$$

**0.75**

$R_o - X =$	<b>6</b>	$R_x = 6 * 1 * 1 =$	<b>6.0</b>	4.50
$I_{ax} =$	<b>1</b>			
$I_{px} =$	<b>1</b>			

Dirección YY

$$R = R_o * I_a * I_p$$

**0.75**

4.50

$R_o - Y =$	<b>6</b>	$R_x = 6 * 1 * 1 =$	<b>6</b>
$I_{ay} =$	<b>1</b>		
$I_{py} =$	<b>1</b>		

## 4. Verificación de la relación C/R

Dirección XX

$$C/R \geq 0.11$$

$C =$	<b>2.5</b>	$R_x = 2.5 / 6 =$	<b>0.42</b>
$R =$	<b>6</b>	Criterio :	$0.417 / 0.11 =$ .... Cumple

Dirección YY

$$C/R \geq 0.11$$

$C =$	<b>2.5</b>	$R_x = 2.5 / 6 =$	<b>0.42</b>
$R =$	<b>6</b>	Criterio :	$0.417 / 0.11 =$ .... Cumple

## 5. Calculo de cortante basal

<b>Cef.</b>	
<b>Vx</b>	= 0.20625
<b>Vy</b>	= 0.20625

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

## 6. Calculo de exponente (K)

**Dirección XX** T ≤ 0.5, K = 1 T ≥ 0.5, K = (0.75+ 0.5 T) ≤ 2

T ≤ 0.5	0.459 ≤ 0.5	.... Cumple	K =	1
---------	-------------	-------------	-----	---

T ≥ 0.5	0.459 ≥ 0.5	.... No cumple	K =	0.980	K =	1.000
---------	-------------	----------------	-----	-------	-----	-------

**Dirección YY** T ≤ 0.5, K = 1 T ≥ 0.5, K = (0.75+ 0.5 T) ≤ 2

T ≤ 0.5	0.397 ≤ 0.5	.... Cumple	K =	1
---------	-------------	-------------	-----	---

T ≥ 0.5	0.397 ≥ 0.5	.... No cumple	K =	0.949	K =	1.000
---------	-------------	----------------	-----	-------	-----	-------

### Asignación de coeficiente sísmico dirección X

**E Seismic Load Pattern - User Defined**

<b>Direction and Eccentricity</b>		<b>Factors</b>	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.20625
<input checked="" type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity		
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05		
Overwrite Eccentricities	<input type="button" value="Overwrite..."/>		
		<b>Story Range</b>	
		Top Story	PS 8
		Bottom Story	Base

### Asignación de coeficiente sísmico dirección Y

**E Seismic Load Pattern - User Defined**

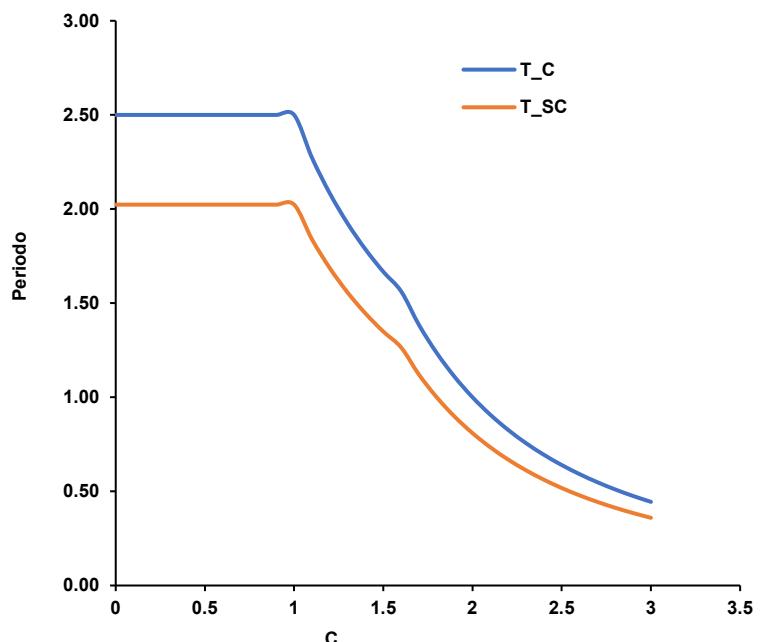
<b>Direction and Eccentricity</b>		<b>Factors</b>	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.20625
<input type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input checked="" type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity		
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05		
Overwrite Eccentricities	<input type="button" value="Overwrite..."/>		
		<b>Story Range</b>	
		Top Story	PS 8
		Bottom Story	Base

## • CARGA SÍSMICA DINÁMICA

Los datos de la carga sísmica dinámica se aplicarán en ambas direcciones

### PARAMETROS SISMICOS:

**Z =** 0.45  
**U =** 1  
**S =** 1.1  
**I<sub>a</sub> =** 1  
**I<sub>p</sub> =** 1  
**R<sub>0</sub> =** 6  
**R =** 6  
**g =** 9.81 m/s<sup>2</sup>  
**ZUSg/R =** 0.809325  
**T<sub>p</sub> =** 1  
**T<sub>l</sub> =** 1.6



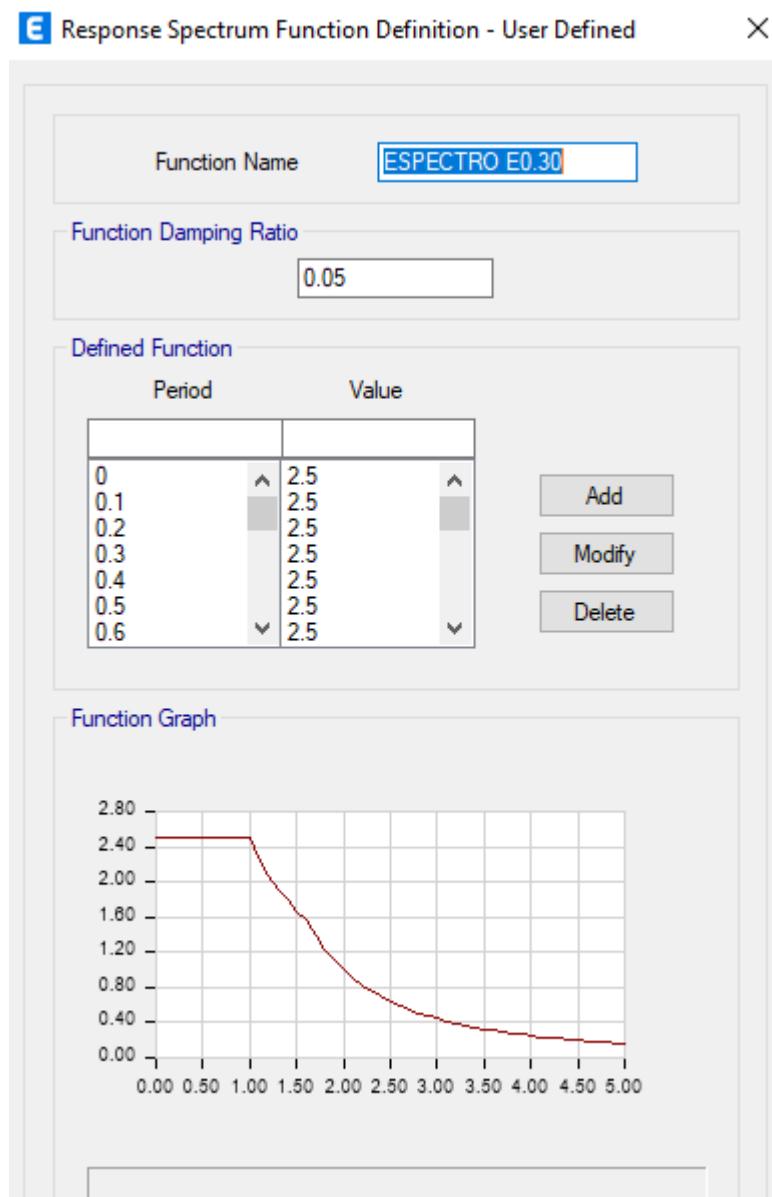
*Registro de función – Espectro de diseño*

T	C	SC
0	2.50	2.0233
0.1	2.50	2.0233
0.2	2.50	2.0233
0.3	2.50	2.0233
0.4	2.50	2.0233
0.5	2.50	2.0233
0.6	2.50	2.0233
0.7	2.50	2.0233
0.8	2.50	2.0233
0.9	2.50	2.0233
1	2.50	2.0233
1.1	2.27	1.8394
1.2	2.08	1.6861
1.3	1.92	1.5564

1.4	1.79	1.4452
1.5	1.67	1.3489
1.6	1.56	1.2646
1.7	1.3841	1.1202
1.8	1.2346	0.9992
1.9	1.1080	0.8968
2	1.0000	0.8093
2.1	0.9070	0.7341
2.2	0.8264	0.6689
2.3	0.7561	0.6120
2.4	0.6944	0.5620
2.5	0.6400	0.5180
2.6	0.5917	0.4789
2.7	0.5487	0.4441
2.8	0.5102	0.4129
2.9	0.4756	0.3849
3	0.4444	0.3597
3.1	0.4162	0.3369
3.2	0.3906	0.3161
3.3	0.3673	0.2973
3.4	0.3460	0.2800
3.5	0.3265	0.2643
3.6	0.3086	0.2498
3.7	0.2922	0.2365
3.8	0.2770	0.2242
3.9	0.2630	0.2128
4	0.2500	0.2023
4.1	0.2380	0.1926
4.2	0.2268	0.1835
4.3	0.2163	0.1751
4.4	0.2066	0.1672
4.5	0.1975	0.1599
4.6	0.1890	0.1530

4.7	0.1811	0.1466
4.8	0.1736	0.1405
4.9	0.1666	0.1348
5	0.1600	0.1295

### Asignación de espectro de respuesta en Etabs



## Creación de caso de carga Sísmica Dinámico XX

**E** Load Case Data X

<b>General</b>											
Load Case Name	SD X										
Load Case Type	Response Spectrum										
Mass Source	Previous (MASA :))										
Analysis Model	Default										
<b>Loads Applied</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acceleration</td> <td>U1</td> <td>ESPECTRO E0.30</td> <td>0.8093</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: -10px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Add</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Delete</span>   <input type="checkbox"/> Advanced     </div>				Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Acceleration	U1	ESPECTRO E0.30	0.8093
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor								
Acceleration	U1	ESPECTRO E0.30	0.8093								
<b>Other Parameters</b>											
Modal Load Case	Modal										
Modal Combination Method	CQC										
<input type="checkbox"/> Include Rigid Response	Rigid Frequency, f1	<input type="text"/>									
	Rigid Frequency, f2	<input type="text"/>									
	Periodic + Rigid Type	<input type="text"/>									
Earthquake Duration, td	<input type="text"/>										
Directional Combination Type	SRSS										
Absolute Directional Combination Scale Factor	<input type="text"/>										
Modal Damping	Constant at 0.05		<input type="button" value="Modify&gt;Show..."/>								
Diaphragm Eccentricity	0.05 for All Diaphragms		<input type="button" value="Modify&gt;Show..."/>								

## Creación de caso de carga Sísmica Dinámico YY

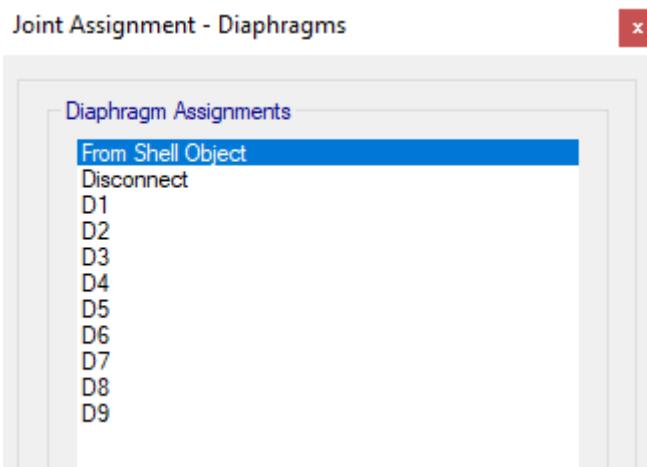
**E** Load Case Data X

<b>General</b>											
Load Case Name	SD Y										
Load Case Type	Response Spectrum										
Mass Source	Previous (MASA :))										
Analysis Model	Default										
<b>Loads Applied</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acceleration</td> <td>U2</td> <td>ESPECTRO E0.30</td> <td>0.8093</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: -10px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Add</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Delete</span>   <input type="checkbox"/> Advanced     </div>				Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Acceleration	U2	ESPECTRO E0.30	0.8093
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor								
Acceleration	U2	ESPECTRO E0.30	0.8093								
<b>Other Parameters</b>											
Modal Load Case	Modal										
Modal Combination Method	CQC										
<input type="checkbox"/> Include Rigid Response	Rigid Frequency, f1	<input type="text"/>									
	Rigid Frequency, f2	<input type="text"/>									
	Periodic + Rigid Type	<input type="text"/>									
Earthquake Duration, td	<input type="text"/>										
Directional Combination Type	SRSS										
Absolute Directional Combination Scale Factor	<input type="text"/>										
Modal Damping	Constant at 0.05		<input type="button" value="Modify&gt;Show..."/>								
Diaphragm Eccentricity	0.05 for All Diaphragms		<input type="button" value="Modify&gt;Show..."/>								

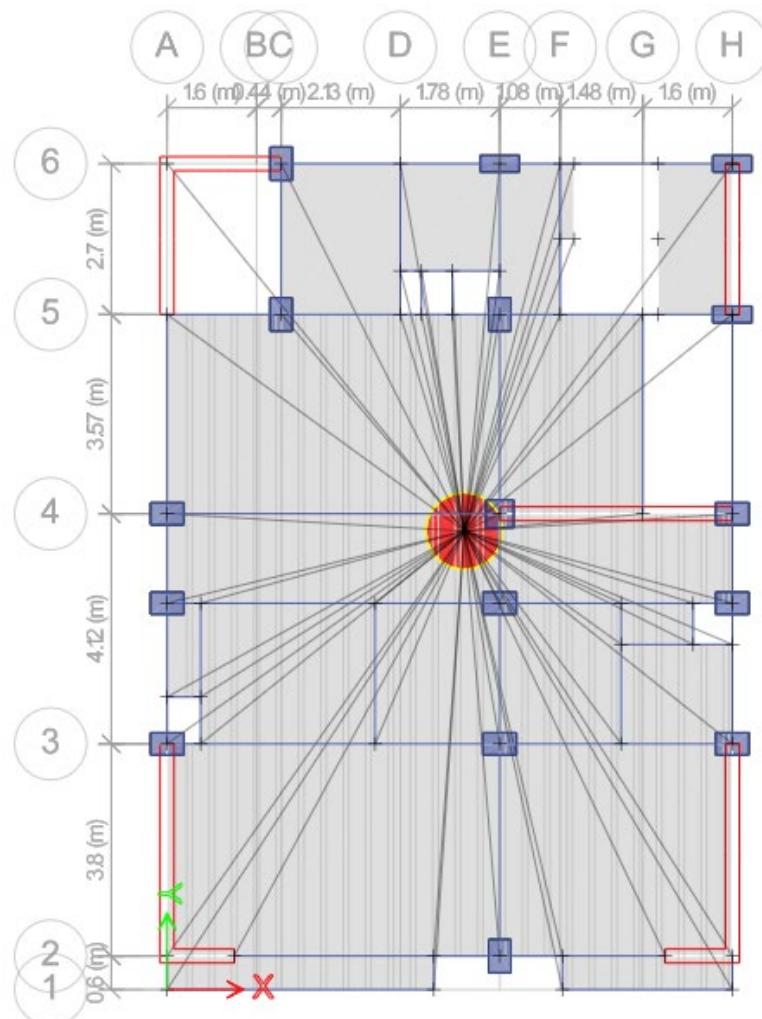
- **ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMAS**

Se crearán 8 diafragmas y se aplicarán uno a cada nivel

*Creación de diafragmas*

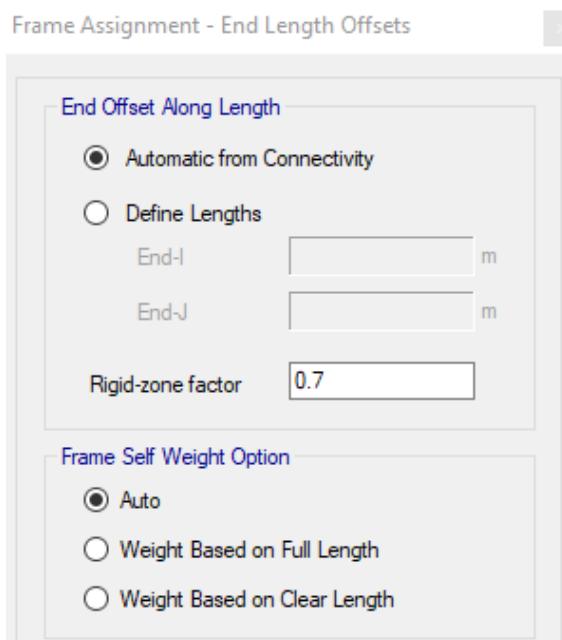


*Asignación de diafragmas a cada nivel*

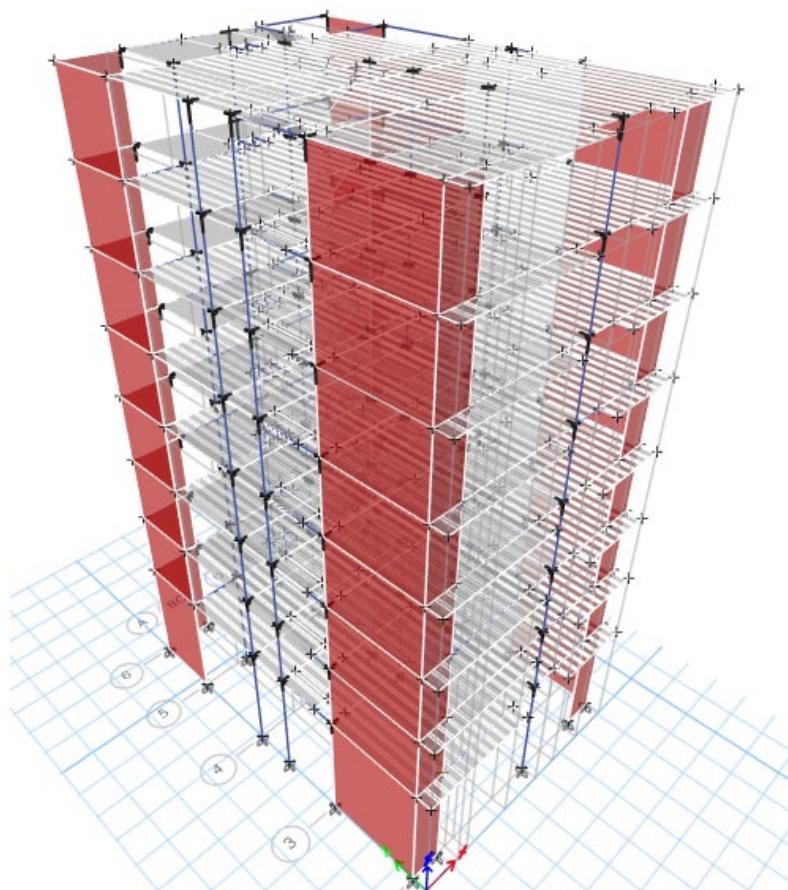


- ASIGNACIÓN DE BRAZOS RIGIDOS

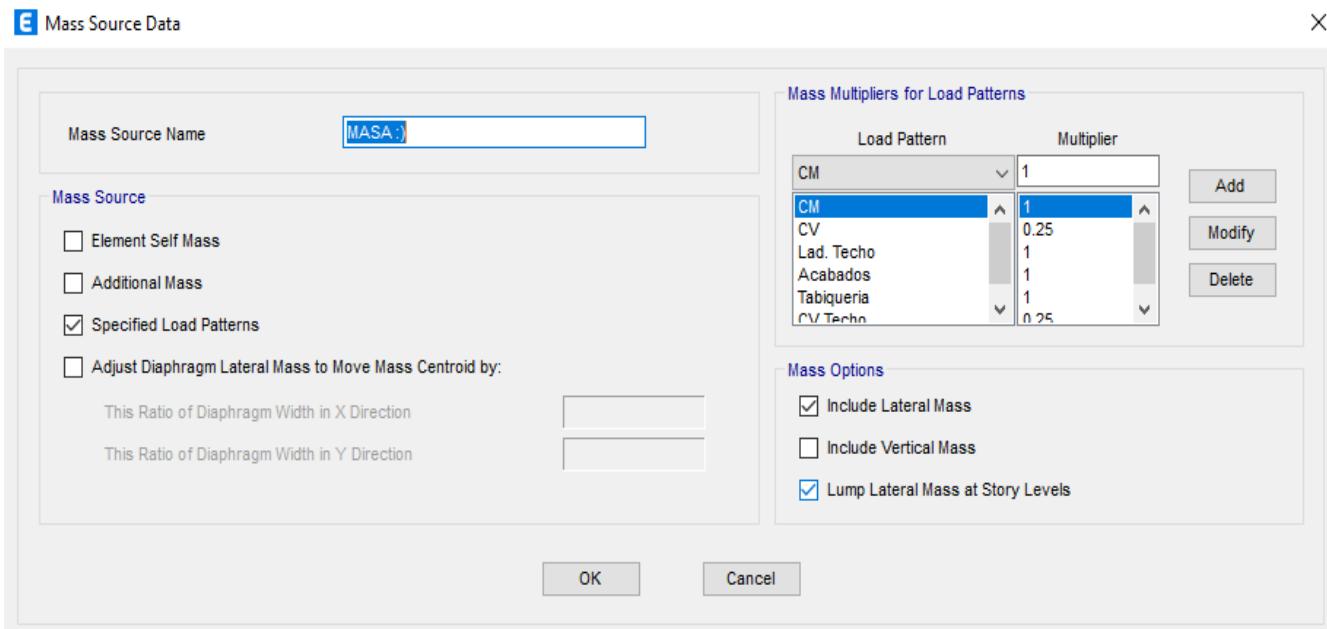
*Definición de brazo rígido*



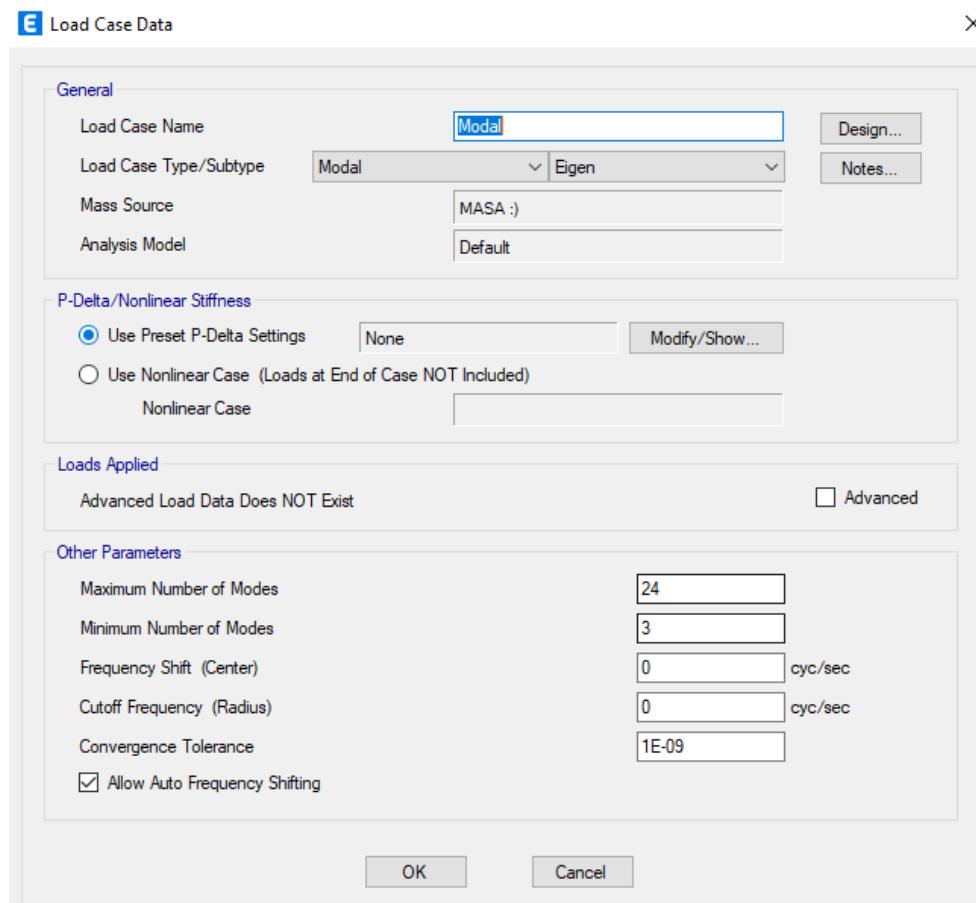
*Aplicación de Brazo rígido*



- CREACIÓN DE MASA PARTICIPATIVA.



- CREACIÓN DE MODOS DE VIBRACIÓN.



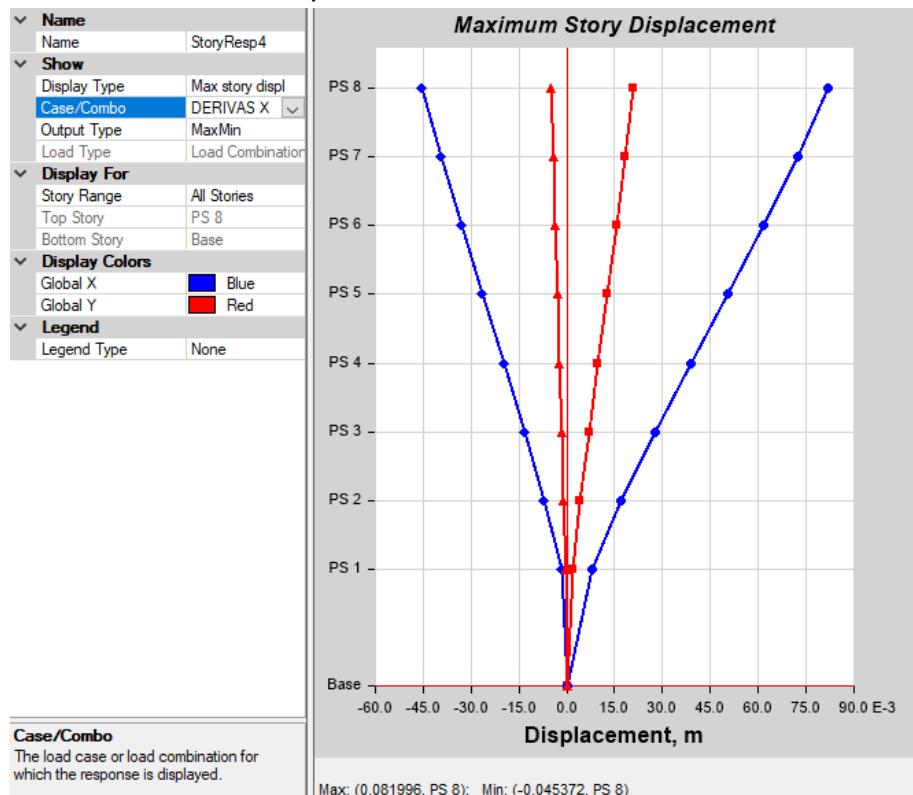
- **REGISTRO DE MODO DE VIBRACIÓN NATURAL DE LA ESTRUCTURA**

<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period sec</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>RZ</b>
Modal	1.00	0.44	0.69	0.01	0.04
Modal	2.00	0.38	0.00	0.70	0.00
Modal	3.00	0.31	0.04	0.00	0.67
Modal	4.00	0.11	0.16	0.00	0.01
Modal	5.00	0.09	0.00	0.17	0.01
Modal	6.00	0.08	0.01	0.01	0.16
Modal	7.00	0.05	0.05	0.00	0.00
Modal	8.00	0.04	0.00	0.05	0.00
Modal	9.00	0.03	0.00	0.00	0.05
Modal	10.00	0.03	0.01	0.00	0.00
Modal	11.00	0.02	0.00	0.02	0.00
Modal	12.00	0.02	0.01	0.00	0.00
Modal	13.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Modal	14.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Modal	15.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Modal	16.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Modal	17.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	18.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	19.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	20.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	21.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	22.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	23.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Modal	24.00	0.01	0.00	0.00	0.00

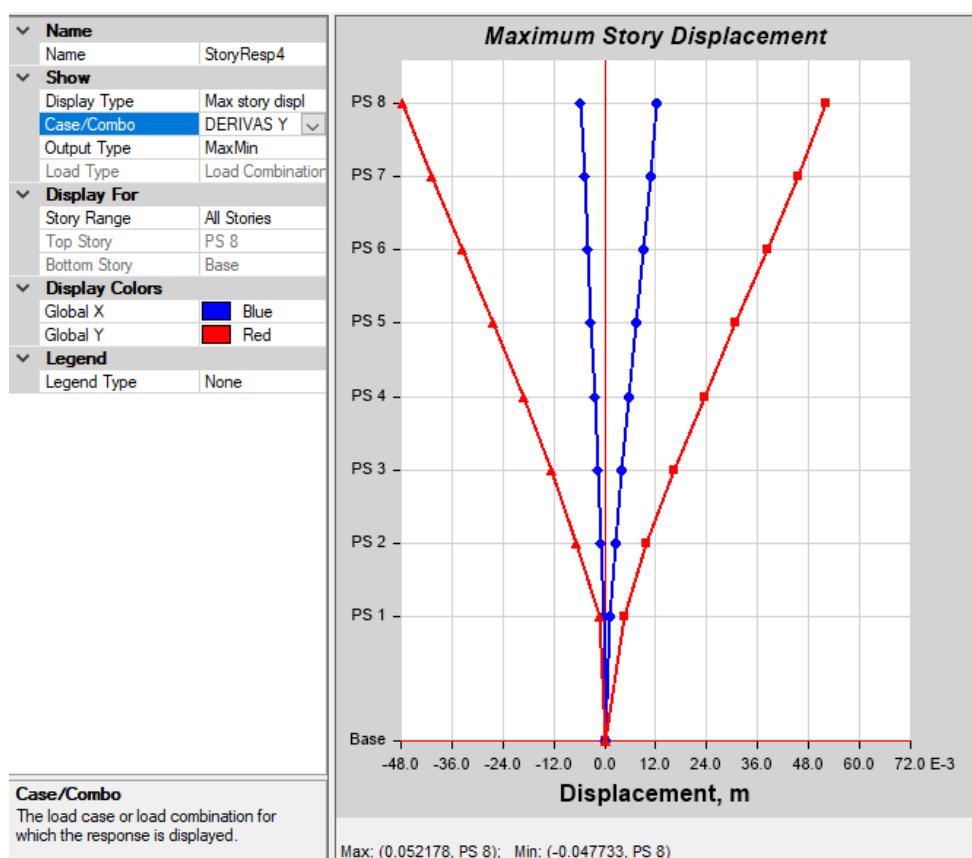
**Nota:** La mayor masa participativa se genera en la dirección X y Y.

- REGISTRO DE DESPLAZAMIENTOS

*Desplazamiento inelástico XX*

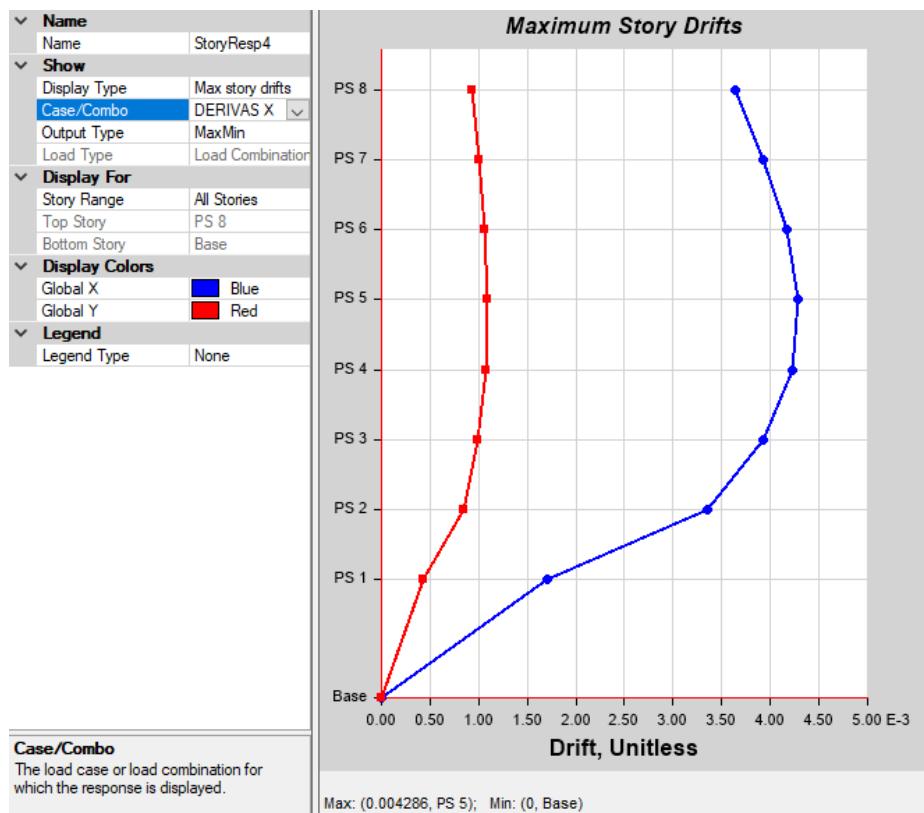


*Desplazamiento inelástico YY*

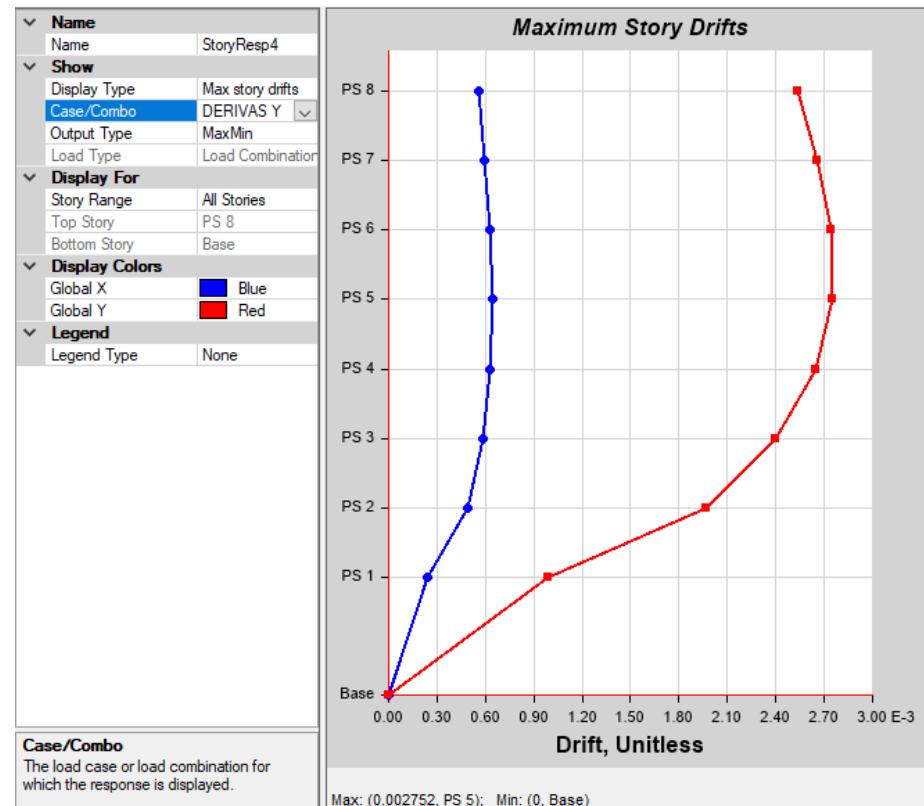


- REGISTRO DE DERIVAS

*Deriva inelástico XX*



*Deriva inelástico YY*



- **VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES**

- **IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO**

<b>DIRECCIÓN XX</b>					
Story	K(rigidez) tonf/m	I. Piso blando > 70%	I. Piso blando > 80%	Verificación	
PS 8	16973.272	-	-	Regular	
PS 7	15315.169	0.902	-	Regular	
PS 6	14283.947	0.933	-	Regular	
PS 5	12725.931	0.891	0.820	Regular	
PS 4	12180.050	0.957	0.863	Regular	
PS 3	15914.303	1.307	1.218	Regular	
PS 2	19514.179	1.226	1.434	Regular	
PS 1	23320.492	1.195	1.470	Regular	

<b>DIRECCIÓN YY</b>					
Story	K(rigidez) tonf/m	I. Piso blando > 70%	I. Piso blando > 80%	Verificación	
PS 8	19191.678	-	-	Regular	
PS 7	21129.557	1.101	-	Regular	
PS 6	17879.859	0.846	-	Regular	
PS 5	16104.574	0.901	0.830	Regular	
PS 4	16760.501	1.041	0.912	Regular	
PS 3	21551.211	1.286	1.274	Regular	
PS 2	35219.423	1.634	1.942	Regular	
PS 1	39522.120	1.122	1.612	Regular	

➤ VERIFICACIÓN DE PISO DÉBIL

DIRECCIÓN XX				
Story	VX tonf	I. Piso Débil > 80%	I. Piso Débil > 60%	Verificación
PS 8	37.927	2.045	2.045	Regular
PS 7	77.558	1.409	1.409	Regular
PS 6	109.295	1.235	1.235	Regular
PS 5	134.930	1.152	1.152	Regular
PS 4	155.387	1.101	1.101	Regular
PS 3	171.042	1.064	1.064	Regular
PS 2	181.973	1.039	1.039	Regular
PS 1	188.991	-	-	-

DIRECCIÓN YY				
Story	VY tonf	I. Piso Débil > 80%	I. Piso Débil > 60%	Verificación
PS 8	39.1004	2.031	2.031	Regular
PS 7	79.3951	1.399	1.399	Regular
PS 6	111.0804	1.227	1.227	Regular
PS 5	136.3302	1.146	1.146	Regular
PS 4	156.2979	1.097	1.097	Regular
PS 3	171.5115	1.062	1.062	Regular
PS 2	182.1046	1.038	1.038	Regular
PS 1	188.9683	-	-	-

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

Story	UX	UY	UZ	UX	UY	Peso	Verificación
	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf	tonf	150%	
PS 8	11.142	11.142	0.000	109.270	109.270	163.90482	Regular
PS 7	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 6	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 5	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 4	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 3	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 2	14.787	14.787	0.000	145.013	145.013	217.51898	Regular
PS 1	16.930	16.930	0.000	166.029	166.029	249.04409	

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL.

No existe irregularidad por geométrica vertical, puesto que no hay discontinuidad de diafragma.

➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES.

No existe irregularidad por los sistemas resistentes, puesto que no elementos estructurales que cambien de sección e inercia en los pisos superiores.

➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD EXTREMA POR DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES.

No existe irregularidad por los sistemas resistentes extrema, puesto que no elementos estructurales que cambien de sección e inercia en los pisos superiores.

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORCIONAL

*Dirección X*

Story	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación	
					Torsión	Torsión
					mínima < 1.3	extrema 1.3>
		m	m		1.3	x < 1.5
PS 8	DERIVAS X	0.00432	0.003575	1.208	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 7	DERIVAS X	0.004635	0.003828	1.211	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 6	DERIVAS X	0.004884	0.004025	1.213	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 5	DERIVAS X	0.005003	0.004115	1.216	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 4	DERIVAS X	0.004916	0.004035	1.218	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 3	DERIVAS X	0.004546	0.003725	1.22	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 2	DERIVAS X	0.003864	0.003151	1.226	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 1	DERIVAS X	0.001914	0.001583	1.209	SI CUMPLE	SI CUMPLE

*Dirección Y*

Story	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación	
					Torsión	Torsión
					mínima < 1.3	extrema 1.3> x < 1.5
		m	m		1.3	1.3> x < 1.5
PS 8	DERIVAS Y	0.003152	0.002949	1.069	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 7	DERIVAS Y	0.00328	0.003058	1.073	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 6	DERIVAS Y	0.003359	0.003121	1.076	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 5	DERIVAS Y	0.003348	0.003099	1.08	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 4	DERIVAS Y	0.003201	0.002952	1.084	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 3	DERIVAS Y	0.002881	0.002648	1.088	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 2	DERIVAS Y	0.002353	0.002154	1.092	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 1	DERIVAS Y	0.00115	0.001051	1.093	SI CUMPLE	SI CUMPLE

➤ **VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR ESQUINAS ENTRANTES**

No existe irregularidad por los sistemas resistentes extrema, ya que no hay esquinas entrantes en la edificación.

➤ **VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA**

No existe irregularidad por discontinuidad de diafragma, ya que el área vacía del modulo es menor al 50% del área techada.

➤ **VERIFCACION DE IRREGULARIDAD EN SISTEMA PARALELO**

No existe irregularidad por sistema paralelo, ya que la estructura es 100% regular.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Estado	Factor	Estado	Factor
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	regular	1	regular	1
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema de Rigidez - Piso Blando	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema de Resistencia - Piso Débil	regular	1	regular	1
Irregularidad de Masa o Peso	regular	1	regular	1
Irregularidad Geométrica Vertical	regular	1	regular	1
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	regular	1	regular	1
Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes	regular	1	regular	1
Resultado	la =	1	la =	1

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Estado	Factor	Estado	Factor
Irregularidad Torsional	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema Torsional	regular	1	regular	1
Esquinas Entrantes	regular	1	regular	1
Discontinuidad de diafragma	regular	1	regular	1
Sistema no Paralelo	regular	1	regular	1
Resultado	Ip =	1	Ip =	1

- REGISTRO DE CORTANTE BASAL

### ANALISIS ESTATICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
ESTA XX	LinStatic	-236.232	0.000	0.000	0.000	-3849.495	1943.911	0.000	0	0
ESTA YY	LinStatic	0.000	-236.232	0.000	3849.495	0.000	-1315.858	0.000	0	0

### ANALISIS DINAMICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SD X	LinRespSpec	174.247	18.788	0	310.3751	2885.4127	1316.8018	0	0	0
SD Y	LinRespSpec	18.788	178.4116	0	2971.0832	310.7422	993.7347	0	0	0

- VERIFICACIÓN DE FACTOR DE ESCALA

#### DIRECCIÓN XX

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	236.2324	174.25	0.8	NO CUMPLE	1.0846	74%

#### DIRECCIÓN YY

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	236.2324	178.4116	0.8	NO CUMPLE	1.0593	76%

Nota: Para un sistema regular el cortante dinámico tiene que ser como mínimo el 80% del cortante estático, para tema de diseño estructural de concreto armado. Ante esto escalaremos respectivamente el cortante dinámico.

- REGISTRO DE CORTANTE BASAL ESCALADO

### ANALISIS ESTATICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
ESTA XX	LinStatic	-236.232	0.000	0.000	0.000	-3849.495	1943.911	0.000	0	0
ESTA YY	LinStatic	0.000	-236.232	0.000	3849.495	0.000	-1315.858	0.000	0	0

### ANALISIS DINAMICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SD X	LinRespSpec	188.9912	25.3578	0	424.0363	3136.5662	1472.3631	0	0	0
SD Y	LinRespSpec	25.2478	188.9683	0	3151.6447	420.8629	1091.773	0	0	0

- VERIFICACIÓN DE FACTOR DE ESCALA

#### DIRECCIÓN XX

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	236.2324	188.99	0.8	CUMPLE	1.000	80%

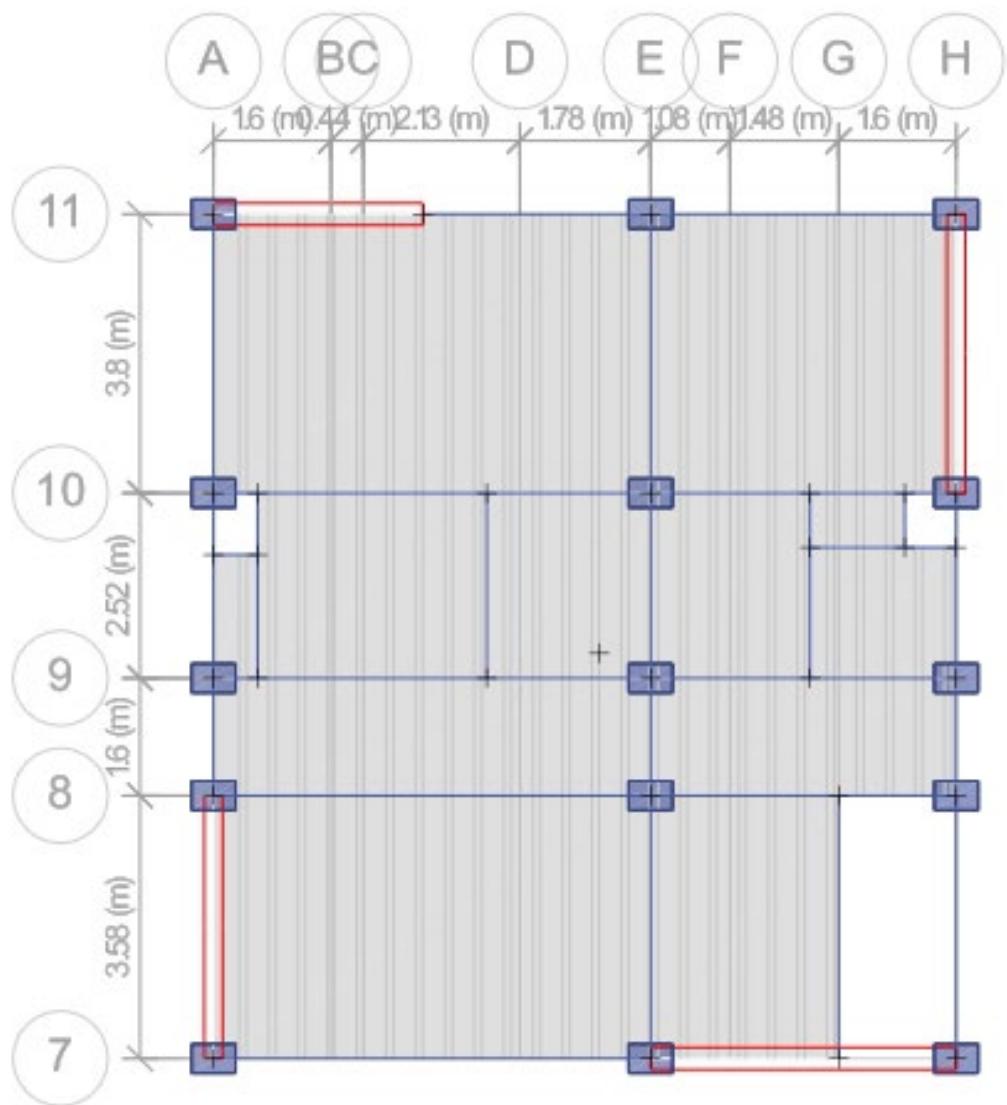
#### DIRECCIÓN YY

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	236.2324	188.9683	0.8	CUMPLE	1.000	80%

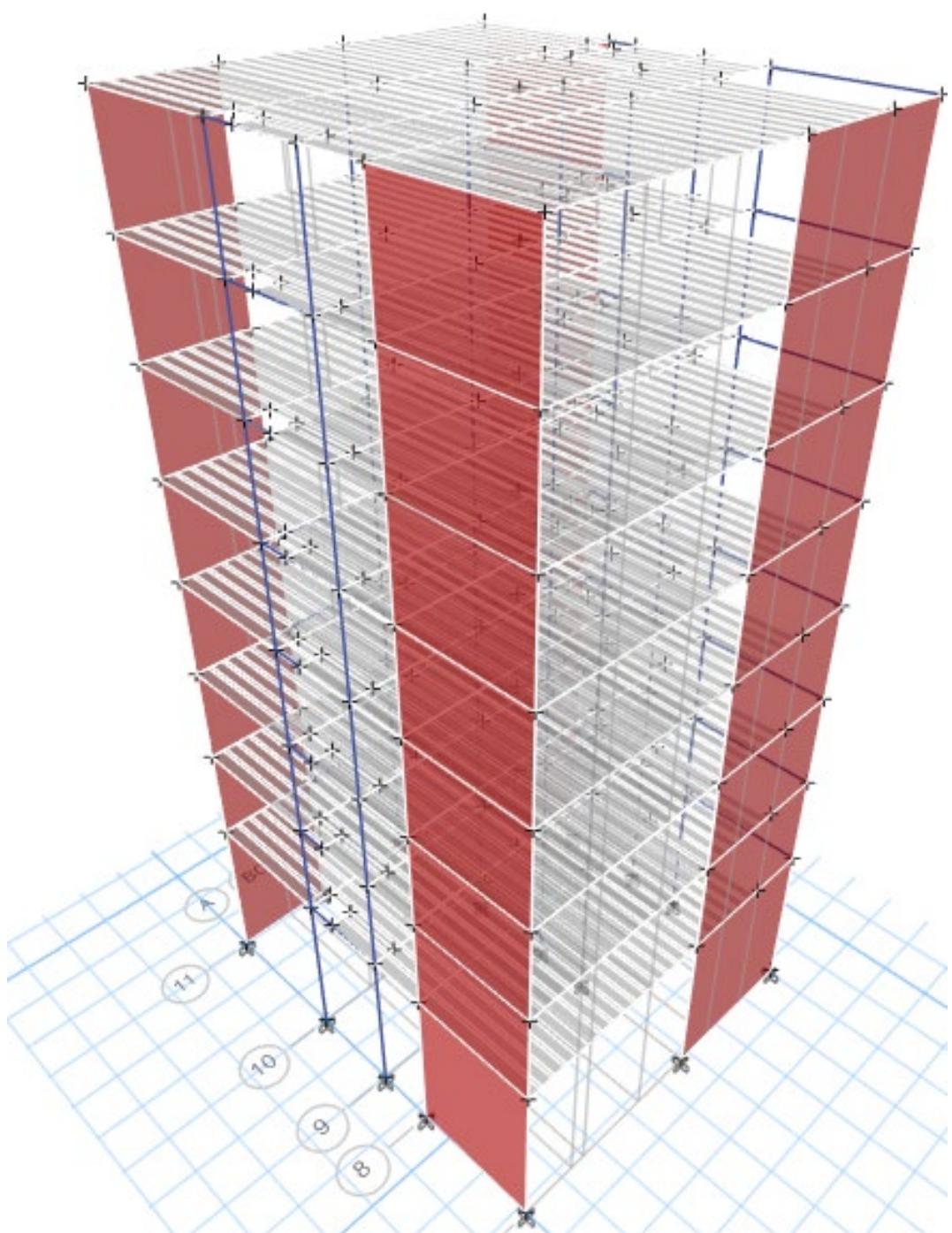
Nota: Observamos que se escaló correctamente el cortante dinámico, siendo el 80% del cortante estático.

## B) Modulo 2

Vista en planta



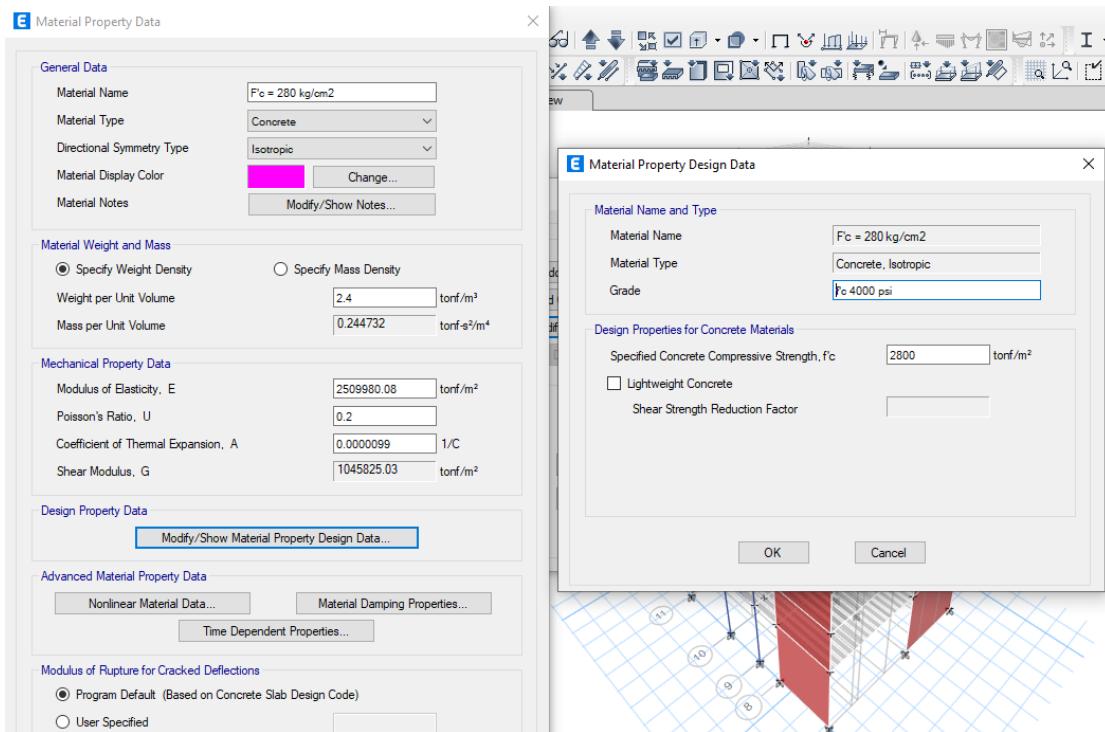
Vista en 3D



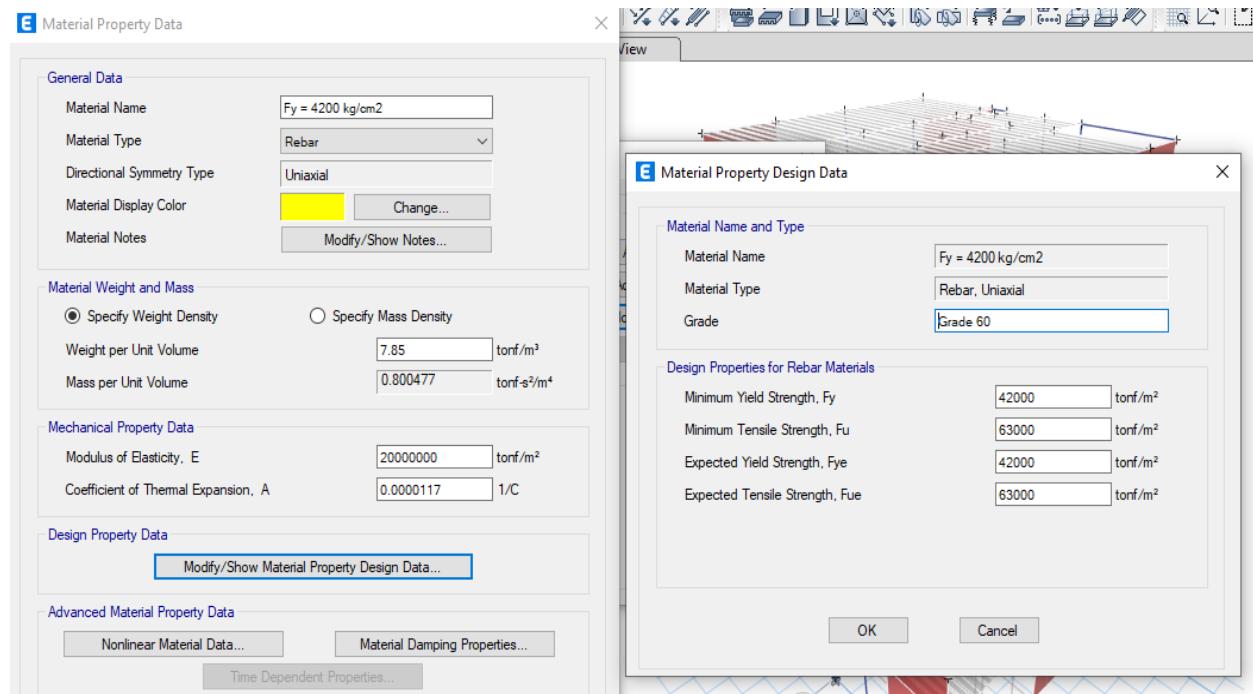
## Procedimiento para calcular el análisis estático y dinámico

- **Definición de materiales**

*Definición de concreto  $F'_c = 280\text{kg/cm}^2$*



*Definición de acero corrugado  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$*



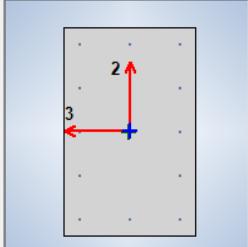
- **Definición de secciones**

- **Columnas**

**E Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name: CL = 0.40x0.60  
Material: F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>   
Notional Size Data:   
Display Color:    
Notes:



**Shape**  
Section Shape: Concrete Rectangular

Currently Default

**Section Property Source**  
Source: User Defined

**Section Dimensions**  
Depth: 0.6 m  
Width: 0.4 m

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

*Configuración típica de propiedad de columnas*

**E Frame Section Property Reinforcement Data**

**Design Type**  
 P-M2-M3 Design (Column)  
 M3 Design Only (Beam)

**Rebar Material**  
Longitudinal Bars: Fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>   
Confinement Bars (Ties): Fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

**Check/Design**  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

**Reinforcement Configuration**  
 Rectangular  
 Circular

**Confinement Bars**  
 Ties  
 Spirals

**Longitudinal Bars**  
Clear Cover for Confinement Bars: 0.04 m  
Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3  
Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5  
Longitudinal Bar Size and Area: 6  0.000028 m<sup>2</sup>  
Corner Bar Size and Area: 6  0.000028 m<sup>2</sup>

**Confinement Bars**  
Confinement Bar Size and Area: 6  0.000028 m<sup>2</sup>  
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m  
Number of Confinement Bars in 3-dir: 3  
Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

## ➤ Vigas

**E Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name	VP1 = 0.25x0.50
Material	F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup> <span style="font-size: small;">▼</span> <span style="font-size: small;">...</span>
Notional Size Data	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notional Size...</span>
Display Color	<span style="background-color: #000080; width: 100px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <span style="font-size: small;">Change...</span>
Notes	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notes...</span>

**Shape**

Section Shape	Concrete Rectangular <span style="font-size: small;">▼</span>
---------------	---

**Section Property Source**

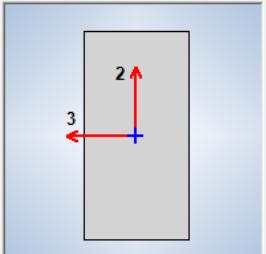
Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth	0.5 <span style="font-size: small;">m</span>
Width	0.25 <span style="font-size: small;">m</span>

OK
Cancel

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column



×

**E Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name	V1 = 0.25x0.35
Material	F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup> <span style="font-size: small;">▼</span> <span style="font-size: small;">...</span>
Notional Size Data	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notional Size...</span>
Display Color	<span style="background-color: #800000; width: 100px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <span style="font-size: small;">Change...</span>
Notes	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Modify/Show Notes...</span>

**Shape**

Section Shape	Concrete Rectangular <span style="font-size: small;">▼</span>
---------------	---

**Section Property Source**

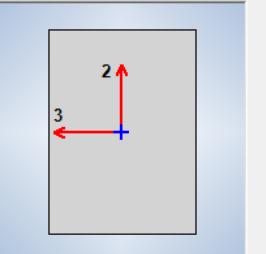
Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth	0.35 <span style="font-size: small;">m</span>
Width	0.25 <span style="font-size: small;">m</span>

OK
Cancel

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column



×

## Configuración típica de propiedad de vigas

**E Frame Section Property Reinforcement Data**

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/> Confinement Bars (Ties): Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/>
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m	
<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.000925 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.000398 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000398 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000398 m <sup>2</sup>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

➤ Losa

Losa Aligerada h= 0.20m

**E Slab Property Data**

<b>General Data</b> Property Name: Losa AL. 0,20m Slab Material: F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> <input type="button" value="..."/> Notional Size Data: <input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/> Modeling Type: Shell-Thin <input type="button" value="..."/> Modifiers (Currently Default): <input type="button" value="Modify/Show..."/> Display Color: <input type="color"/> <input type="button" value="Change..."/> Property Notes: <input type="button" value="Modify/Show..."/>	
<b>Property Data</b> Type: Ribbed <input type="button" value="..."/> Overall Depth: 0.2 m Slab Thickness: 0.05 m Stem Width at Top: 0.1 m Stem Width at Bottom: 0.1 m Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 0.4 m Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis <input type="button" value="..."/>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

## Losa Maciza $h = 0.20m$

**E Slab Property Data**

---

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="Losa Maciza = 0.20"/>	
Slab Material	<input type="text" value="F'c = 280 kg/cm2"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>	
Modeling Type	<input type="text" value="Membrane"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>	
Display Color		<a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>	
<input type="checkbox"/> Use Special One-Way Load Distribution		

**Property Data**

Type	<input type="text" value="Slab"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>
Thickness	<input type="text" value="0.2"/> m

## ➤ Placas

Wall Property Data

---

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="P2 = 0.25 280"/>	
Property Type	<input type="text" value="Specified"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Wall Material	<input type="text" value="F'c = 280 kg/cm2"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>	
Modeling Type	<input type="text" value="Shell-Thin"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>	
Display Color		<a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>	

**Property Data**

Thickness	<input type="text" value="0.25"/> m
-----------	-------------------------------------

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

---

OK
Cancel

Wall Property Data

---

**General Data**

Property Name	<input type="text" value="P1 = 0.3m 280"/>	
Property Type	<input type="text" value="Specified"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Wall Material	<input type="text" value="F'c = 280 kg/cm2"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>	
Modeling Type	<input type="text" value="Shell-Thin"/> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 0 5px;">...</span>	
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>	
Display Color		<a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>	

**Property Data**

Thickness	<input type="text" value="0.3"/> m
-----------	------------------------------------

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

---

OK
Cancel

- Definición de Patrones de carga

*Tabla de definición de patrones de carga*

E Define Load Patterns

Loads			
Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CM	Dead	1	
CM	Dead	1	
CV	Live	0	
Lad. Techo	Super Dead	0	
Acabados	Super Dead	0	
Tabiquería	Super Dead	0	
CV Techo	Roof Live	0	
ESTA XX	Seismic	0	User Coefficient
ESTA YY	Seismic	0	User Coefficient

**Nota:**

**CM:** Peso propio de los elementos modelados en el software.

**CV:** Sobrecarga = 0.20tonf/m<sup>2</sup>

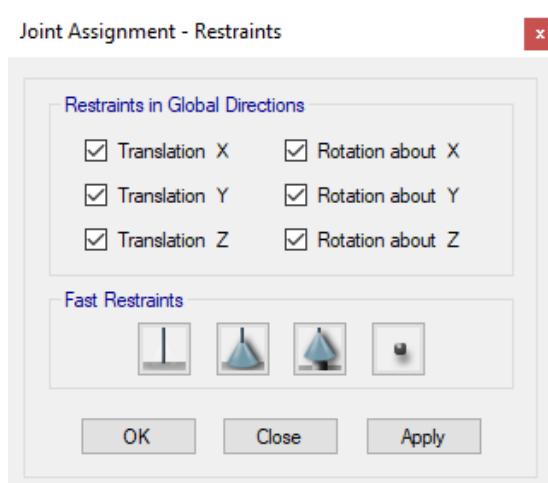
**Lad. Techo:** Ladrillo de Techo de losa aligerada = 0.063 tonf/m<sup>2</sup>

**Tabiquería:** Peso del ladrillo divisorio = 1.8 tonf/m<sup>2</sup>

**CV Techo:** Sobrecarga en azotea: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

**Acabados:** 0.10 tonf/m<sup>2</sup>

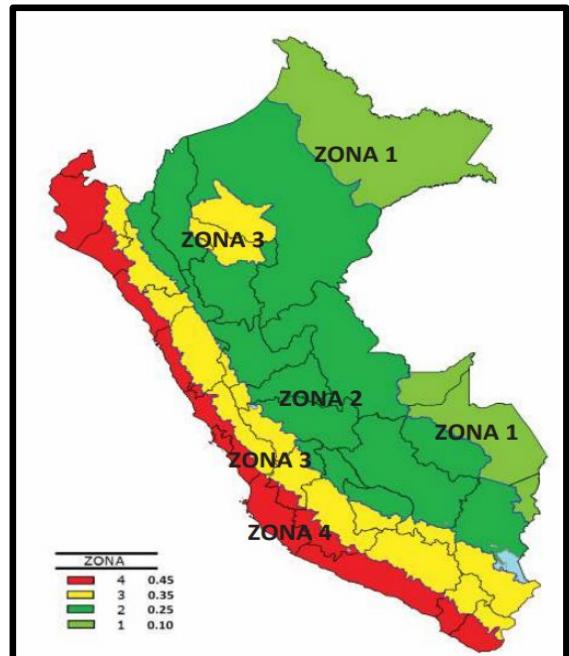
- ASIGNACIÓN DE APOYO EMPOTRADA EN LA BASE



- CARGA DE SISMO ESTATICO

### 1. Parametro sismicos

Z = 0.45 Trujillo  
 U = 1  
 S = 1.1  
 TP = 1  
 TL = 1.6  
 CT - X = 60 (Sistema muros estructurales)  
 CT - Y = 60 (Sistema muros estructurales)  
 hn = 23.45  
 Ro - X = 6  
 Ro - Y = 6



### 2. Calculo del periodo fundamental (T)

Periodo fundamental dirección XX Modo N.E  
Formula:

$$T = \frac{h_n}{c_T} \quad T_x = 0.47 \text{ seg} \quad T_y = 0.445 \text{ seg}$$

$$T_x = 23.45/60 : 0.39 \text{ seg}$$

$$T_x = \text{Modo N.E} = 0.47 \text{ seg}$$

Periodo fundamental dirección YY Modo N.E

$$T_y = 23.45/60 : 0.39 \text{ seg}$$

$$T_y = \text{Modo N.E} = 0.45 \text{ seg}$$

### 3. Calculo de factor de amplificación sismica (C)

Valor "C" inicial = 2.5 (ambos direcciones de analisis)

#### Dirección XX

C

##### **Criterios**

T < Tp Se considera C = 2.5 :	0.47 < 1 .....	VERDADERO	<b>2.5</b>
Tp < T < T Se Considera C = 2.5*(Tp/T) :	1 < 0.47 < 1.6 .....	FALSO	<b>5.319</b>
T > TL Se Considera C = 2.5*((Tp*TL)/T^2) :	0.47 < 1.6 .....	FALSO	<b>18.11</b>

Valor final de "C" = 2.5

## Dirección YY

C

### **Criterios**

$T < T_p$  Se considera  $C = 2.5$  :  $0.445 < 1$  ..... VERDADERO **2.5**

$T_p < T < T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * (T_p/T)$  :  $1 < 0.445 < 1.6$  ..... FALSO **5.618**

$T > T_L$  Se Considera  $C = 2.5 * ((T_p * T_l) / T^2)$  :  $0.445 < 1.6$  ..... FALSO **20.20**

Valor final de "C" = **2.5**

## 3. Calculo de coeficiente de reducción sismica (R)

Dirección XX

$$R = R_o * I_a * I_p \quad \boxed{0.75}$$

$R_o - X =$	<b>6</b>	$R_x = 6 * 1 * 1 =$	<b>6.0</b>	4.50
$I_{ax} =$	<b>1</b>			
$I_{px} =$	<b>1</b>			

Dirección YY

$$R = R_o * I_a * I_p \quad \boxed{0.75} \quad 4.50$$

$R_o - Y =$	<b>6</b>	$R_x = 6 * 1 * 1 =$	<b>6</b>
$I_{ay} =$	<b>1</b>		
$I_{py} =$	<b>1</b>		

## 4. Verificación de la relación C/R

Dirección XX

$$C/R \geq 0.11$$

$C =$	<b>2.5</b>	$R_x = 2.5 / 6 =$	<b>0.42</b>
$R =$	<b>6</b>	Criterio :	$0.417 / 0.11 =$ .... <b>Cumple</b>

Dirección YY

$$C/R \geq 0.11$$

$C =$	<b>2.5</b>	$R_x = 2.5 / 6 =$	<b>0.42</b>
$R =$	<b>6</b>	Criterio :	$0.417 / 0.11 =$ .... <b>Cumple</b>

## 5. Calculo de cortante basal

<b>Cef.</b>	
<b>Vx</b>	= 0.20625
<b>Vy</b>	= 0.20625

$$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

## 6. Calculo de exponente (K)

**Dirección XX**

$$T \leq 0.5, K = 1$$

$$T \geq 0.5, K = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$$

$$T \leq 0.5$$

$$0.47 \leq 0.5$$

.... Cumple

$$K =$$

$$1$$

$$T \geq 0.5$$

$$0.47 \geq 0.5$$

.... No cumple

$$K =$$

$$0.985$$

$$K =$$

$$1.000$$

**Dirección YY**

$$T \leq 0.5, K = 1$$

$$T \geq 0.5, K = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$$

$$T \leq 0.5$$

$$0.445 \leq 0.5$$

.... Cumple

$$K =$$

$$1$$

$$T \geq 0.5$$

$$0.445 \geq 0.5$$

.... No cumple

$$K =$$

$$0.973$$

$$K =$$

$$1.000$$

### Asignación de coeficiente sísmico dirección X

**E** Seismic Load Pattern - User Defined



<b>Direction and Eccentricity</b>		<b>Factors</b>	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.20625
<input checked="" type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity		
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05		
Overwrite Eccentricities	<input type="button" value="Overwrite..."/>		

### Asignación de coeficiente sísmico dirección Y

**E** Seismic Load Pattern - User Defined



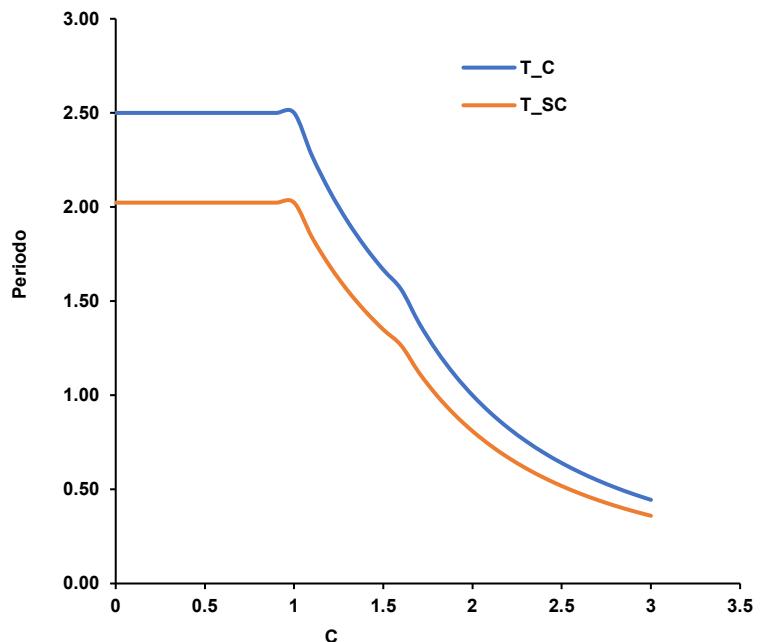
<b>Direction and Eccentricity</b>		<b>Factors</b>	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.20625
<input type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input checked="" type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity		
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05		
Overwrite Eccentricities	<input type="button" value="Overwrite..."/>		

- **CARGA SÍSMICA DINÁMICA**

Los datos de la carga sísmica dinámica se aplicarán en ambas direcciones

**PARAMETROS SISMICOS:**

$Z = 0.45$   
 $U = 1$   
 $S = 1.1$   
 $I_a = 1$   
 $I_p = 1$   
 $R_0 = 6$   
 $R = 6$   
 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$   
 $ZUSg/R = 0.809325$   
 $T_p = 1$   
 $T_l = 1.6$



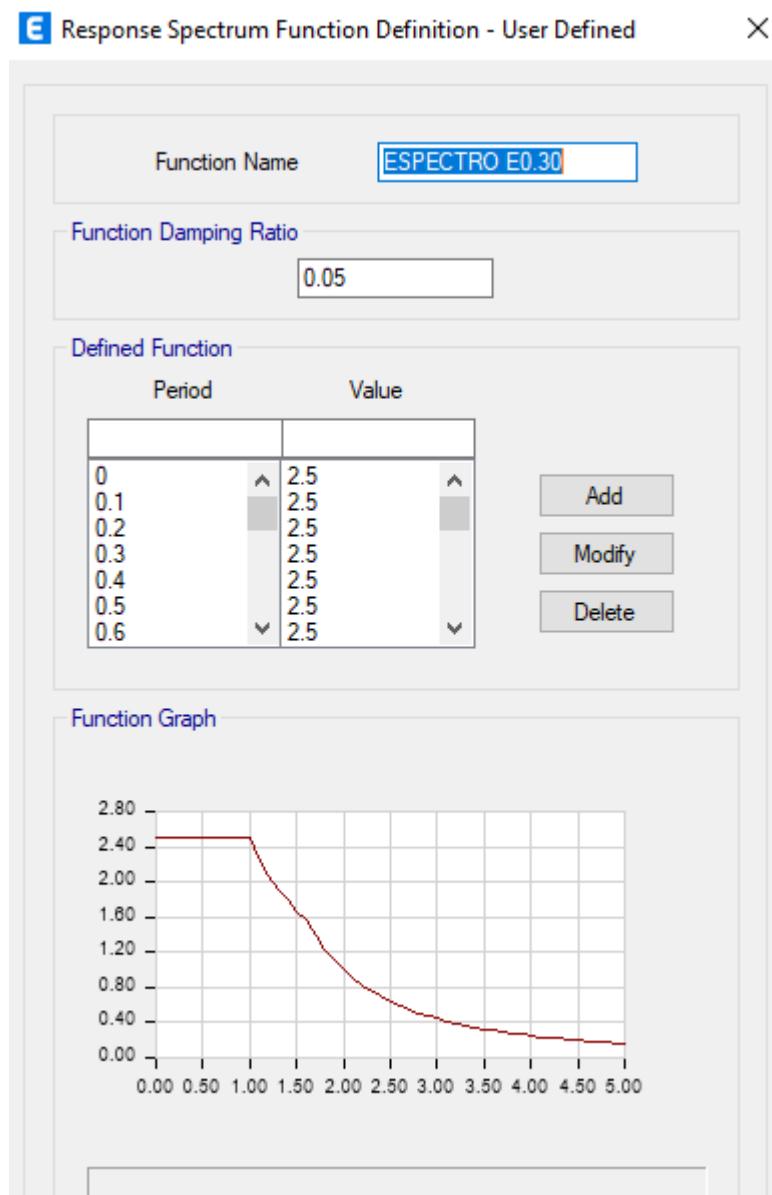
*Registro de función – Espectro de diseño*

T	C	SC
0	2.50	2.0233
0.1	2.50	2.0233
0.2	2.50	2.0233
0.3	2.50	2.0233
0.4	2.50	2.0233
0.5	2.50	2.0233
0.6	2.50	2.0233
0.7	2.50	2.0233
0.8	2.50	2.0233
0.9	2.50	2.0233
1	2.50	2.0233
1.1	2.27	1.8394
1.2	2.08	1.6861
1.3	1.92	1.5564

1.4	1.79	1.4452
1.5	1.67	1.3489
1.6	1.56	1.2646
1.7	1.3841	1.1202
1.8	1.2346	0.9992
1.9	1.1080	0.8968
2	1.0000	0.8093
2.1	0.9070	0.7341
2.2	0.8264	0.6689
2.3	0.7561	0.6120
2.4	0.6944	0.5620
2.5	0.6400	0.5180
2.6	0.5917	0.4789
2.7	0.5487	0.4441
2.8	0.5102	0.4129
2.9	0.4756	0.3849
3	0.4444	0.3597
3.1	0.4162	0.3369
3.2	0.3906	0.3161
3.3	0.3673	0.2973
3.4	0.3460	0.2800
3.5	0.3265	0.2643
3.6	0.3086	0.2498
3.7	0.2922	0.2365
3.8	0.2770	0.2242
3.9	0.2630	0.2128
4	0.2500	0.2023
4.1	0.2380	0.1926
4.2	0.2268	0.1835
4.3	0.2163	0.1751
4.4	0.2066	0.1672
4.5	0.1975	0.1599
4.6	0.1890	0.1530

4.7	0.1811	0.1466
4.8	0.1736	0.1405
4.9	0.1666	0.1348
5	0.1600	0.1295

### Asignación de espectro de respuesta en Etabs



## Creación de caso de carga Sísmica Dinámico XX

**E** Load Case Data X

<b>General</b>											
Load Case Name	SD X										
Load Case Type	Response Spectrum										
Mass Source	Previous (MASA :))										
Analysis Model	Default										
<b>Loads Applied</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acceleration</td> <td>U1</td> <td>ESPECTRO E0.30</td> <td>0.8093</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: -10px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Add</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Delete</span>   <input type="checkbox"/> Advanced     </div>				Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Acceleration	U1	ESPECTRO E0.30	0.8093
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor								
Acceleration	U1	ESPECTRO E0.30	0.8093								
<b>Other Parameters</b>											
Modal Load Case	Modal										
Modal Combination Method	CQC										
<input type="checkbox"/> Include Rigid Response	Rigid Frequency, f1	<input type="text"/>									
	Rigid Frequency, f2	<input type="text"/>									
	Periodic + Rigid Type	<input type="text"/>									
Earthquake Duration, td	<input type="text"/>										
Directional Combination Type	SRSS										
Absolute Directional Combination Scale Factor	<input type="text"/>										
Modal Damping	Constant at 0.05		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Modify/Show...</span>								
Diaphragm Eccentricity	0.05 for All Diaphragms		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Modify/Show...</span>								

## Creación de caso de carga Sísmica Dinámico YY

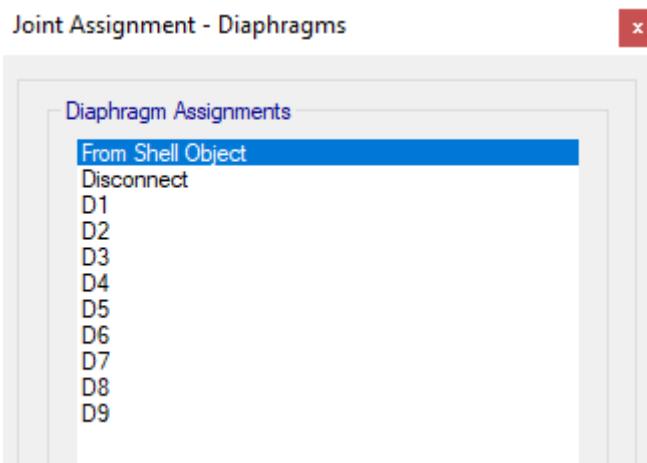
**E** Load Case Data X

<b>General</b>											
Load Case Name	SD Y										
Load Case Type	Response Spectrum										
Mass Source	Previous (MASA :))										
Analysis Model	Default										
<b>Loads Applied</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acceleration</td> <td>U2</td> <td>ESPECTRO E0.30</td> <td>0.8093</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: -10px;"> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Add</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Delete</span>   <input type="checkbox"/> Advanced     </div>				Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Acceleration	U2	ESPECTRO E0.30	0.8093
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor								
Acceleration	U2	ESPECTRO E0.30	0.8093								
<b>Other Parameters</b>											
Modal Load Case	Modal										
Modal Combination Method	CQC										
<input type="checkbox"/> Include Rigid Response	Rigid Frequency, f1	<input type="text"/>									
	Rigid Frequency, f2	<input type="text"/>									
	Periodic + Rigid Type	<input type="text"/>									
Earthquake Duration, td	<input type="text"/>										
Directional Combination Type	SRSS										
Absolute Directional Combination Scale Factor	<input type="text"/>										
Modal Damping	Constant at 0.05		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Modify/Show...</span>								
Diaphragm Eccentricity	0.05 for All Diaphragms		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; cursor: pointer;">Modify/Show...</span>								

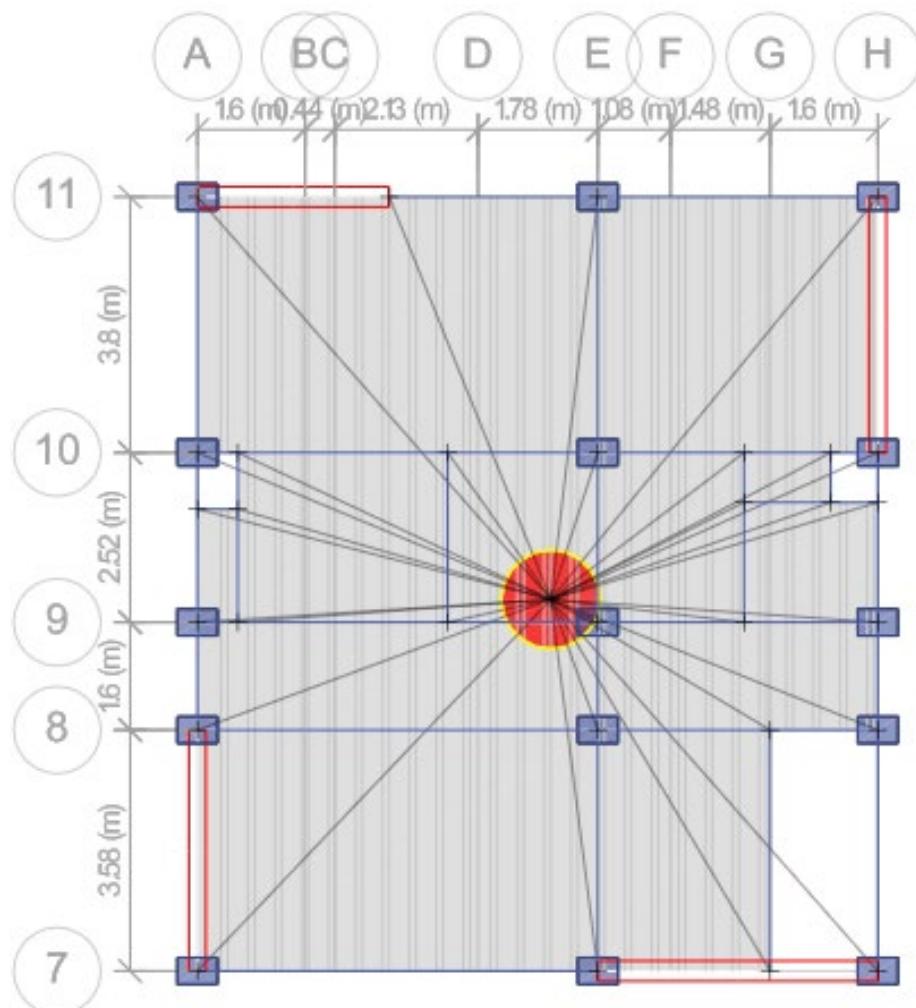
- **ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMAS**

Se crearán 8 diafragmas y se aplicarán uno a cada nivel

*Creación de diafragmas*

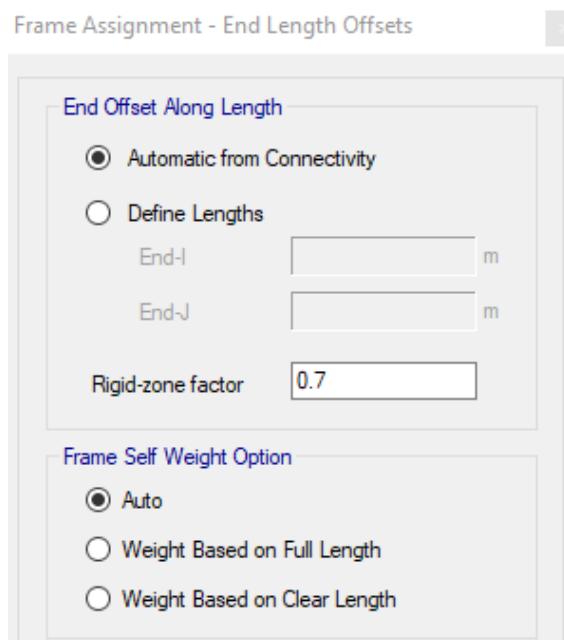


*Asignación de diafragmas a cada nivel*

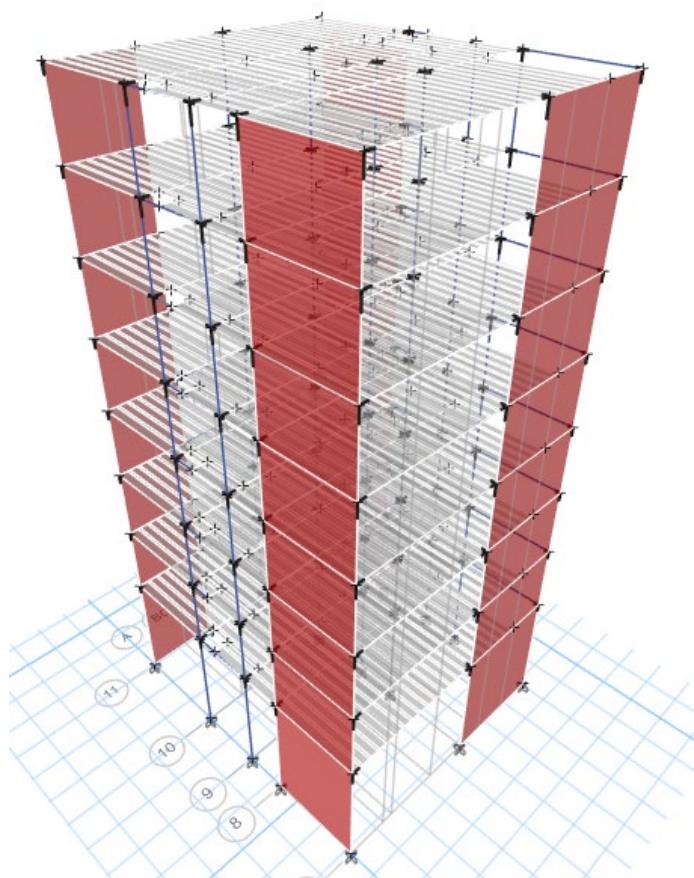


- ASIGNACIÓN DE BRAZOS RIGIDOS

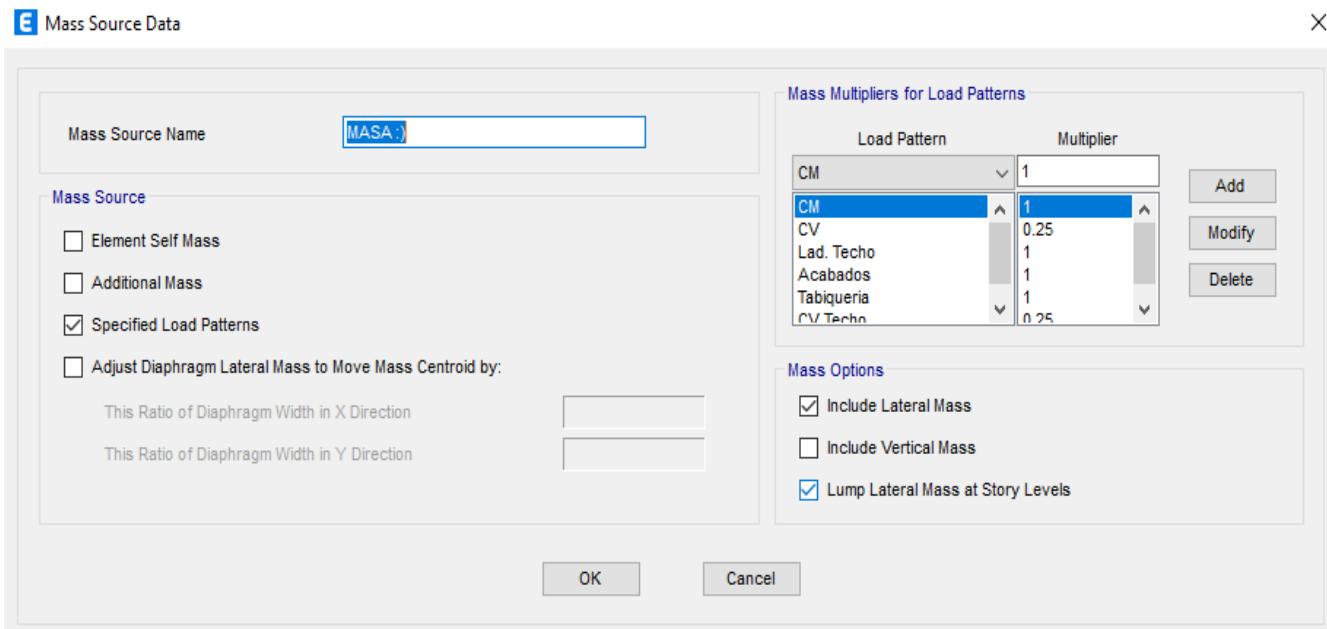
*Definición de brazo rígido*



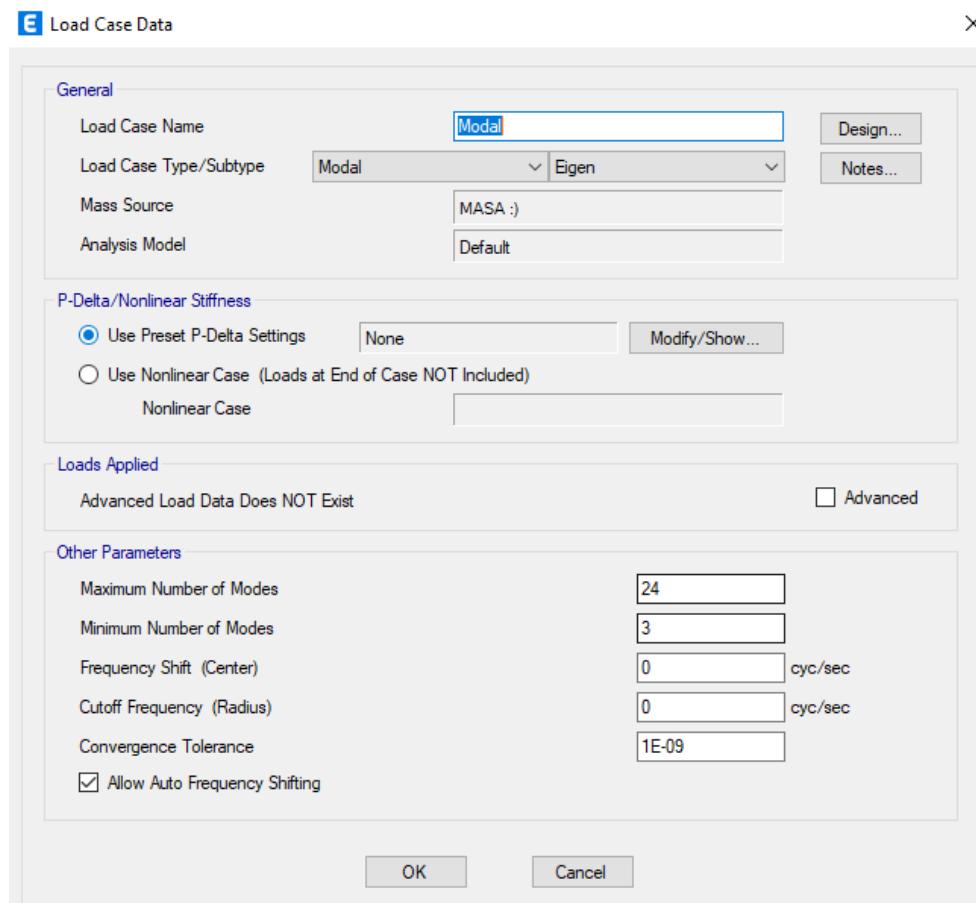
*Aplicación de Brazo rígido*



- CREACIÓN DE MASA PARTICIPATIVA.



- CREACIÓN DE MODOS DE VIBRACIÓN.



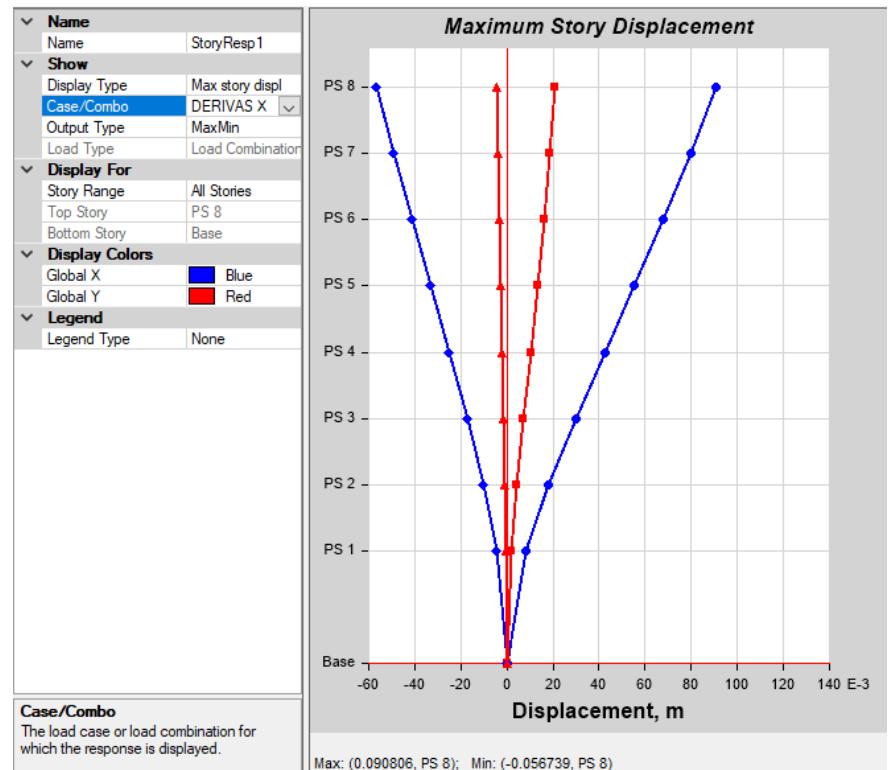
- **REGISTRO DE MODO DE VIBRACIÓN NATURAL DE LA ESTRUCTURA**

<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period sec</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>RZ</b>
Modal	1.000	0.470	0.672	0.005	0.042
Modal	2.000	0.445	0.006	0.704	0.000
Modal	3.000	0.324	0.036	0.001	0.652
Modal	4.000	0.112	0.153	0.001	0.015
Modal	5.000	0.102	0.001	0.184	0.000
Modal	6.000	0.071	0.024	0.000	0.166
Modal	7.000	0.049	0.046	0.000	0.006
Modal	8.000	0.045	0.000	0.052	0.000
Modal	9.000	0.031	0.008	0.000	0.045
Modal	10.000	0.029	0.014	0.000	0.004
Modal	11.000	0.028	0.000	0.015	0.000
Modal	12.000	0.020	0.004	0.002	0.000
Modal	13.000	0.020	0.002	0.003	0.000
Modal	14.000	0.019	0.001	0.000	0.015
Modal	15.000	0.016	0.000	0.001	0.000
Modal	16.000	0.016	0.002	0.000	0.000
Modal	17.000	0.014	0.000	0.000	0.000
Modal	18.000	0.014	0.000	0.000	0.004
Modal	19.000	0.014	0.001	0.000	0.000
Modal	20.000	0.013	0.000	0.000	0.000
Modal	21.000	0.012	0.000	0.000	0.000
Modal	22.000	0.011	0.000	0.000	0.001
Modal	23.000	0.010	0.000	0.000	0.000
Modal	24.000	0.009	0.000	0.000	0.000

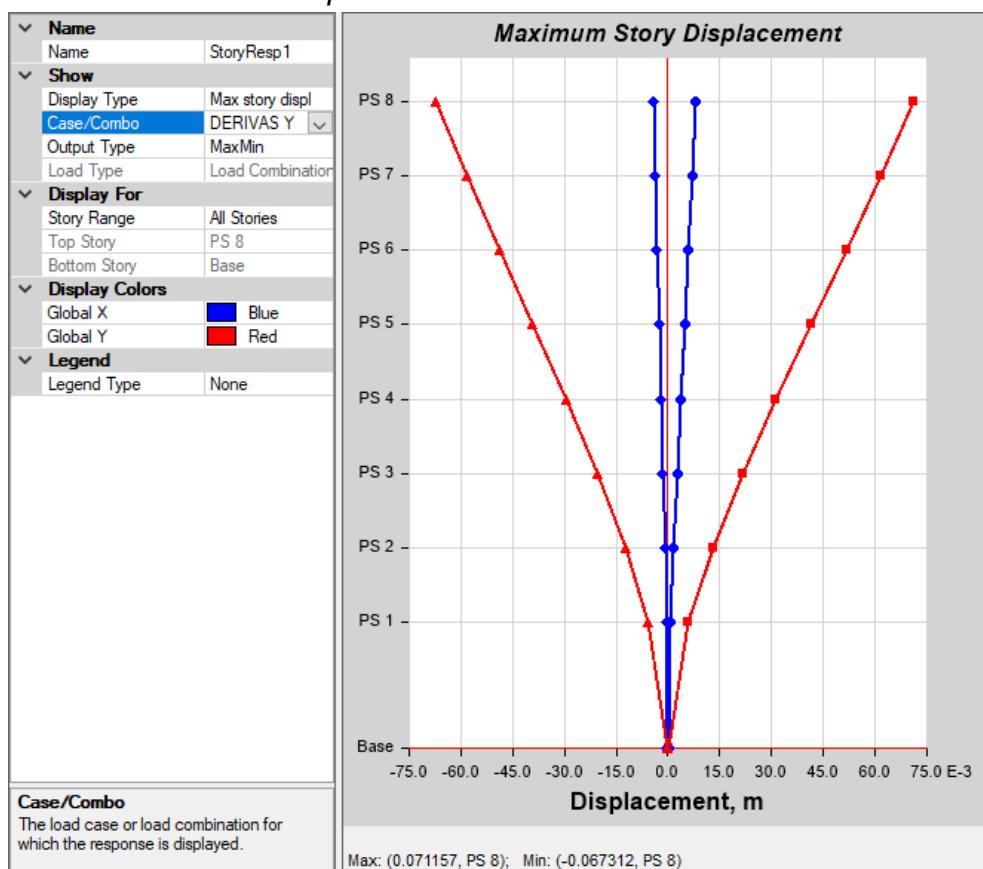
**Nota:** La mayor masa participativa se genera en la dirección X y Y.

- REGISTRO DE DESPLAZAMIENTOS

*Desplazamiento inelástico XX*

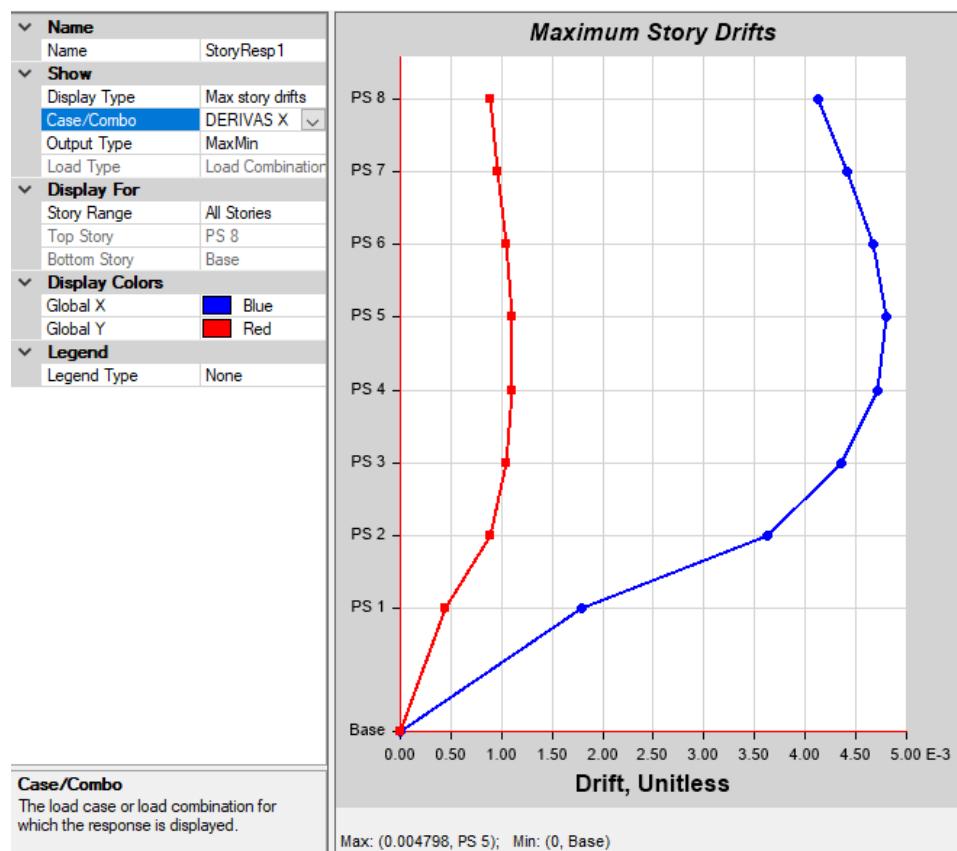


*Desplazamiento inelástico YY*

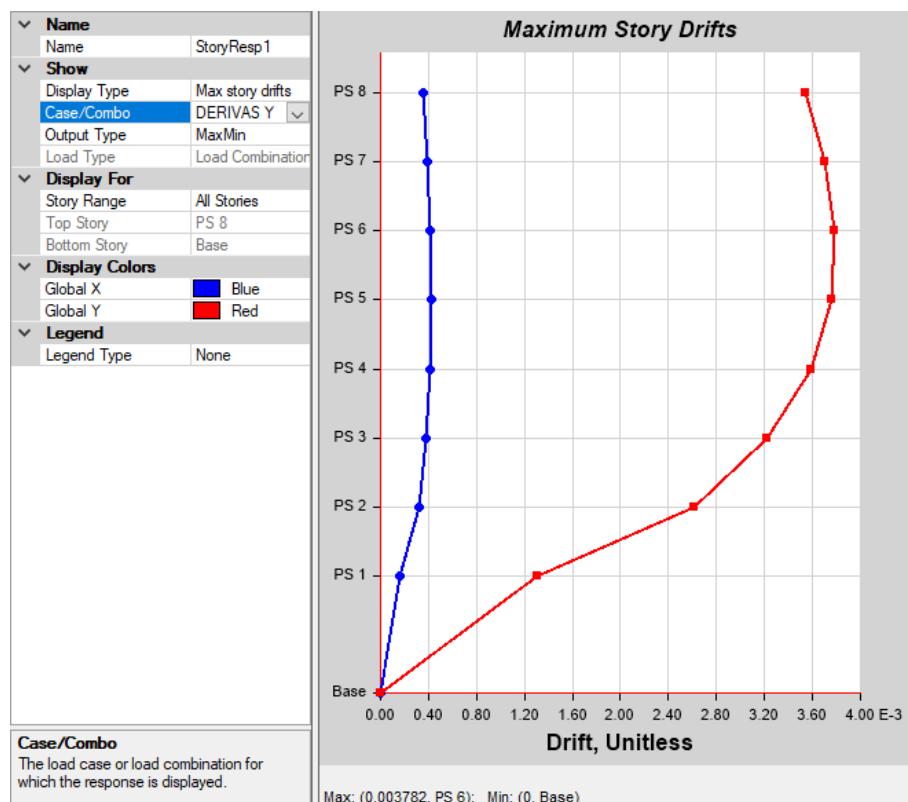


- REGISTRO DE DERIVAS

*Deriva inelástico XX*



*Deriva inelástico YY*



- **VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES**

- **IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO**

<b>DIRECCIÓN XX</b>					
Story	K(rigidez) tonf/m	I. Piso blando > 70%	I. Piso blando > 80%	Verificación	
PS 8	12000.782	-	-	Regular	
PS 7	13632.604	1.136	-	Regular	
PS 6	10826.458	0.794	-	Regular	
PS 5	9271.213	0.856	0.812	Regular	
PS 4	9467.677	1.021	0.842	Regular	
PS 3	12124.859	1.281	1.230	Regular	
PS 2	20301.746	1.674	1.973	Regular	
PS 1	22649.484	1.116	1.622	Regular	

<b>DIRECCIÓN YY</b>					
Story	K(rigidez) tonf/m	I. Piso blando > 70%	I. Piso blando > 80%	Verificación	
PS 8	12343.373	-	-	Regular	
PS 7	14410.648	1.167	-	Regular	
PS 6	11959.355	0.830	-	Regular	
PS 5	10709.277	0.895	0.830	Regular	
PS 4	11246.968	1.050	0.910	Regular	
PS 3	14520.233	1.291	1.284	Regular	
PS 2	24108.079	1.660	1.983	Regular	
PS 1	22692.558	0.941	1.365	Regular	

➤ VERIFICACIÓN DE PISO DEBIL

DIRECCIÓN XX				
Story	VX tonf	I. Piso Débil > 80%	I. Piso Débil > 60%	Verificación
PS 8	30.344	2.123	2.123	Regular
PS 7	64.416	1.422	1.422	Regular
PS 6	91.623	1.238	1.238	Regular
PS 5	113.466	1.152	1.152	Regular
PS 4	130.726	1.099	1.099	Regular
PS 3	143.725	1.062	1.062	Regular
PS 2	152.583	1.036	1.036	Regular
PS 1	158.101	-	-	-

DIRECCIÓN YY				
Story	VY tonf	I. Piso Débil > 80%	I. Piso Débil > 60%	Verificación
PS 8	31.0568	2.102	2.102	Regular
PS 7	65.2949	1.410	1.410	Regular
PS 6	92.074	1.231	1.231	Regular
PS 5	113.3749	1.149	1.149	Regular
PS 4	130.2411	1.099	1.099	Regular
PS 3	143.1419	1.063	1.063	Regular
PS 2	152.1875	1.039	1.039	Regular
PS 1	158.102	-	-	-

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

Story	UX	UY	UZ	UX	UY	Peso	Verificación
	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf	tonf	150%	
PS 8	8.787	8.787	0.000	86.167	86.167	129.24985	Regular
PS 7	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 6	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 5	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 4	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 3	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 2	12.515	12.515	0.000	122.732	122.732	184.09819	Regular
PS 1	14.224	14.224	0.000	139.489	139.489	209.2331	-

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL.

No existe irregularidad por geométrica vertical, puesto que no hay discontinuidad de diafragma.

➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES.

No existe irregularidad por los sistemas resistentes, puesto que no elementos estructurales que cambien de sección e inercia en los pisos superiores.

➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD EXTREMA POR DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES.

No existe irregularidad por los sistemas resistentes extrema, puesto que no elementos estructurales que cambien de sección e inercia en los pisos superiores.

➤ VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORCIONAL

*Dirección X*

Story	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación	
					Torsión	Torsión
					mínima < 1.3	extrema 1.3>
		m	m		1.3	x < 1.5
PS 8	DERIVAS X	0.004126	0.003493	1.181	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 7	DERIVAS X	0.004419	0.003696	1.195	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 6	DERIVAS X	0.004667	0.003849	1.212	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 5	DERIVAS X	0.004798	0.003903	1.229	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 4	DERIVAS X	0.00472	0.003791	1.245	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 3	DERIVAS X	0.004359	0.003458	1.261	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 2	DERIVAS X	0.003629	0.002845	1.276	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 1	DERIVAS X	0.001788	0.001398	1.279	SI CUMPLE	SI CUMPLE

*Dirección Y*

Story	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Verificación	
					Torsión	Torsión
					mínima < 1.3	extrema 1.3> x < 1.5
		m	m		1.3	1.3> x < 1.5
PS 8	DERIVAS Y	0.003547	0.003455	1.027	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 7	DERIVAS Y	0.003697	0.003601	1.027	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 6	DERIVAS Y	0.003782	0.003682	1.027	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 5	DERIVAS Y	0.003765	0.003663	1.028	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 4	DERIVAS Y	0.003591	0.003493	1.028	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 3	DERIVAS Y	0.00322	0.003131	1.029	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 2	DERIVAS Y	0.002608	0.002534	1.029	SI CUMPLE	SI CUMPLE
PS 1	DERIVAS Y	0.001309	0.001273	1.028	SI CUMPLE	SI CUMPLE

### ➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR ESQUINAS ENTRANTES

No existe irregularidad por los sistemas resistentes extrema, ya que no hay esquinas entrantes en la edificación.

### ➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA

No existe irregularidad por discontinuidad de diafragma, ya que el área vacía del módulo es menor al 50% del área techada.

### ➤ VERIFCACION DE IRREGULARIDAD EN SISTEMA PARALELO

No existe irregularidad por sistema paralelo, ya que la estructura es 100% regular.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Estado	Factor	Estado	Factor
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	regular	1	regular	1
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema de Rigidez - Piso Blando	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema de Resistencia - Piso Débil	regular	1	regular	1
Irregularidad de Masa o Peso	regular	1	regular	1
Irregularidad Geométrica Vertical	regular	1	regular	1
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	regular	1	regular	1
Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes	regular	1	regular	1
Resultado	la =	1	la =	1

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Estado	Factor	Estado	Factor
Irregularidad Torsional	regular	1	regular	1
Irregularidad extrema Torsional	regular	1	regular	1
Esquinas Entrantes	regular	1	regular	1
Discontinuidad de diafragma	regular	1	regular	1
Sistema no Paralelo	regular	1	regular	1
Resultado	Ip =	1	Ip =	1

- REGISTRO DE CORTANTE BASAL

### ANALISIS ESTATICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
ESTA XX	LinStatic	-198.421	0.000	0.000	0.000	-3217.978	4136.63	0	0	0
ESTA YY	LinStatic	0.000	-198.421	0.000	3217.97	0.000	-1074.14	0	0	0

### ANALISIS DINAMICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SD X	LinRespSpec	143.5256	8.8734	0	144.41	2383.483	3154.983	0	0	0
SD Y	LinRespSpec	8.8734	150.5643	0	2493.38	144.199	893.555	0	0	0

- VERIFICACIÓN DE FACTOR DE ESCALA

#### DIRECCIÓN XX

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	198.4214	143.53	0.8	NO CUMPLE	1.1060	72%

#### DIRECCIÓN YY

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	198.4214	150.5643	0.8	NO CUMPLE	1.0543	76%

Nota: Para un sistema regular el cortante dinámico tiene que ser como mínimo el 80% del cortante estático, para tema de diseño estructural de concreto armado. Ante esto escalaremos respectivamente el cortante dinámico.

- REGISTRO DE CORTANTE BASAL ESCALADO

### ANALISIS ESTATICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
ESTA XX	LinStatic	-198.421	0.000	0.000	0.000	-3217.978	4136.63	0	0	0
ESTA YY	LinStatic	0.000	-198.421	0.000	3217.97	0.000	-1074.14	0	0	0

### ANALISIS DINAMICO

#### COMPARACIÓN DE CORTANTE BASAL

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SD X	LinRespSpec	158.7369	9.8138	0	159.7173	2636.0929	3489.3569	0	0	0
SD Y	LinRespSpec	9.3544	158.7267	0	2628.5542	152.0168	941.9969	0	0	0

- VERIFICACIÓN DE FACTOR DE ESCALA

#### DIRECCIÓN XX

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	198.4214	158.74	0.8	CUMPLE	1.0000	80%

#### DIRECCIÓN YY

TIPO	ESTATICO	DINAMICO	Coeficiente	Análisis	Factor de escala	% de Cortante
Cortante, base	198.4214	158.7267	0.8	CUMPLE	1.000	80%

Nota: Observamos que se escaló correctamente el cortante dinámico, siendo el 80% del cortante estático.

## SEPARACIÓN SISMICA

### Datos:

<i>Desp. Máximo estructura 1:</i>	0.0520 m
<i>Desp. Máximo estructura 2:</i>	0.0710 m
<i>Desplazamiento máximo:</i>	0.1230 m
<i>Altura total del edificio:</i>	21.65 m

### Desaparación entre Edificios:

$$S = 0.006 h \geq 0.03m$$

$$\begin{aligned} S &= 0.006 * 21.65 &= 0.1299 \text{ m} & \dots 0.1299 \geq 0.03 & \text{Cumple} \\ S &= 2/3 * 0.123 &= 0.0820 \text{ m} \end{aligned}$$

## ANEXO 6

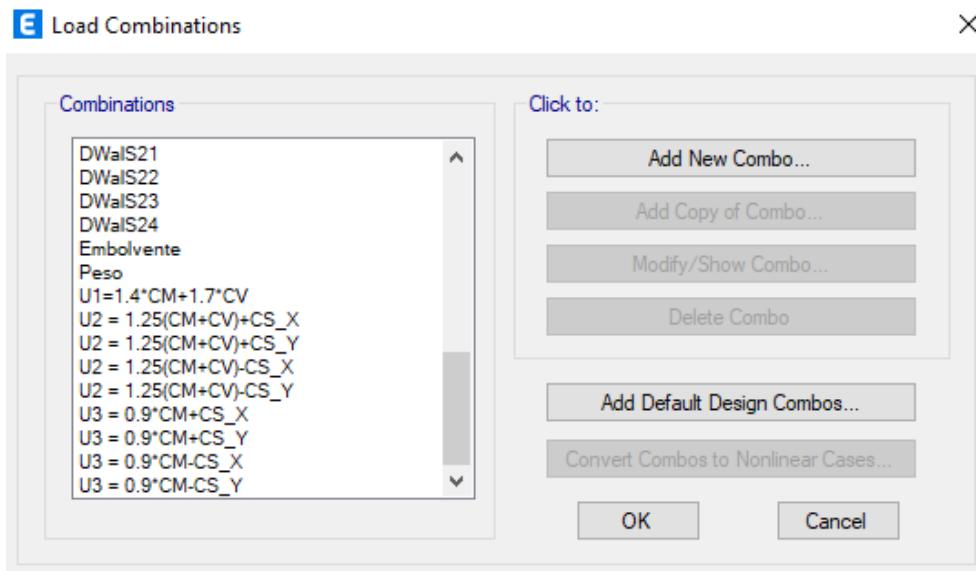
### 1. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

#### A) MODULO 1

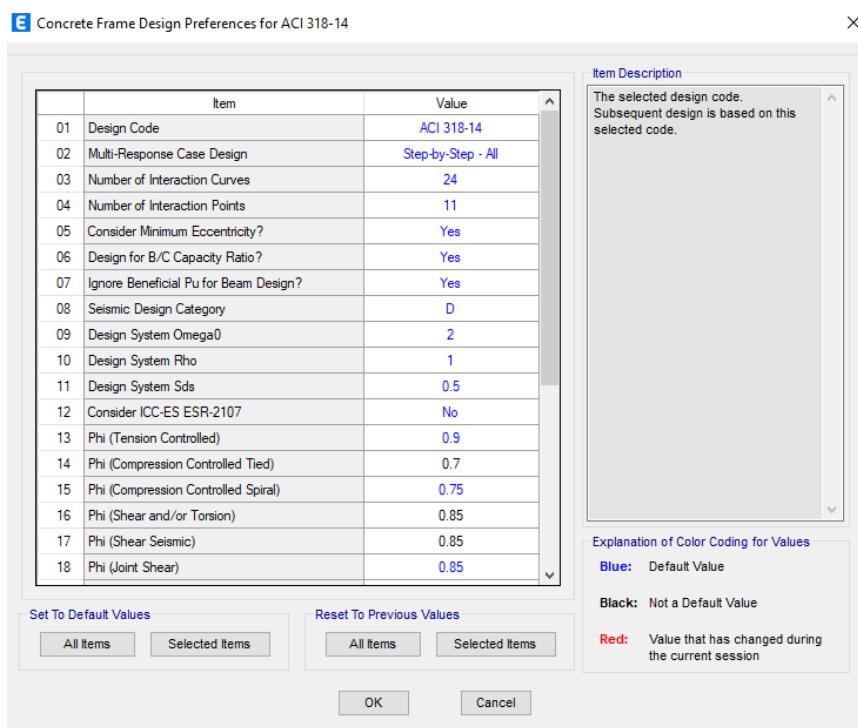
- **Diseño de vigas**

- Diseño por flexión Módulo 1

#### *Definición de Patrón de cargas*



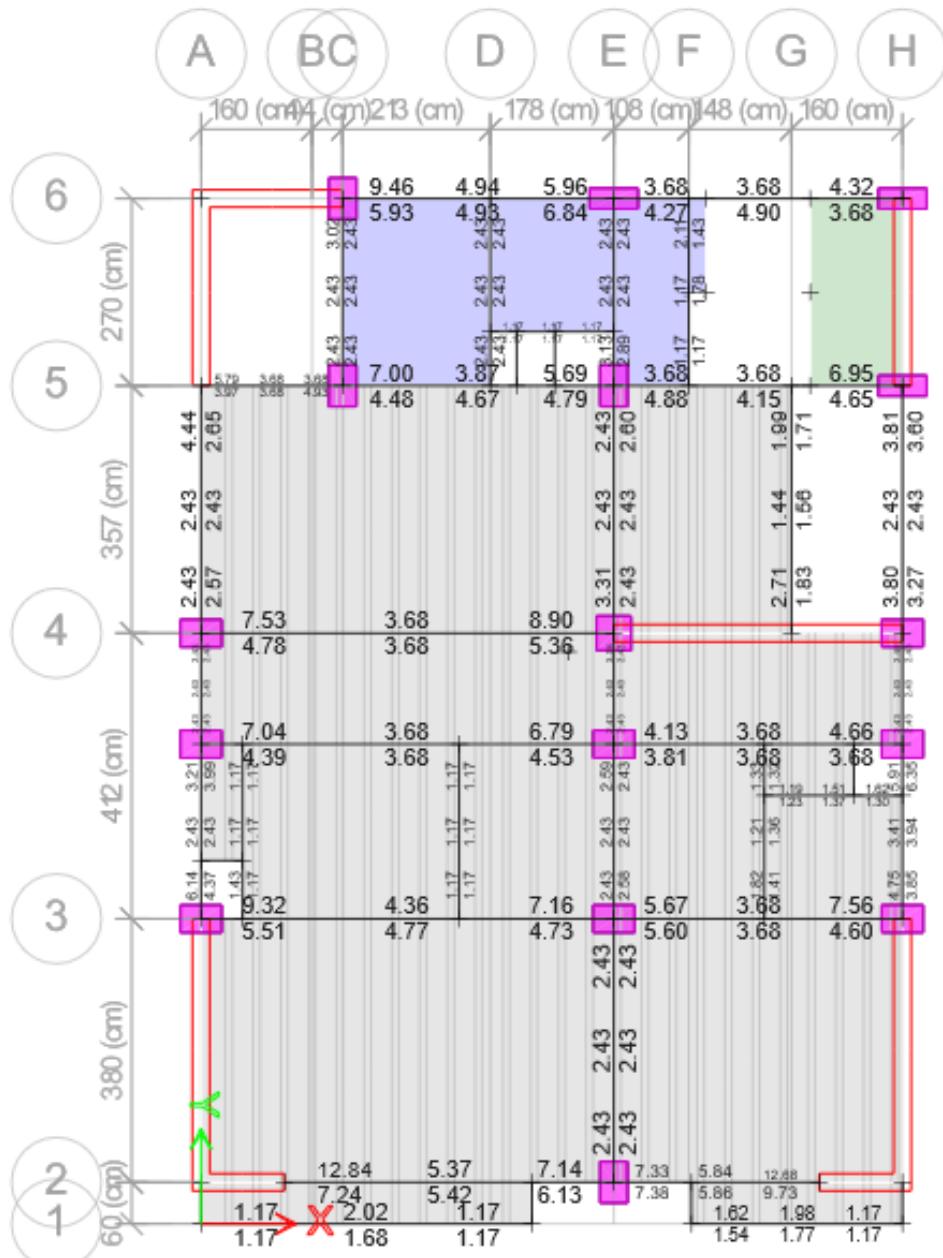
#### *Modificación de parámetros de diseño*



Para el diseño de vigas, se utiliza el patrón de envolvente. El patrón de envolvente, tiene la función de calcular y reunir los valores máximo en los diagramas de cortante y momento flector.

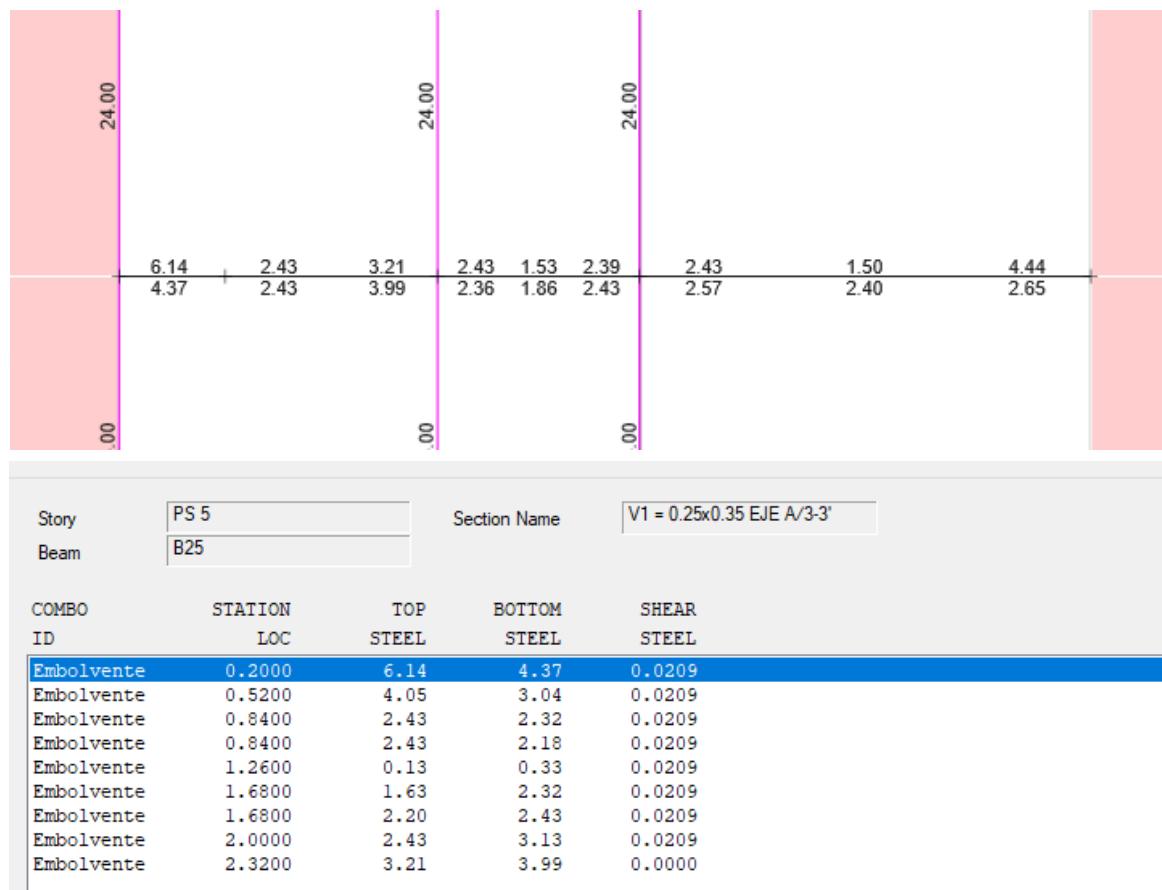
A continuación, tenemos el resultado automatizado en la obtención de área de acero del diseño de concreto armado en vigas. En este caso, utilizaremos para diseñar el piso más critico

#### Cálculo de acero a flexión por Etabs

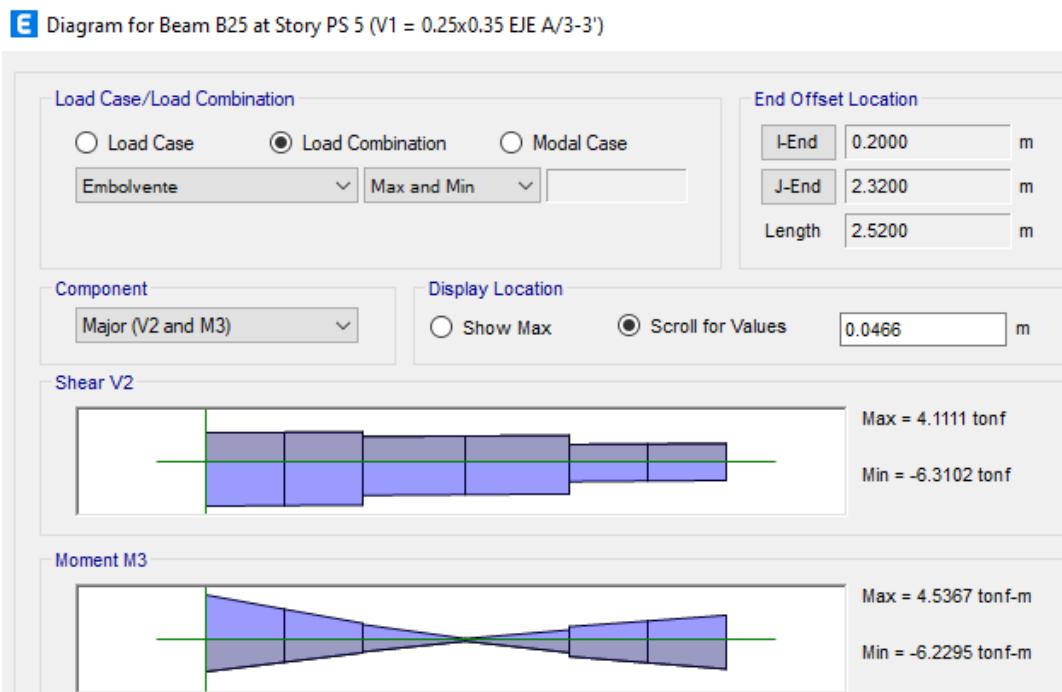


❖ Verificación de área de acero propuesto por Etabs en MathCAD  
EJE A

*Acero calculado por Etabs – Eje A*



*Diagrama de momento flector – Viga 25x35 Eje A/ Eje 3-3'*



### Registro de Momento actuante en viga

Ubicación	Izquierda	Central	Derecha
M (-)	6.2295	0.5728	3.3838
M (+)	4.5367	0.6257	4.1614

**CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 6.2295 tonf\*m**

#### **DATOS DEL MATERIAL:**

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### **DATOS GEOMETRICOS:**

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

#### **DATOS ADICIONALES:**

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

#### **DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:**

$$M_u := 6.2295 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

#### **DATOS GEOMETRICOS DE ACERO:** $\text{cm}^2 := \text{cm}^2$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\text{Ø } 5/8''}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \boxed{\text{Ø } 3/8''}$$

#### **I. Calculo del recubrimiento (d)**

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### **II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"**

##### **2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )**

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

##### **2.2. Calculo de ( $A_{smax}$ )**

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

##### **2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)**

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

## ANALISIS:

$$M_u = 6.23 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

*Verificación :=*  $\begin{cases} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left\| \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left\| \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \right. \end{cases}$

*Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"*

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 6.079 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 6.259 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.418 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 6.093 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.301 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 6.08 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.292 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 6.079 \text{ cm}^2$$

$$a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.291 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 6.079 \text{ cm}^2$$

$$a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.291 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 6.079 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero  
 $c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 3.1$

## IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

<b>Acero de refuerzo</b>		
As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
6.079	6.14	<b>Cumple</b>

## CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 0.5728 tonf\*m

### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 0.5728 \text{ tonnef} \cdot m$$

### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: cm<sup>2</sup> := cm<sup>2</sup>

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := [\emptyset 5/8"]$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := [\emptyset 3/8"]$$

### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

#### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 0.573 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} \text{Verificación} := & \left| \begin{array}{l} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right| \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 0.521 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 0.576 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.406 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 0.522 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.368 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 0.521 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.368 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 0.521 \text{ cm}^2$$

$$a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.368 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 0.521 \text{ cm}^2$$

$$a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.368 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 0.521 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 0.3$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
2.438	2.43	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 3.3838 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 3.3838 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: cm<sup>2</sup> := cm<sup>2</sup>

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \text{Ø } 5/8''$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \text{Ø } 3/8''$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left\{ \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right\} = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

### 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 3.384 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \begin{cases} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \quad \quad \parallel Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \quad \quad \parallel Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{cases} \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

### III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

#### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 3.182 \text{ cm}^2$$

#### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 3.4 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.4 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 3.191 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.252 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 3.182 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.246 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 3.182 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.246 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 3.182 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.246 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 3.182 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 1.6$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
3.182	3.21	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 4.5367 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 4.5367 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: $cm^2 := cm^2$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \text{Ø } 5/8'' \checkmark$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \text{Ø } 3/8'' \checkmark$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left\{ \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right\} = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 4.537 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \left| \begin{array}{l} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right| \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 4.329 \text{ cm}^2$$

## 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 4.558 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.218 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 4.341 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.064 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 4.329 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.056 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 4.329 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.055 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 4.329 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.055 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 4.329 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 2.2$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
4.329	4.37	<b>Cumple</b>

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 0.6257 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 0.6257 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: $cm^2 := cm^2$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 5/8'' \vee}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{\frac{6000 \cdot kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 0.626 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} \text{Verificación} := & \left| \begin{array}{l} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right| \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 0.57 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 0.629 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.444 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 0.57 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.402 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 0.57 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.402 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 0.57 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.402 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 0.57 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.402 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 0.57 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 0.3$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
2.438	2.43	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 4.1614 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 4.1614 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 2.22 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: cm<sup>2</sup> := cm<sup>2</sup>

$$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \text{Ø } 5/8'' \checkmark$$

$$\begin{bmatrix} \phi_r \\ A_r \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/8'' \checkmark$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 4.161 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \begin{cases} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 3.951 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 4.181 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.951 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 3.963 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.797 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 3.952 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.79 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 3.952 \text{ cm}^2$$

$$a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.789 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 3.951 \text{ cm}^2$$

$$a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.789 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 3.951 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 2$$

## IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

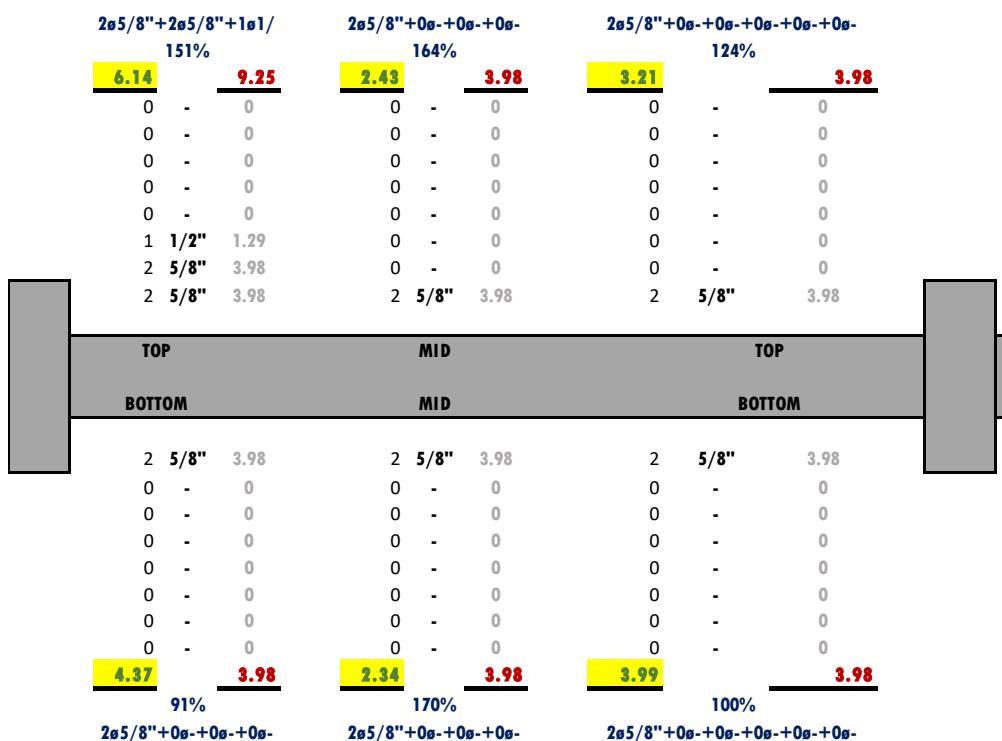
$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
3.951	3.99	<b>Cumple</b>

Como podemos observar, el cálculo propuesto por Etabs coinciden con el cálculo manual. Ante esto estableceremos la cantidad necesaria de acero para la viga Eje A/3-3'



## Cantidad de acero requerido de viga Eje A

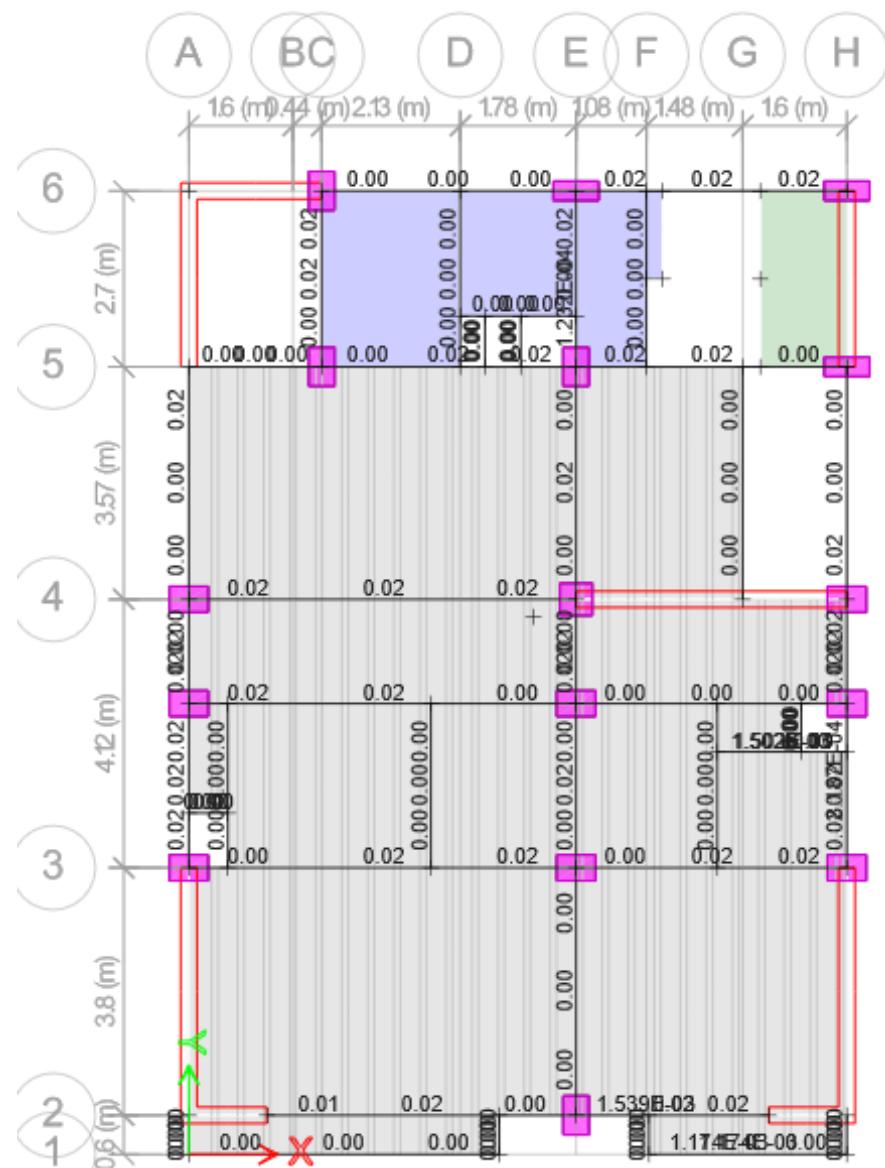
2ø5/8"+0ø-+0ø-+0ø-+0ø-		2ø5/8"+1ø1/2"+0ø-+0ø-									
160%		260%		167%		164%		265%		119%	
<b>2.48</b>	<b>3.98</b>	<b>1.53</b>	<b>3.98</b>	<b>2.39</b>	<b>3.98</b>	<b>2.43</b>	<b>3.98</b>	<b>1.50</b>	<b>3.98</b>	<b>4.44</b>	<b>5.27</b>
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	1 1/2"	1.29
2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98
<b>TOP</b>		<b>MID</b>		<b>TOP</b>		<b>TOP</b>		<b>MID</b>		<b>TOP</b>	
<b>BOTTOM</b>		<b>MID</b>		<b>BOTTOM</b>		<b>BOTTOM</b>		<b>MID</b>		<b>BOTTOM</b>	
2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98	2 5/8" 3.98
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
<b>2.43</b>	<b>3.98</b>	<b>1.86</b>	<b>3.98</b>	<b>2.43</b>	<b>3.98</b>	<b>2.57</b>	<b>3.98</b>	<b>2.40</b>	<b>3.98</b>	<b>2.65</b>	<b>3.98</b>
164%	214%	164%	155%	166%	150%						

## ➤ Diseño por Cortante Módulo 1

Para el diseño de vigas, se utiliza el patrón de envolvente. El patrón de envolvente, tiene la función de calcular y reunir los valores máximo en los diagramas de cortante y momento flector.

A continuación, tenemos el resultado automatizado en la obtención de área de acero del diseño de concreto armado en vigas. En este caso, utilizaremos para diseñar el piso más crítico.

## ➤ Cálculo de acero a cortante por Etabs



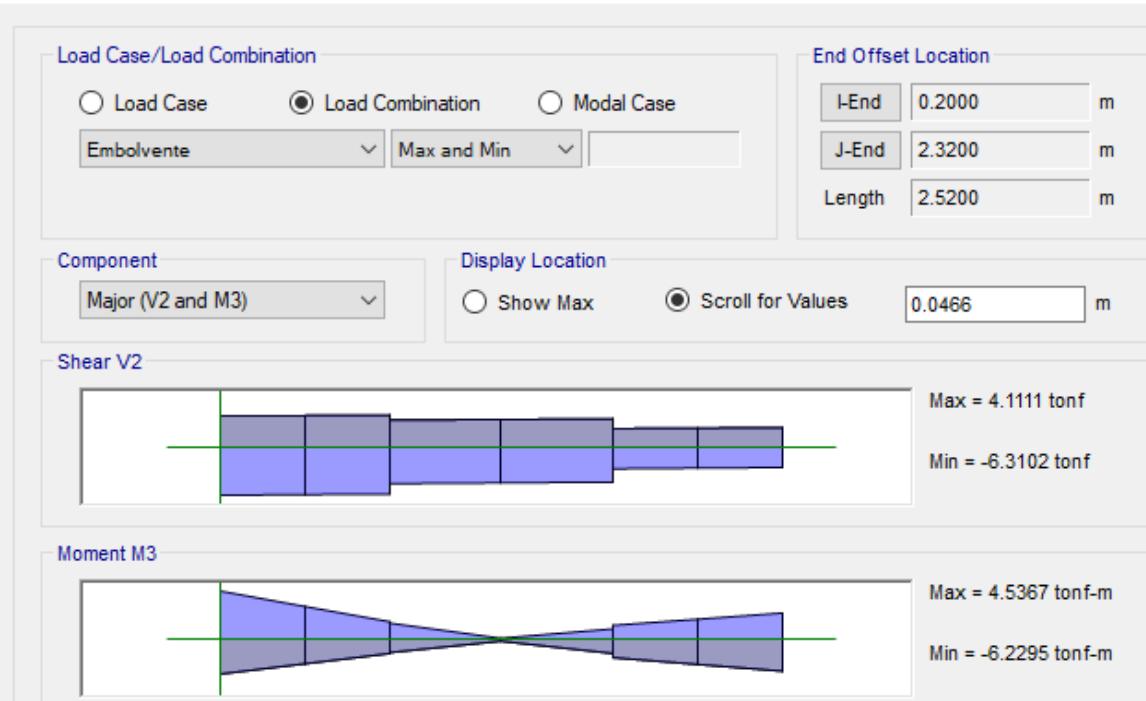
## ❖ EJE A

*Acero calculado por Etabs – Eje A*

Story	PS 5	Section Name	V1 = 0.25x0.35 EJE A/3-3'	
Beam	B25			
<b>COMBO</b>				
ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
Embolvente	0.2000	6.14	4.37	0.0209
Embolvente	0.5200	4.05	3.04	0.0209
Embolvente	0.8400	2.43	2.32	0.0209
Embolvente	0.8400	2.43	2.18	0.0209
Embolvente	1.2600	0.13	0.33	0.0209
Embolvente	1.6800	1.63	2.32	0.0209
Embolvente	1.6800	2.20	2.43	0.0209
Embolvente	2.0000	2.43	3.13	0.0209
Embolvente	2.3200	3.21	3.99	0.0000

*Diagrama de cortante – Viga 25x35 Eje A/ Eje 3-3'*

E Diagram for Beam B25 at Story PS 5 (V1 = 0.25x0.35 EJE A/3-3')



## CALCULO DE CANTIDAD DE ESTRIBOS: V= 6.3102 tonf

$h := 35$	<i>Peralte de la viga (cm)</i>	$\left[ \begin{array}{c} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \text{Ø } 3/8'' \vee$	$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \text{Ø } 3/4'' \vee$
$b := 25$	<i>Ancho de viga (cm)</i>		
$r := 4$	<i>Recubrimiento (cm)</i>		
$d := h - r = 31$	<i>Canto útil de la viga (cm)</i>		
$\phi := 0.85$	<i>Factor de reducción de resistencia por cortante</i>		
$f'_c := 280$	<i>Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm<sup>2</sup>)</i>		
$f_y := 4200$	<i>Fluencia del acero G60</i>		
$\lambda := 1$	<i>1=concreto normal; 0.75 = concreto liviano</i>		
$A_v := A_e \cdot 2 = 1.42$	<i>Área de refuerzo por corte de estribo (cm<sup>2</sup>)</i>		
$\phi_e = 0.95$	<i>Diámetro de acero de estribo (cm)</i>		
$\phi_L = 1.91$	<i>Diámetro de acero longitudinal (cm)</i>		
$V_u := 6310.2$	<i>Cortante última (kgf)</i>		
$A_s := 3.98$	$N_u := 0$		

### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho_w := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.00514$$

$$Ag := h \cdot b = 875$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 6873.162 \quad kg$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 4698.513 \quad kg$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 6873.162 \quad kg$$

Calculo de la resistencia nominal al cortante proporcional por el acero (Vs)

$$V_s := \left( \frac{V_u}{\phi} - V_c \right) = 550.603 \quad kg$$

Calculo de refuerzo por cortante

$$Vu_{max} := Vc + 2.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 35403.269 \text{ kg}$$

$$Vu_{max\_verif} := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Cambiar dimensión de viga"} \\ \text{if } Vu \leq Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Ok"} \end{cases} = \text{"Ok"}$$

Calculo de refuerzo por corte

$$\phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 2976.209 \text{ kg}$$

$$Au := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "No requiere acero de refuerzo"} \\ \text{if } Vu \leq \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| 0} \\ \text{if } Vu > \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| } \frac{(Vu - \phi \cdot Vc)}{\phi \cdot f_y \cdot d} \end{cases} = 0.004 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Calculo de acero mínimo por cortante

$$As_{min} := \max \left( 0.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot \frac{b}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b}{f_y} \right) = 0.021 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$s := \frac{Av}{\max(Au, As_{min})} = 68.16 \text{ cm}$$

Calculo de separación de estribo (s1) necesaria:

$$s1 := \frac{Av \cdot f_y \cdot d}{Vs} = 335.785 \text{ cm}$$

$$s2 := \frac{d}{2} = 15.5 \text{ cm}$$

$$s3 := 60 \text{ cm}$$

$$Vs = 550.603$$

$$1.1 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 1.427 \cdot 10^4$$

$$sn := \begin{cases} \text{if } Vu \leq \frac{\phi \cdot Vc}{2} & = 15.5 \text{ cm} \\ \text{|| "No requiere refuerzo"} \\ \text{if } Vu > \frac{\phi \cdot Vc}{2} \\ \text{|| if } Vs \leq 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \text{|| min}(s1, s2, s3) \\ \text{|| if } Vs > 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \text{|| "OK"} \end{cases}$$

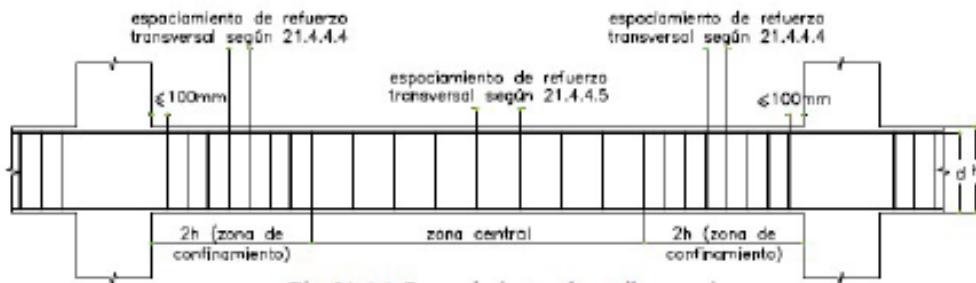


Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

Separación para la zona de confinamiento

$$L := 222 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \max\left(\frac{d}{4}, 10\right) = 10 \text{ cm}$$

$$Sc2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$Sc3 := 24 \cdot \phi_L = 45.84 \text{ cm}$$

$$Sc4 := 30 \text{ cm}$$

$$Sc3\_ := \min(Sc1, Sc2, Sc3, Sc4) = 10 \text{ cm}$$

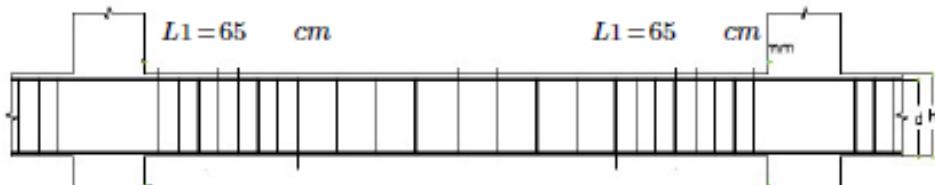
$$L1 := 2 \cdot h - 5 = 65 \text{ cm}$$

Separación en la zona central

$$n := \frac{L1}{15} = 4.33333 \text{ estribos}$$

$$Sce := \min\left(\frac{d}{2}, 30\right) = 15.5 \text{ cm}$$

**1 φ 3/8" @ 5cm, 5 φ 3/8" @ 10cm, 3 φ 3/8" @ 15 cm, resto @ 30cm**



Para las vigas de 25x35 se utilizarán la distribución establecida en el cálculo mostrado anteriormente: **1 φ 3/8" @ 5cm, 5 φ 3/8" @ 10cm, 3 φ 3/8" @ 15 cm, resto @ 30cm.**

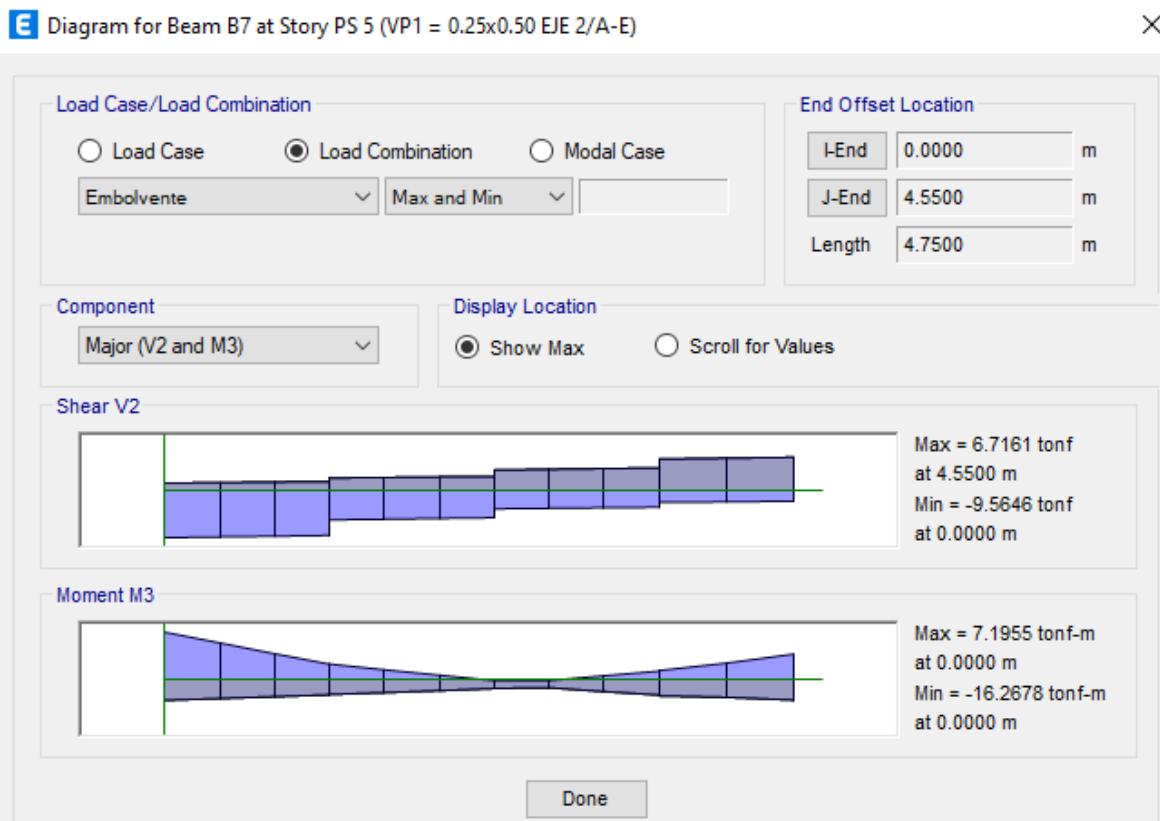
❖ EJE 2

*Acero calculado por Etabs – Eje 2*

**E Concrete Beam Design Information (ACI 318-14)**

Story	PS 5	Section Name	VP1 = 0.25x0.50 EJE 2/A-E	
Beam	B7			
COMBO	STATION	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
ID	LOC			
Embolvente	0.0000	10.72	4.51	0.01
Embolvente	0.3967	8.06	4.12	0.01
Embolvente	0.7933	5.56	3.70	0.01
Embolvente	1.1900	3.68	3.68	0.01
Embolvente	1.1900	3.68	3.68	0.02
Embolvente	1.5867	2.72	3.68	0.02
Embolvente	1.9833	1.15	3.18	0.02
Embolvente	2.3800	2.516E-03	2.55	0.02
Embolvente	2.3800	0.03	2.54	0.00
Embolvente	2.7767	0.03	2.36	0.00
Embolvente	3.1733	1.00	3.45	0.00
Embolvente	3.5700	2.35	3.68	0.00
Embolvente	3.5700	2.48	3.68	0.00
Embolvente	4.0600	3.68	3.84	0.00
Embolvente	4.5500	5.45	4.44	0.00

*Diagrama de cortante – Viga 25x50 Eje 2/ Eje A-E*



## CALCULO DE CANTIDAD DE ESTRIBOS: $V= 9.5646 \text{ tonf*m}$

$h := 50$	<i>Peralte de la viga (cm)</i>	$\left[ \begin{array}{c} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$	$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/4'' \vee}$
$b := 25$	<i>Ancho de viga (cm)</i>		
$r := 4$	<i>Recubrimiento (cm)</i>		
$d := h - r = 46$	<i>Canto útil de la viga (cm)</i>		
$\phi := 0.85$	<i>Factor de reducción de resistencia por cortante</i>		
$f'_c := 280$	<i>Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm<sup>2</sup>)</i>		
$f_y := 4200$	<i>Fluencia del acero G60</i>		
$\lambda := 1$	<i><math>1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}</math></i>		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	<i>Área de refuerzo por corte de estribo (cm<sup>2</sup>)</i>		
$\phi_e = 0.95$	<i>Diámetro de acero de estribo (cm)</i>		
$\phi_L = 1.91$	<i>Diámetro de acero longitudinal (cm)</i>		
$V_u := 9564.6$	<i>Cortante ultima (kgf)</i>		
$As := 10$	$N_u := 0$		

### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto ( $V_c$ )

$$\rho_w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.0087$$

$$Ag := h \cdot b = 1250$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 10198.886 \text{ kg}$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 8309.921 \text{ kg}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 10198.886 \text{ kg}$$

Calculo de la resistencia nominal al cortante proporcional por el acero ( $V_s$ )

$$V_s := \left( \frac{Vu}{\phi} - V_c \right) = 1053.585 \text{ kg}$$

Calculo de refuerzo por cortante

$$Vu_{max} := Vc + 2.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 52533.883 \text{ kg}$$

$$Vu_{max\_verif} := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{“Cambiar dimención de viga”} \\ \text{if } Vu \leq Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{“Ok”} \end{cases} = \text{“Ok”}$$

Calculo de refuerzo por corte

$$\phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 4416.31 \text{ kg}$$

$$Au := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{“No requiere acero de refuerzo”} \\ \text{if } Vu \leq \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad 0 \\ \text{if } Vu > \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad (Vu - \phi \cdot Vc) \end{cases} = 0.005 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Calculo de acero mínimo por cortante

$$As_{min} := \max \left( 0.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot \frac{b}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b}{f_y} \right) = 0.021 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$s := \frac{Av}{\max(Au, As_{min})} = 68.16 \text{ cm}$$

Calculo de separación de estribo ( $s_1$ ) necesaria:

$$s_1 := \frac{Av \cdot f_y \cdot d}{Vs} = 260.391 \text{ cm}$$

$$s_2 := \frac{d}{2} = 23 \text{ cm}$$

$$s_3 := 60 \text{ cm}$$

$$Vs = 1.054 \cdot 10^3$$

$$1.1 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 2.117 \cdot 10^4$$

```

sn:= || if Vu≤ $\frac{\phi \cdot Vc}{2}$       = 23    cm
      || "No requiere refuerzo"
      || if Vu> $\frac{\phi \cdot Vc}{2}$ 
      |||| if Vs≤ $1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$ 
           |||| min(s1,s2,s3)
           |||| if Vs> $1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$ 
           |||| "OK"
  
```



Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

Separación para la zona de confinamiento

$$L := 222 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \max\left(\frac{d}{4}, 10\right) = 11.5 \text{ cm}$$

$$Sc2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$Sc3 := 24 \cdot \phi_L = 45.84 \text{ cm}$$

$$Sc4 := 30 \text{ cm}$$

$$Sc3\_ := \min(Sc1, Sc2, Sc3, Sc4) = 11.5 \text{ cm}$$

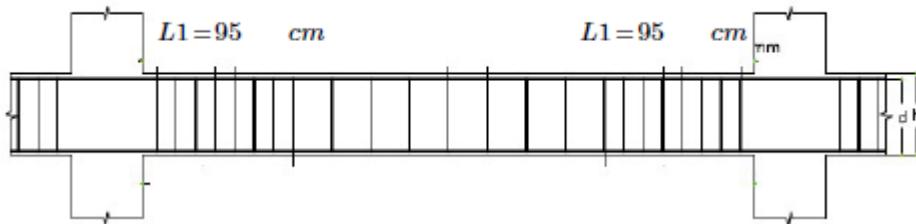
$$L1 := 2 \cdot h - 5 = 95 \text{ cm}$$

Separación en la zona central

$$n := \frac{L1}{15} = 6.33333 \text{ estribos}$$

$$Sce := \min\left(\frac{d}{2}, 30\right) = 23 \text{ cm}$$

**1 φ 3/8" @ 5cm, 7φ 3/8" @ 10cm, resto @ 20cm**



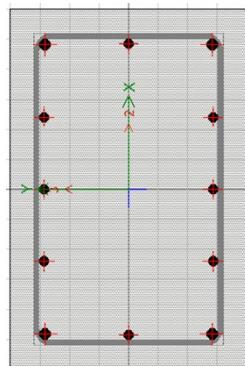
Para las vigas de 25x50 se utilizarán la distribución establecida en el cálculo mostrado anteriormente: **1 φ 3/8" @ 5cm, 7φ 3/8" @ 10cm, resto @ 20cm.**

- **DISEÑO DE COLUMNAS**

➤ Diseño por flexo compresión – Diagrama de Interacción Módulo 1

**COLUMNAS 1 (0.4x0.6  $f'c = 280$ )**

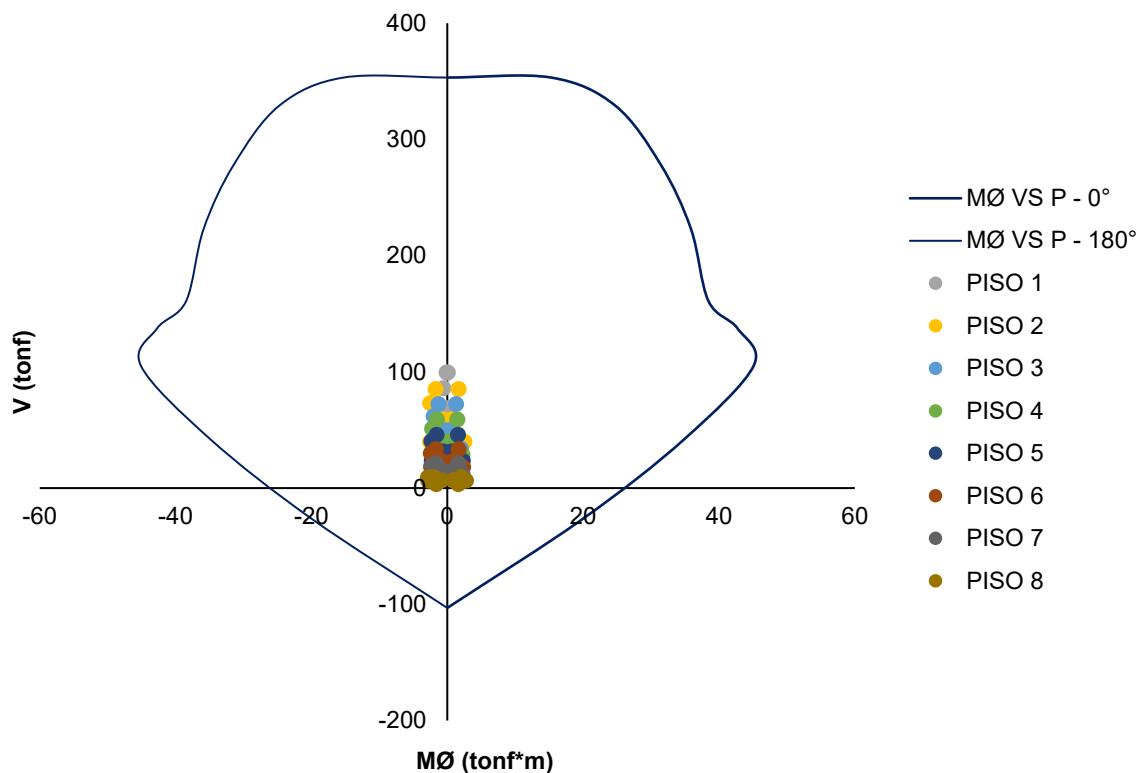
Columna	b	h	AS min 1%
C1	0.4	0.6	24



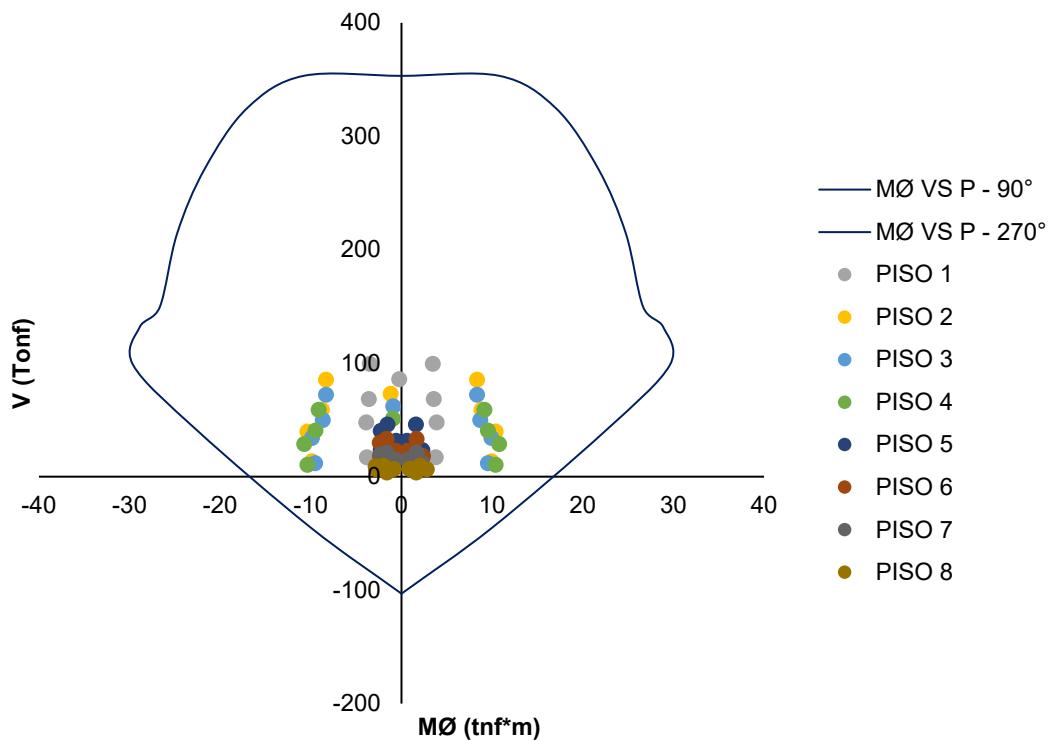
As acero	n	Ø	Area Ø
<b>A<sub>s</sub>1</b>	2	<b>3/4"</b>	5.68 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>2</b>	2	<b>5/8"</b>	3.98 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>3</b>	2	<b>5/8"</b>	3.98 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>4</b>	2	<b>5/8"</b>	3.98 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>5</b>	2	<b>5/8"</b>	3.98 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>6</b>	2	<b>3/4"</b>	5.68 cm <sup>2</sup>

### DIRECCIÓN X

**M3-3**

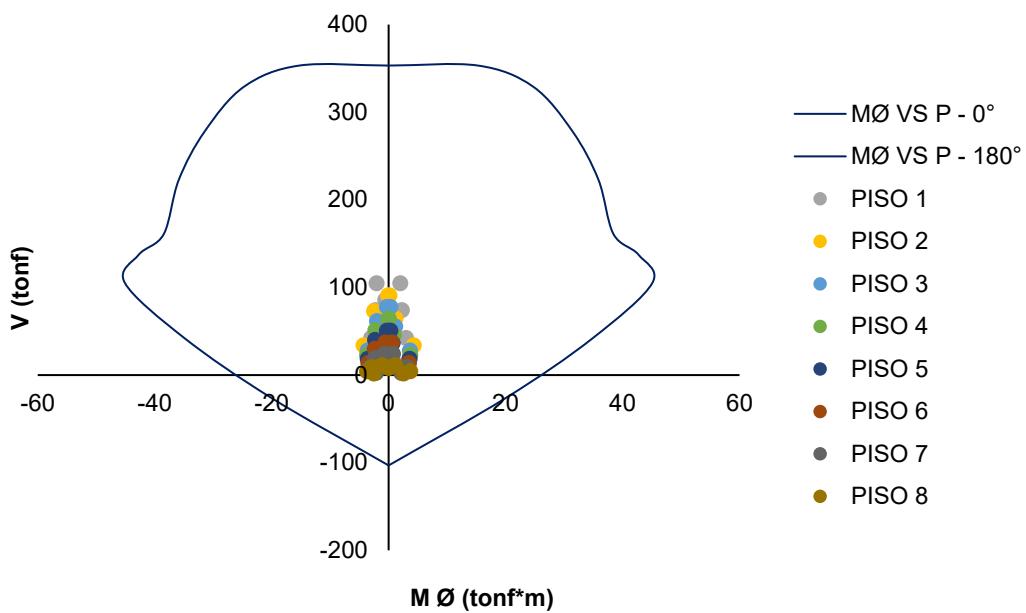


**M2-2**

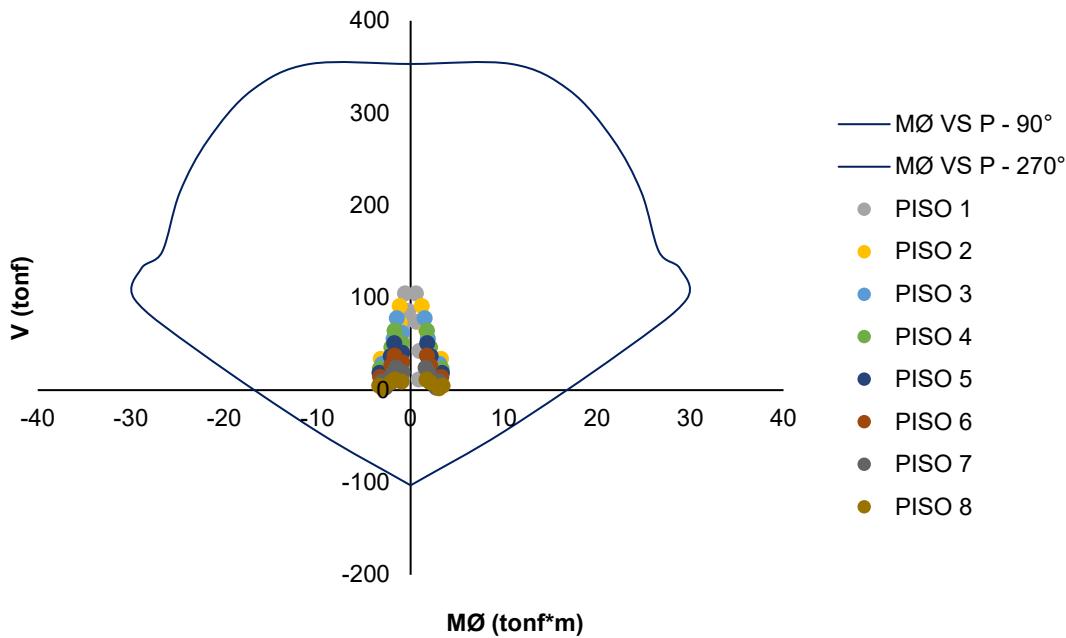


**DIRECCIÓN Y**

**M3-3**



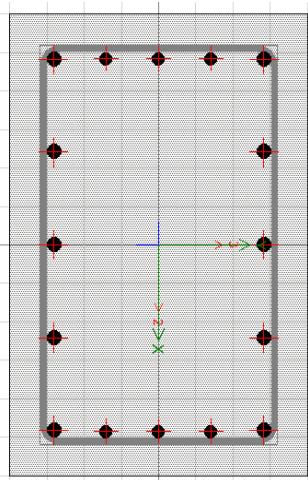
## M2-2



**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

### COLUMNAS 2 (0.4x0.60\_ $f'c = 280$ )

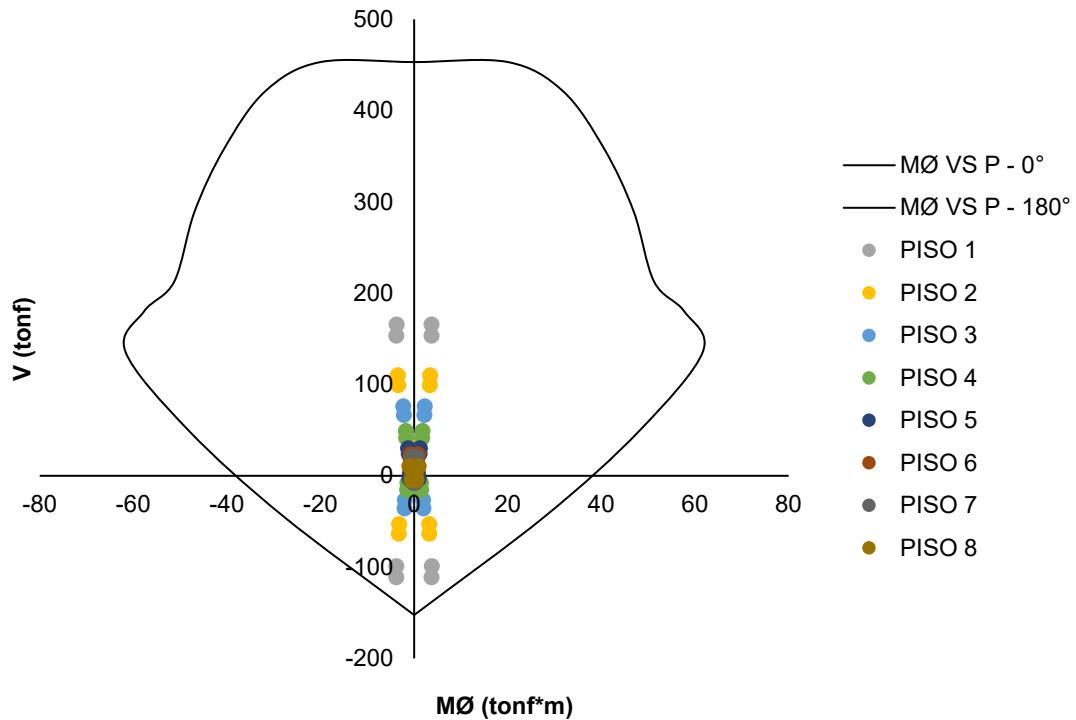
Columna	b	h	AS min 1%
C2	0.4	0.6	24 cm <sup>2</sup>



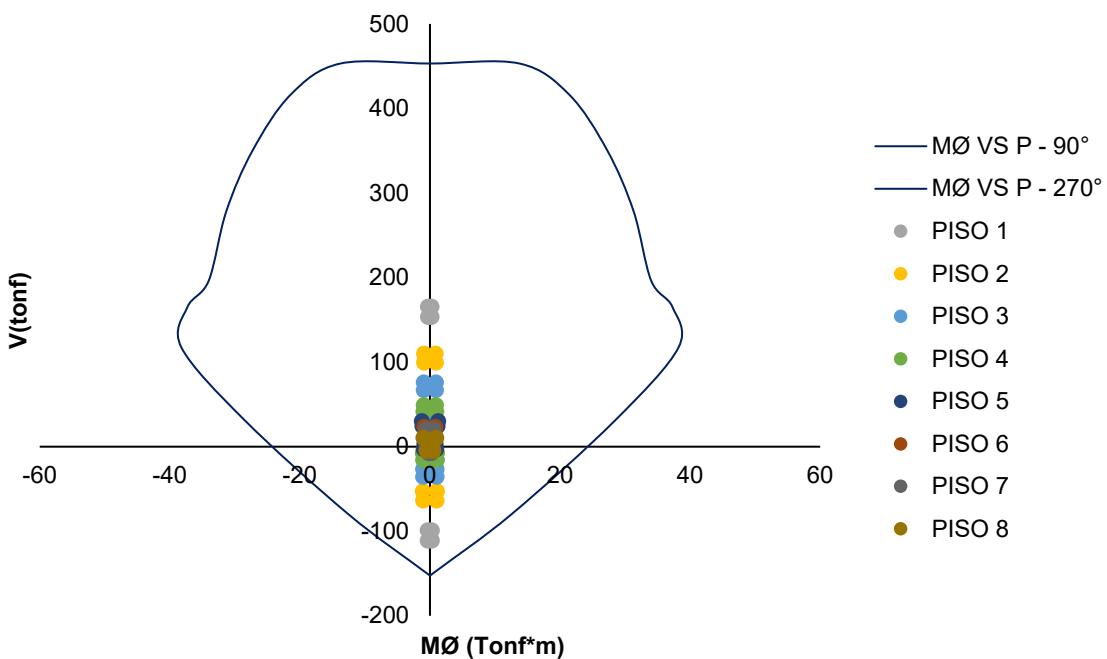
As acero	n	$\emptyset$	Area $\emptyset$
A <sub>s1</sub>	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s5</sub>	3	5/8"	5.97 cm <sup>2</sup>
A <sub>s6</sub>	3	5/8"	5.97 cm <sup>2</sup>
A <sub>s7</sub>	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
			40.34 cm <sup>2</sup>

## DIRECCIÓN X

M3-3

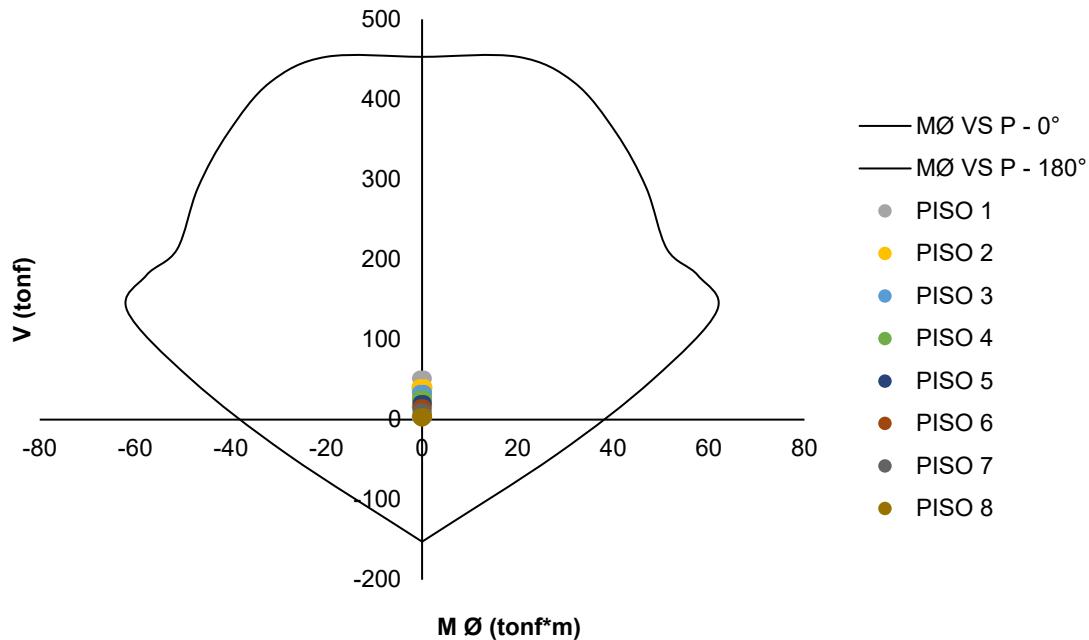


M2-2

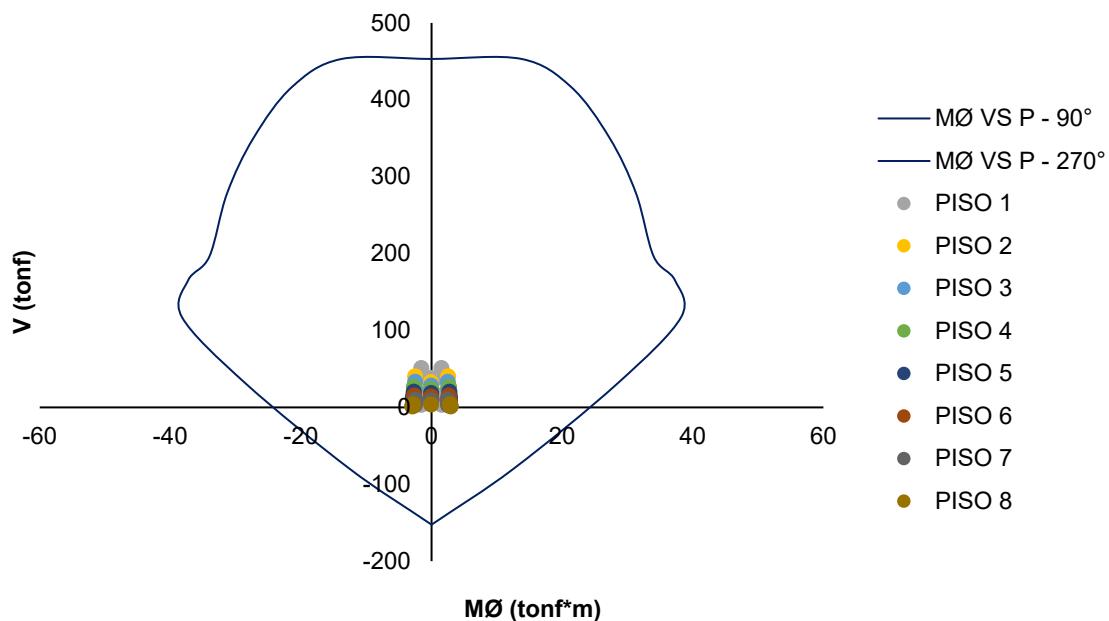


## DIRECCIÓN Y

**M3-3**



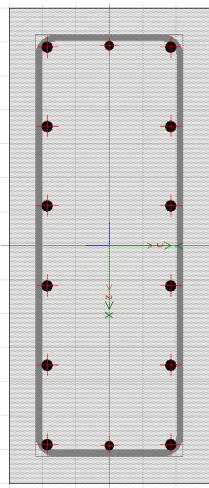
**M2-2**



**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

**COLUMNAS 3 (0.3x0.70 f'c = 280)**

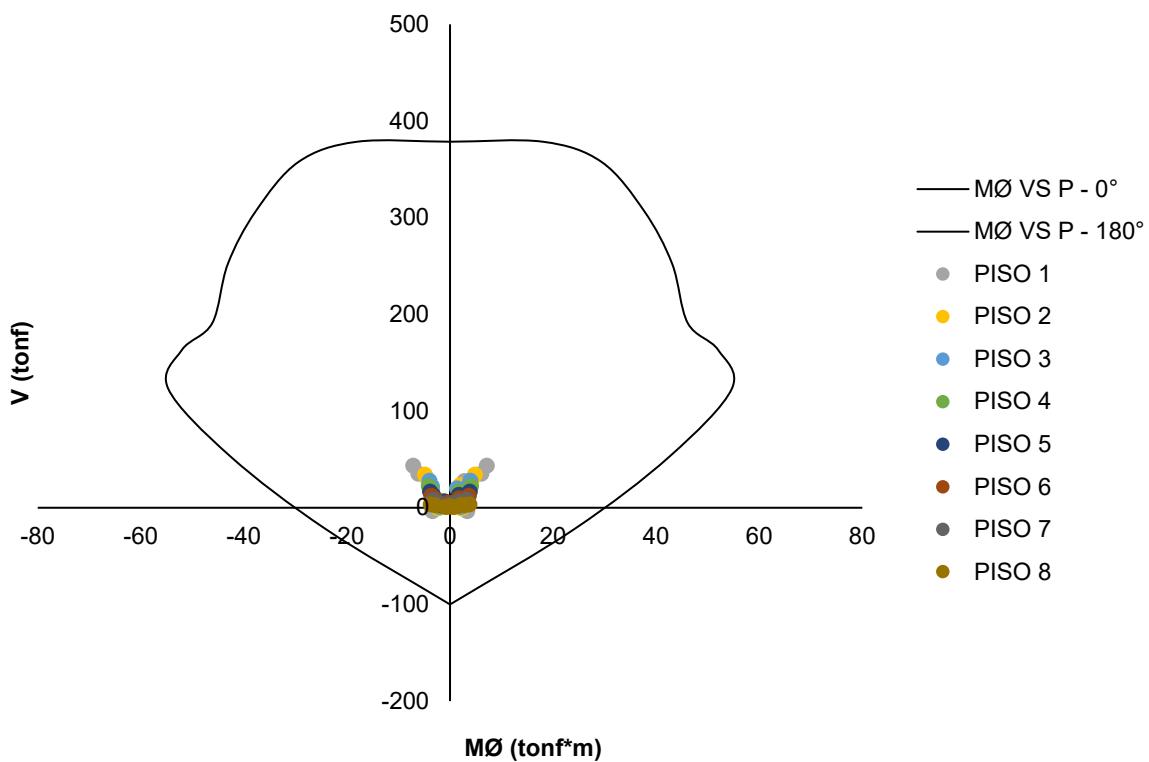
Columna	b	h	AS min 1%
C3	0.3	0.7	21



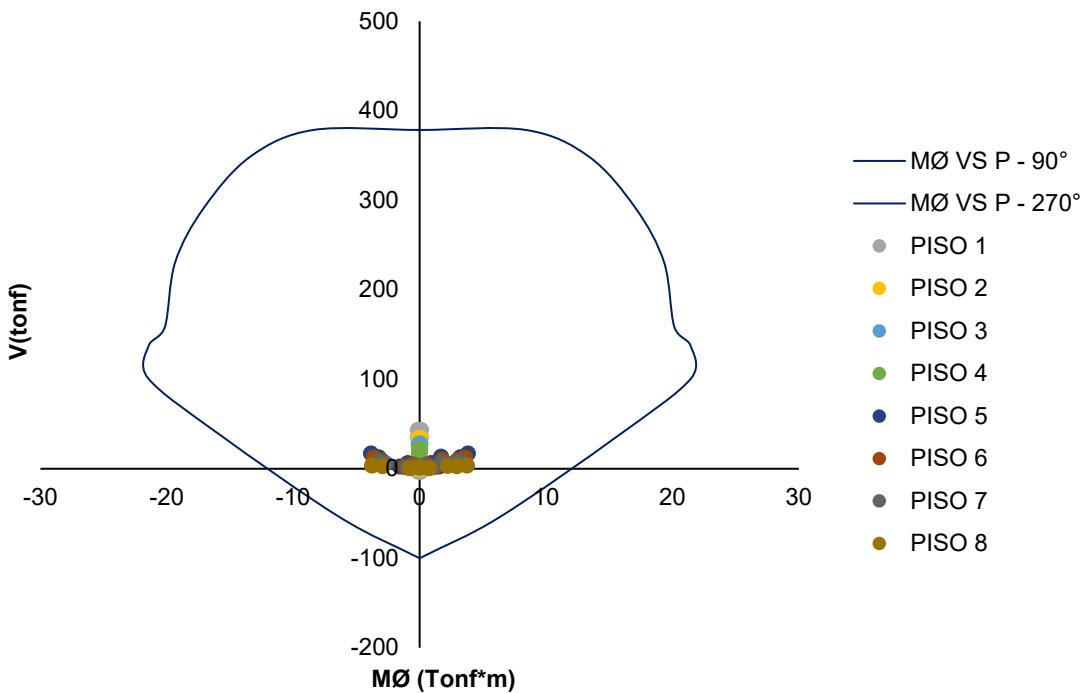
As acero	n	Ø	Area Ø
A <sub>s1</sub>	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s5</sub>	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s6</sub>	2	1/2"	2.58 cm <sup>2</sup>
			22.48 cm <sup>2</sup>

# DIRECCIÓN X

M3-3

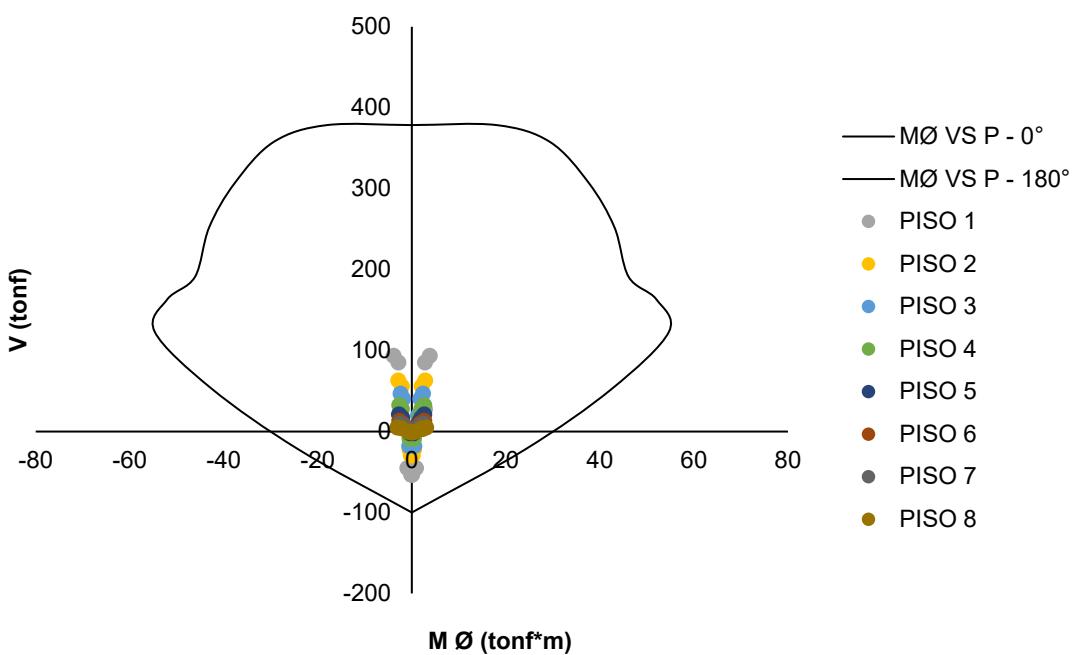


**M2-2**

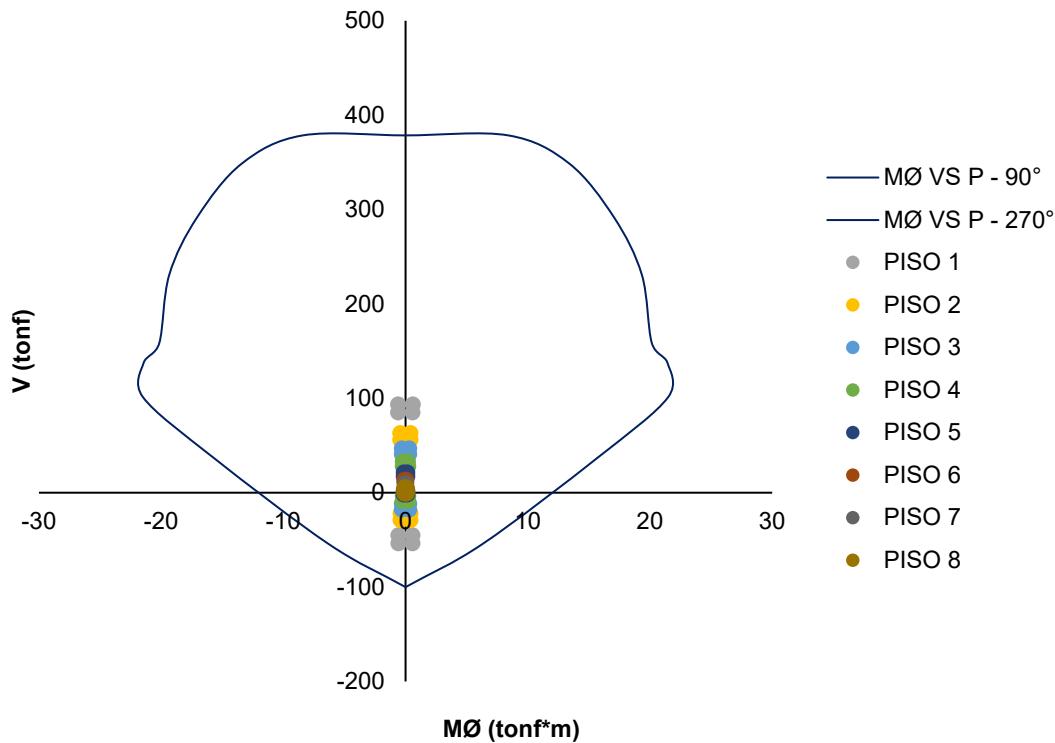


DIRECCIÓN Y

**M3-3**



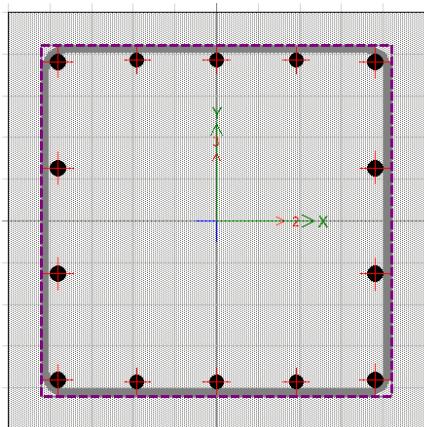
## M2-2



**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

### COLUMNAS 4 (0.50x0.50\_ $f'_c = 280$ )

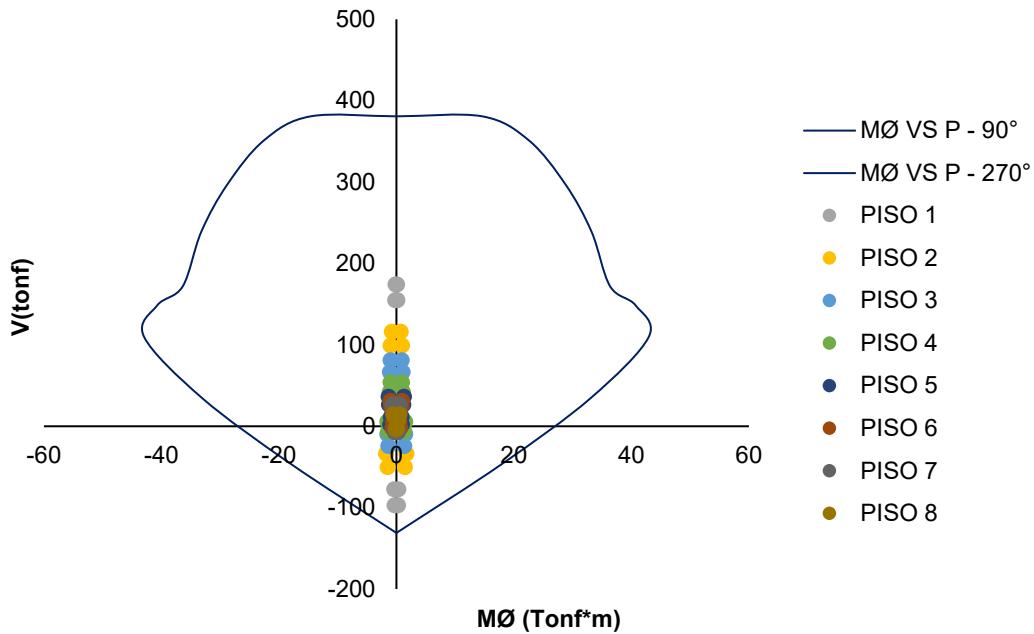
Columna	b	h	AS min 1%
C4	0.5	0.5	25



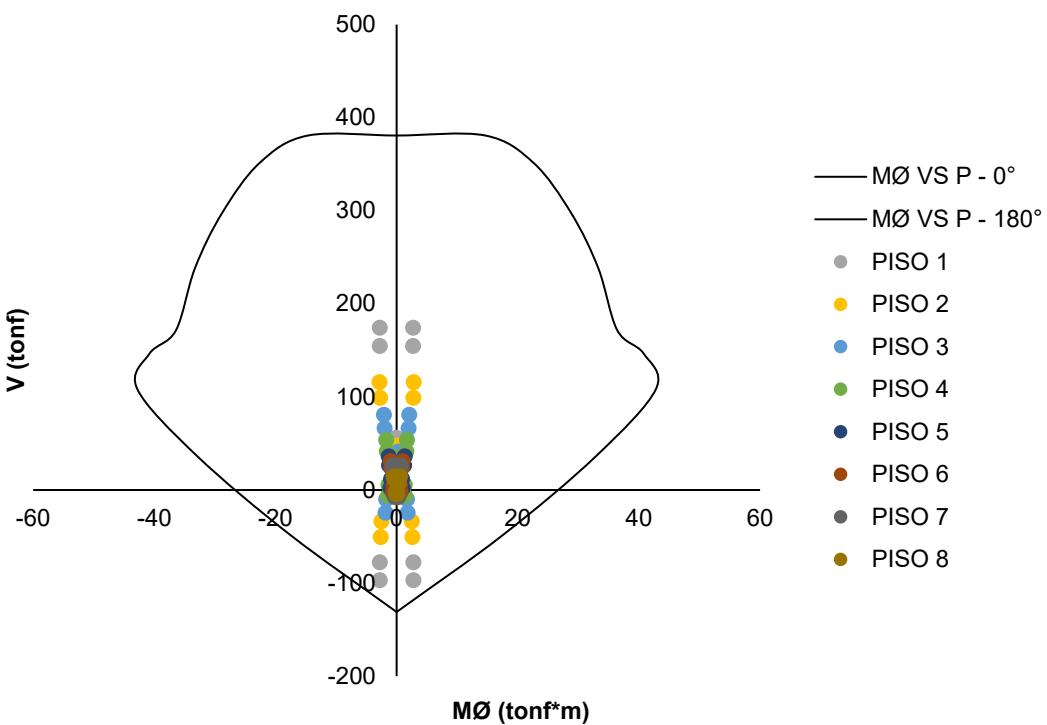
As acero	n	$\emptyset$	Area $\emptyset$
As1	4	3/4"	11.36 cm <sup>2</sup>
As2	4	3/4"	11.36 cm <sup>2</sup>
As3	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
As4	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
As5	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
			34.66 cm <sup>2</sup>

## DIRECCIÓN X

**M3-3**

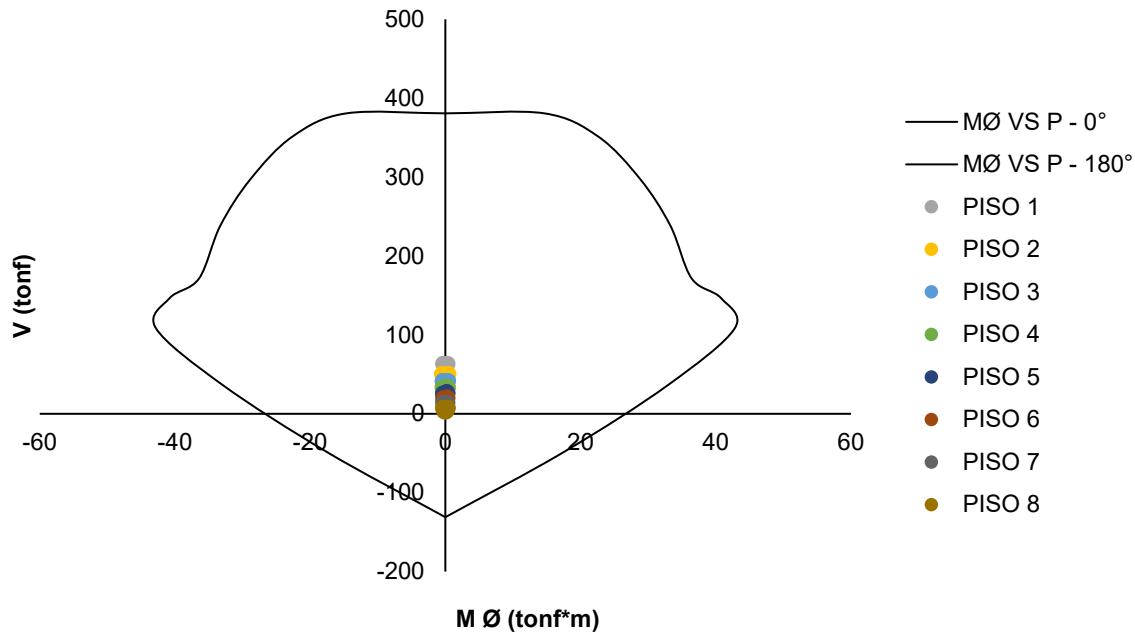


**M2-2**

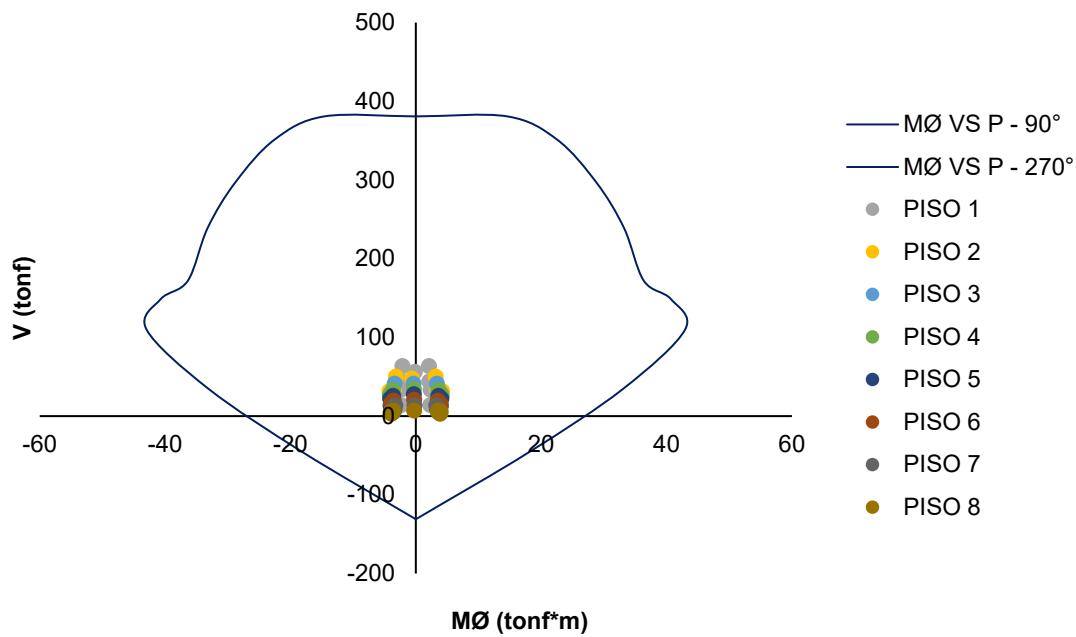


## DIRECCIÓN Y

**M3-3**



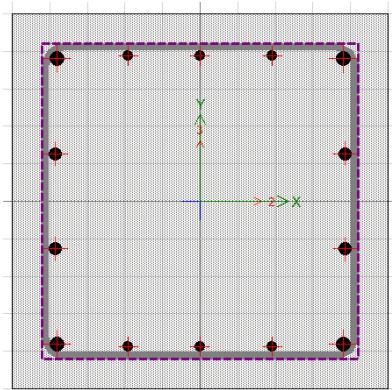
**M2-2**



**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

**COLUMNAS 5 (0.50x0.50\_  $f'_c = 280$ )**

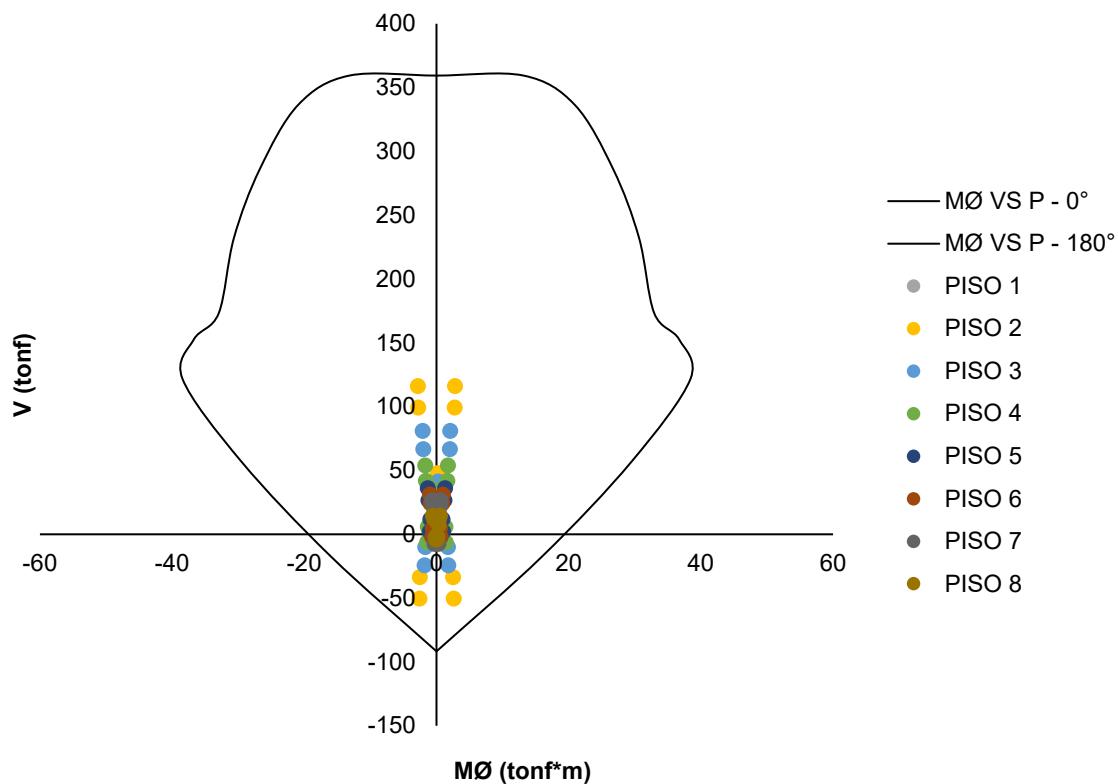
Columna	b	h	AS min 1%
C5	0.5	0.5	25



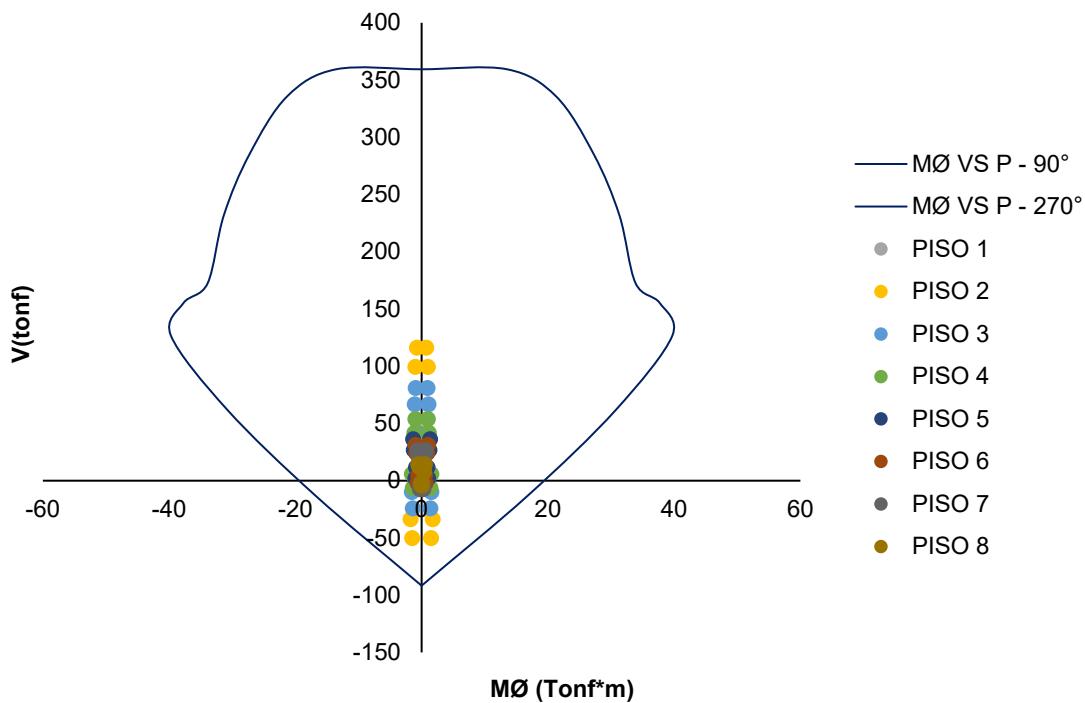
As acero	n	$\varnothing$	Area $\varnothing$
<b>A<sub>s</sub>1</b>	2	<b>3/4"</b>	5.68 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>2</b>	2	<b>3/4"</b>	5.68 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>3</b>	2	<b>1/2"</b>	2.58 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>4</b>	3	<b>1/2"</b>	3.87 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>5</b>	3	<b>1/2"</b>	3.87 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>6</b>	2	<b>1/2"</b>	2.58 cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>s</sub>7</b>	2	<b>1/2"</b>	2.58 cm <sup>2</sup>
			26.84 cm <sup>2</sup>

**DIRECCIÓN X**

M3-3

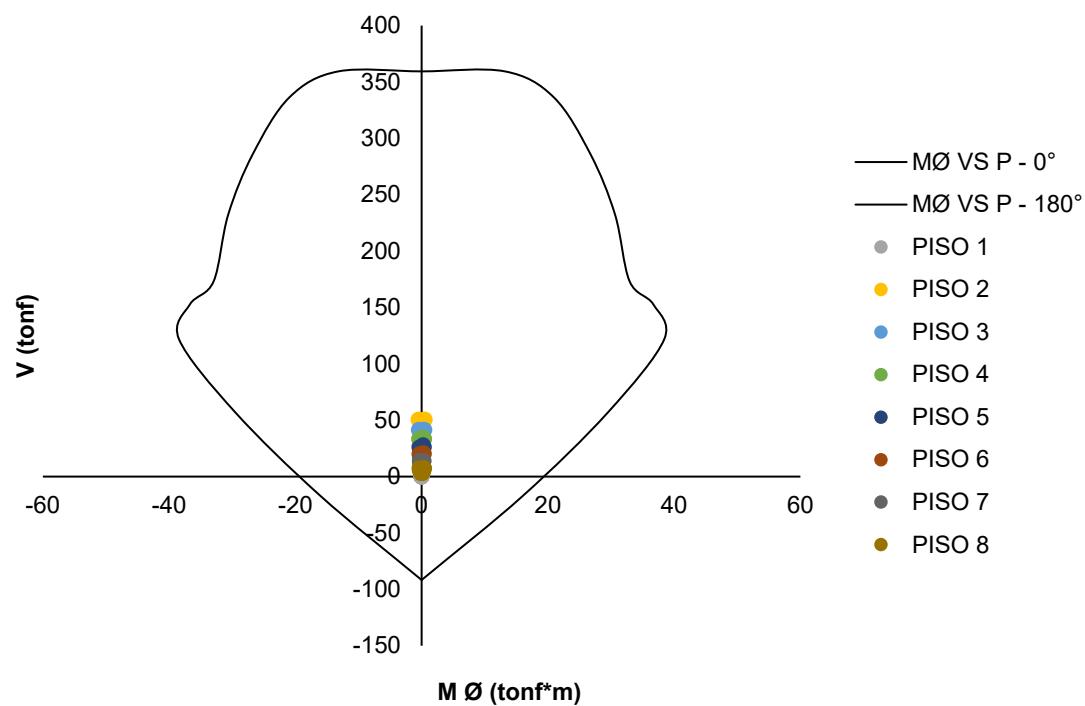


## M2-2

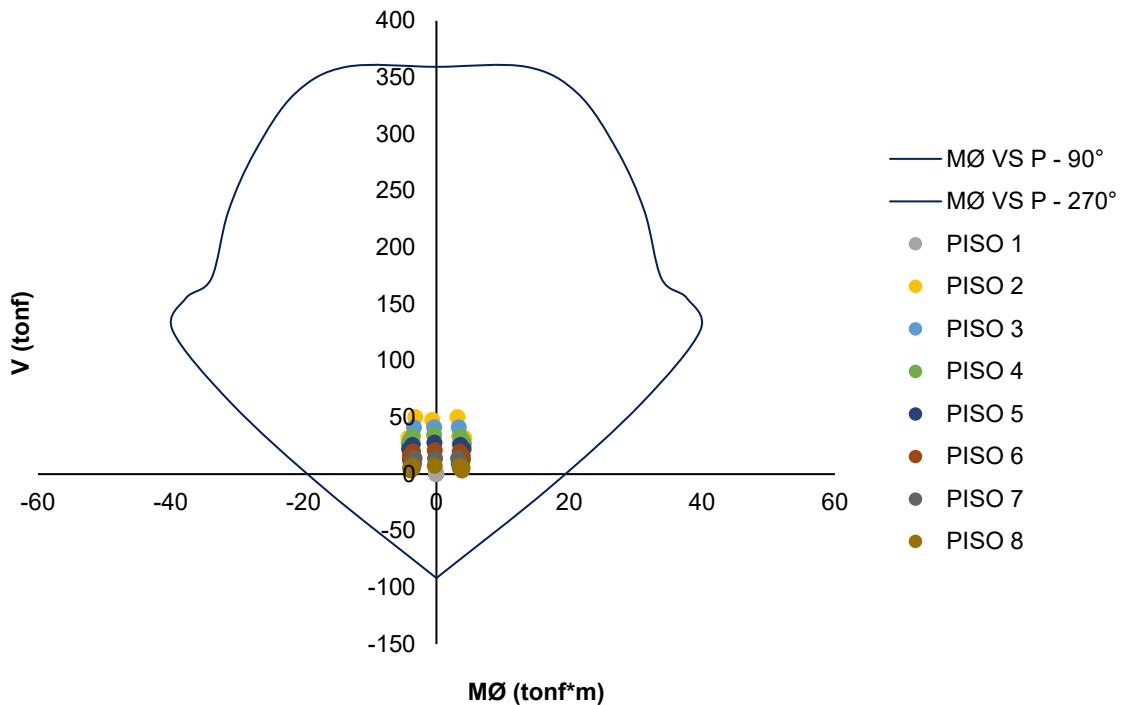


## DIRECCIÓN Y

## M3-3



## M2-2

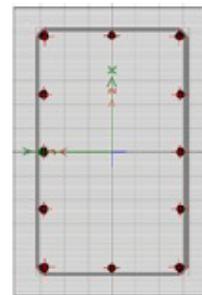


**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

➤ Diseño por cortante en columnas Módulo 1

**COLUMNAS 1 (0.4x0.6\_f'c = 280)**

$h := 60$	Peralte de la viga (cm)	$\begin{bmatrix} \phi_e \\ A_e \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/8'' \vee$	$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/4'' \vee$
$b := 40$	Ancho de viga (cm)		
$r := 6$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 54$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		$C1 = 0.40 \times 0.60$
$\lambda := 1$	$1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}$		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$V22 := 780.375$	Cortante última V22 (kgf)		
$V33 := 1616.725$	Cortante última V33 (kgf)		
$Vu := \max(V22, V33) = 1616.725$	Cortante última (kgf)		
$As := 10$	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		
$Nu := 0$	Carga muerta (kgf)		



**A) CALCULO DE REFUERZO**

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (V<sub>c</sub>)

$$\rho_w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.00463$$

$$Ag := h \cdot b = 2400$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 19156.168 \text{ kgf}$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 12650.3 \text{ kgf}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 19156.168 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (V<sub>n</sub>)

$$V_n := \phi \cdot V_c = 16282.743 \text{ kgf}$$

*Análisis:*

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	

*PISO 1*

$$hl := 450 \text{ cm}$$

#### Longitud superior e inferior ( $L_{so}$ )

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

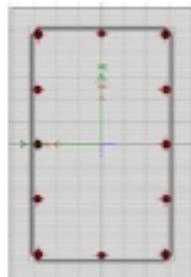
$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

#### Longitud inferior ( $l_{in}$ )

$$l_{in} := hl - L_{so} \cdot 2 = 300 \text{ cm}$$



#### Espaciamiento superior ( $su$ )

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$Su := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{Su} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

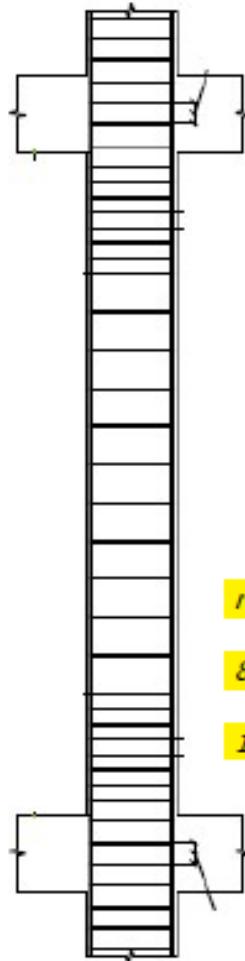
#### Espaciamiento superior ( $sc$ )

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 20 \text{ cm}$$



## PISO 2 AL PISO 8

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

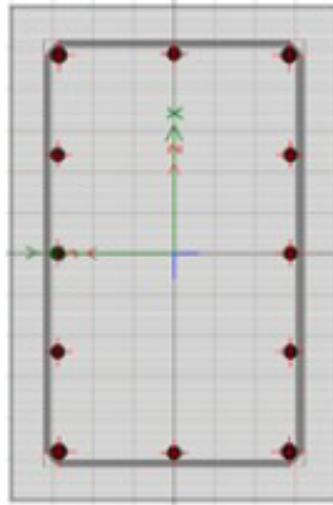
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciado superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \quad \phi 3/8"$$

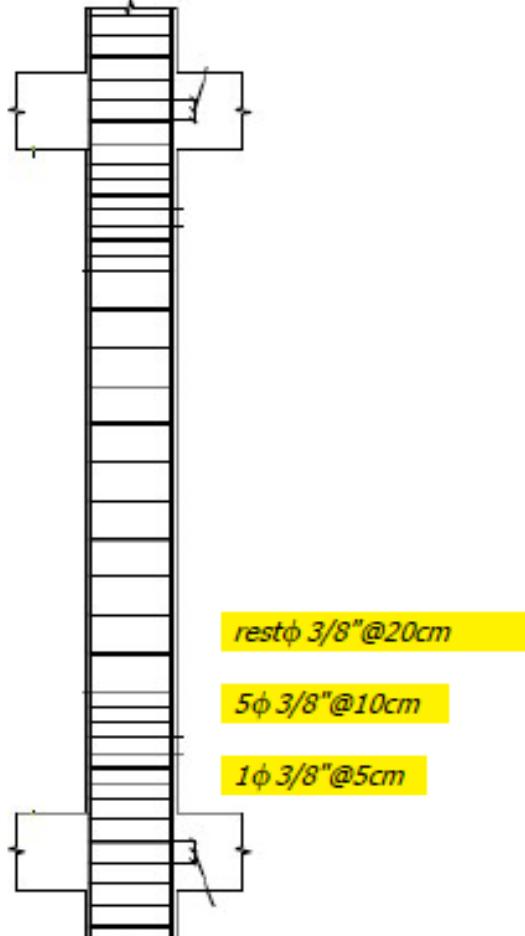
### Espaciado superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 20 \text{ cm}$$



## COLUMNAS 2 (0.4x0.6\_f'c = 280)

$h := 60$	Peralte de la viga (cm)	$\begin{bmatrix} \phi_e \\ A_e \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/8'' \vee$	$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/4'' \vee$
$b := 40$	Ancho de viga (cm)		
$r := 6$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 54$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		$C2=0.40 \times 0.60$
$\lambda := 1$	$1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}$		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$V22 := 1337.475$	Cortante última V22 (kgf)		
$V33 := 266.875$	Cortante última V33 (kgf)		
$V_u := \max(V22, V33) = 1337.475$	Cortante última (kgf)		
$As := 40.34$	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		
$Nu := 0$	Carga muerta (kgf)		



### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho_w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.01868$$

$$Ag := h \cdot b = 2400$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 19156.168 \text{ kgf}$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 20137.835 \text{ kgf}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 20137.835 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (Vn)

$$V_n := \phi \cdot V_c = 17117.16 \text{ kgf}$$

Análisis:

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	

## PISO 1

$$hl := 450 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior ( $L_{so}$ )

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

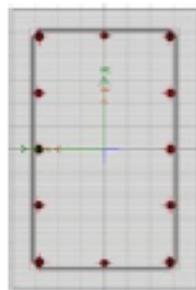
$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

### Longitud inferior ( $l_{in}$ )

$$l_{in} := hl - L_{so} \cdot 2 = 300 \text{ cm}$$



### Espaciado superior ( $su$ )

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$Su := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{Su} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

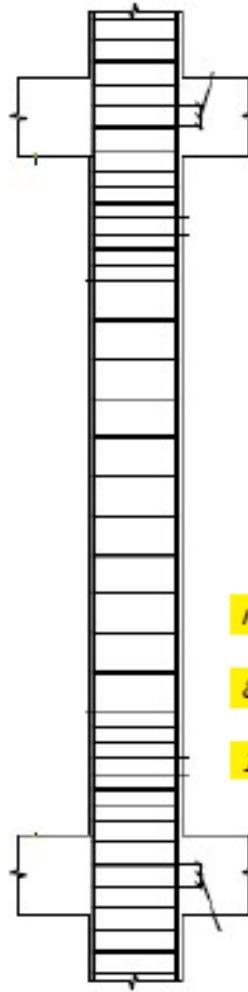
### Espaciado superior ( $sc$ )

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 20 \text{ cm}$$



## PISO 2 AL PISO 8

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

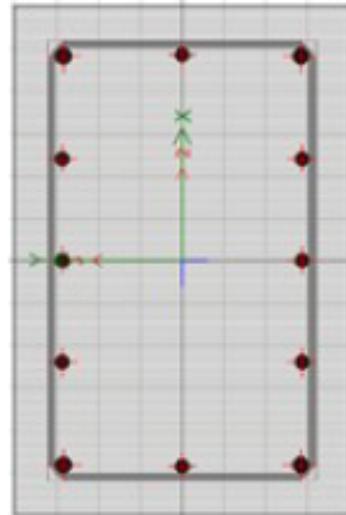
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciamiento superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \quad \phi 3/8"$$

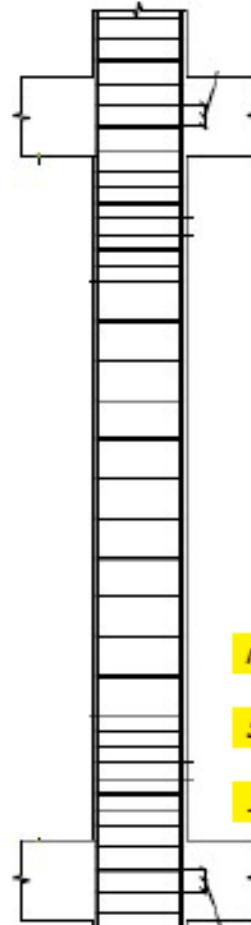
### Espaciamiento superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 20 \text{ cm}$$



## COLUMNAS 3 (0.3x0.7\_f'c = 280)

$$\begin{aligned} h &:= 70 \\ b &:= 30 \\ r &:= 6 \\ d &:= h - r = 64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Peralte de la viga (cm)} \\ &\text{Ancho de viga (cm)} \\ &\text{Recubrimiento (cm)} \\ &\text{Canto útil de la viga (cm)} \end{aligned}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := [\emptyset 3/8'' \vee] \quad \left[ \begin{array}{l} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := [\emptyset 3/4'' \vee]$$

$$\phi := 0.85$$

Factor de reducción de resistencia por cortante

$$f'_c := 280$$

Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm<sup>2</sup>)

$$f_y := 4200$$

Fluencia del acero G60

$$C3 = 0.30 \times 0.70$$

$$\lambda := 1$$

1=concreto normal; 0.75 = concreto liviano

$$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$$

Área de refuerzo por corte de estribo (cm<sup>2</sup>)

$$\phi_e = 0.95$$

Diámetro de acero de estribo (cm)

$$\phi_L = 1.91$$

Diámetro de acero longitudinal (cm)

$$V22 := 3735.425$$

Cortante última V22 (kgf)

$$V33 := 102.2$$

Cortante última V33 (kgf)

$$Vu := \max(V22, V33) = 3735.425$$

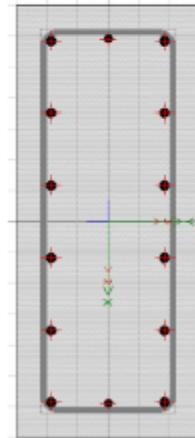
Cortante última (kgf)

$$As := 22.48$$

Área de acero (cm<sup>2</sup>)

$$Nu := 0$$

Carga muerta (kgf)



### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho_w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.01171$$

$$Ag := h \cdot b = 2100$$

$$Vc1 := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 17027.705 \text{ kgf}$$

$$Vc2 := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 15320.205 \text{ kgf}$$

$$Vc := \max(Vc1, Vc2) = 17027.705 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (Vn)

$$Vn := \phi \cdot Vc = 14473.549 \text{ kgf}$$

Análisis:

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	

## PISO 1

$$hl := 450 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior ( $L_{so}$ )

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

### Longitud inferior ( $l_{in}$ )

#### Espaciamiento superior ( $s_u$ )

$$lin := hl - L_{so} \cdot 2 = 300 \text{ cm}$$

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$Su := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{Su} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

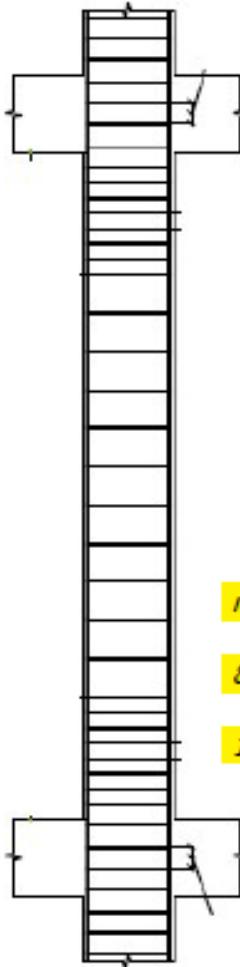
#### Espaciamiento superior ( $s_c$ )

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 15 \text{ cm}$$



rest  $\phi 3/8" @ 15 \text{ cm}$

8  $\phi 3/8" @ 10 \text{ cm}$

1  $\phi 3/8" @ 5 \text{ cm}$

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

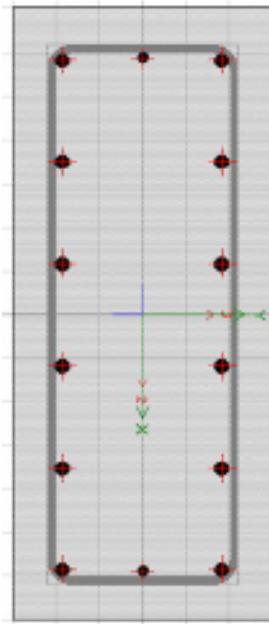
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciamiento superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \quad \phi 3/8"$$

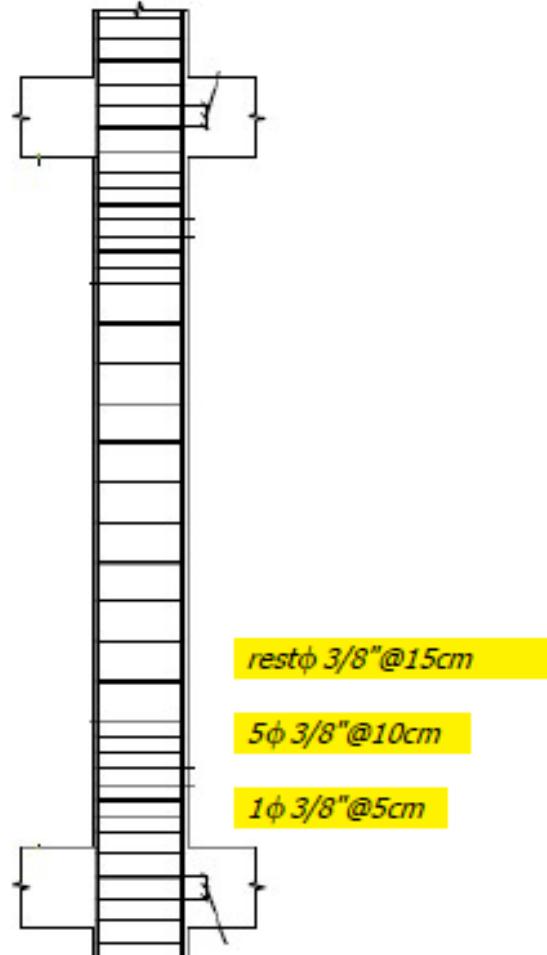
### Espaciamiento superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

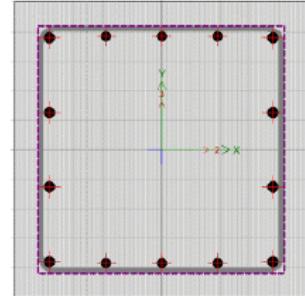
$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 15 \text{ cm}$$



## COLUMNAS 4 (0.5x0.5\_f'c = 280)

$h := 50$	Peralte de la viga (cm)	$\begin{bmatrix} \phi_e \\ A_e \end{bmatrix} := [\emptyset 3/8'' \checkmark]$	$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := [\emptyset 3/4'' \checkmark]$
$b := 50$	Ancho de viga (cm)		
$r := 6$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 44$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		$C4=0.50X0.50$
$\lambda := 1$	$1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}$		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$V22 := 640.675$	Cortante última V22 (kgf)		
$V33 := 694.675$	Cortante última V33 (kgf)		
$V_u := \max(V22, V33) = 694.675$	Cortante última (kgf)		
$A_s := 38.64$	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		
$N_u := 0$	Carga muerta (kgf)		



### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (V<sub>c</sub>)

$$\rho_w := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.01756$$

$$Ag := h \cdot b = 2500$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 19510.912 \text{ kgf}$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 20095.206 \text{ kgf}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 20095.206 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (V<sub>n</sub>)

$$V_n := \phi \cdot V_c = 17080.925 \text{ kgf}$$

**Análisis:**

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	

## PISO 1

$$hl := 450 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior ( $L_{so}$ )

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

### Longitud inferior ( $l_{in}$ )

#### Espaciamiento superior ( $su$ )

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$Su := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{Su} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

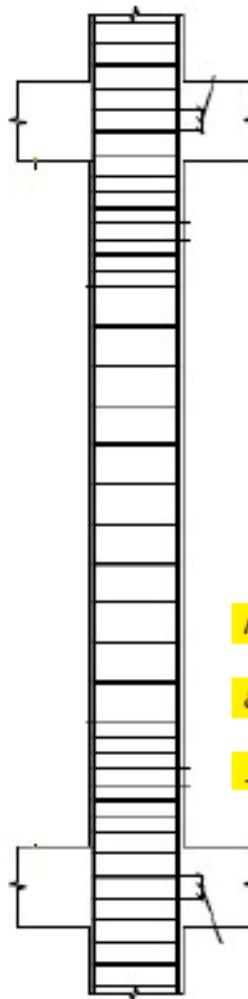
#### Espaciamiento superior ( $sc$ )

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 25 \text{ cm}$$



rest  $\phi 3/8" @ 25 \text{ cm}$

8  $\phi 3/8" @ 10 \text{ cm}$

1  $\phi 3/8" @ 5 \text{ cm}$

## PISO 2 AL PISO 8

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

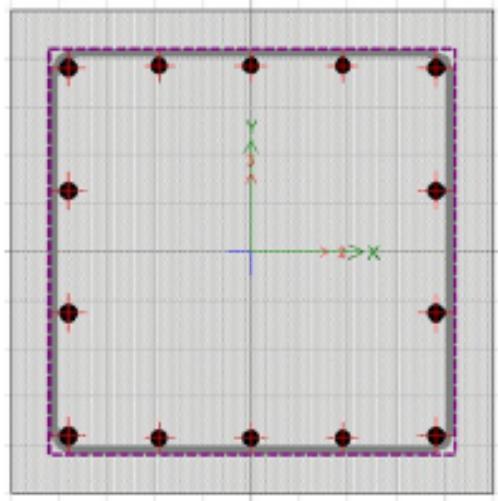
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciamiento superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \quad \phi 3/8"$$

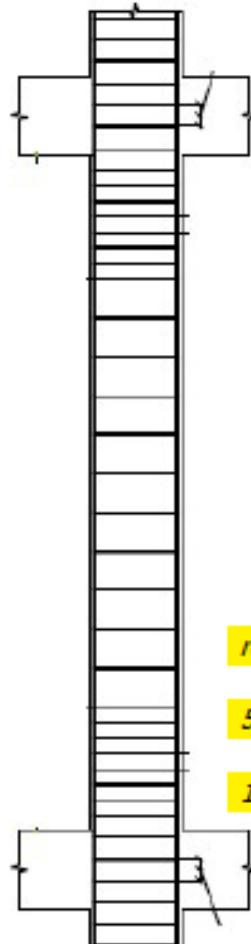
### Espaciamiento superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

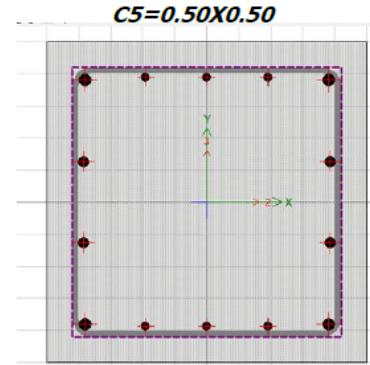
$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 25 \text{ cm}$$



## COLUMNAS 5 (0.5x0.5\_ $f'_c = 280$ )

$h := 50$	Peralte de la viga (cm)	$\left[ \begin{array}{l} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \emptyset 3/8'' \vee$	$\left[ \begin{array}{l} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \emptyset 3/4'' \vee$
$b := 50$	Ancho de viga (cm)		
$r := 6$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 44$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		
$\lambda := 1$	1=concreto normal; 0.75 = concreto liviano		
$A_v := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$V_{22} := 640.675$	Cortante ultima V22 (kgf)		
$V_{33} := 694.675$	Cortante ultima V33 (kgf)		
$V_u := \max(V_{22}, V_{33}) = 694.675$	Cortante ultima (kgf)		
$A_s := 38.64$	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		
$N_u := 0$	Carga muerta (kgf)		



### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (V<sub>c</sub>)

$$\rho_w := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.01756$$

$$A_g := h \cdot b = 2500$$

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 19510.912 \text{ kgf}$$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_s} \right) \cdot b \cdot d = 20095.206 \text{ kgf}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 20095.206 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (V<sub>n</sub>)

$$V_n := \phi \cdot V_c = 17080.925 \text{ kgf}$$

Análisis:

## PISO 1

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	

$$hl := 450 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

#### Espaciamiento superior (su)

$$lin := hl - L_{so} \cdot 2 = 300 \text{ cm}$$

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$Su := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{Su} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

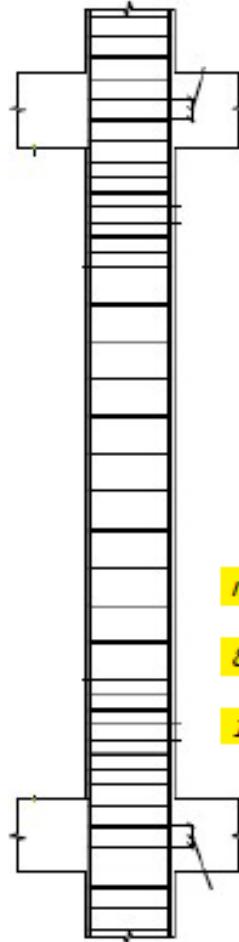
#### Espaciamiento superior (sc)

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 25 \text{ cm}$$



rest  $\phi 3/8"$  @ 25cm

8  $\phi 3/8"$  @ 10cm

1  $\phi 3/8"$  @ 5cm

## PISO 2 AL PISO 8

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Lso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

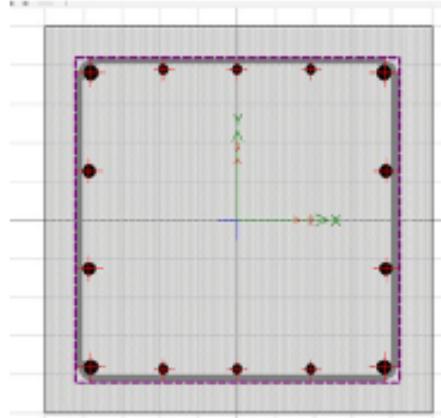
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciamiento superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \text{ } \phi 3/8"$$

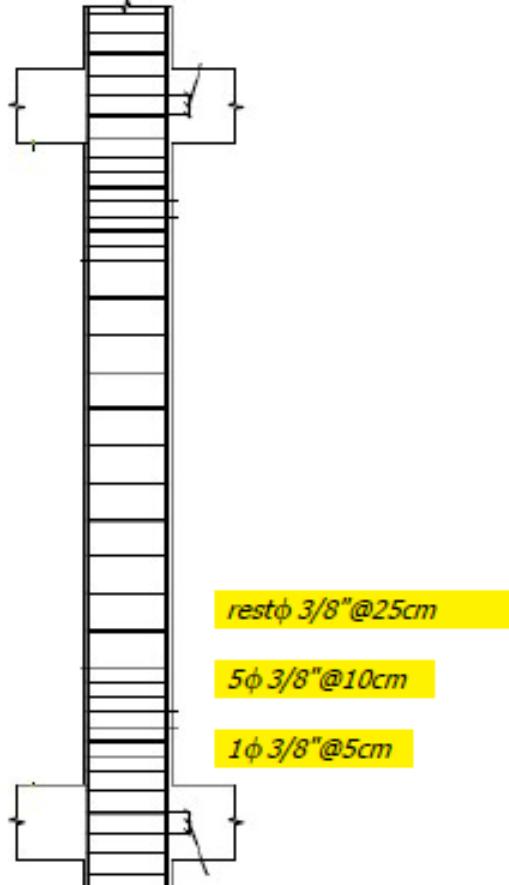
### Espaciamiento superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 25 \text{ cm}$$



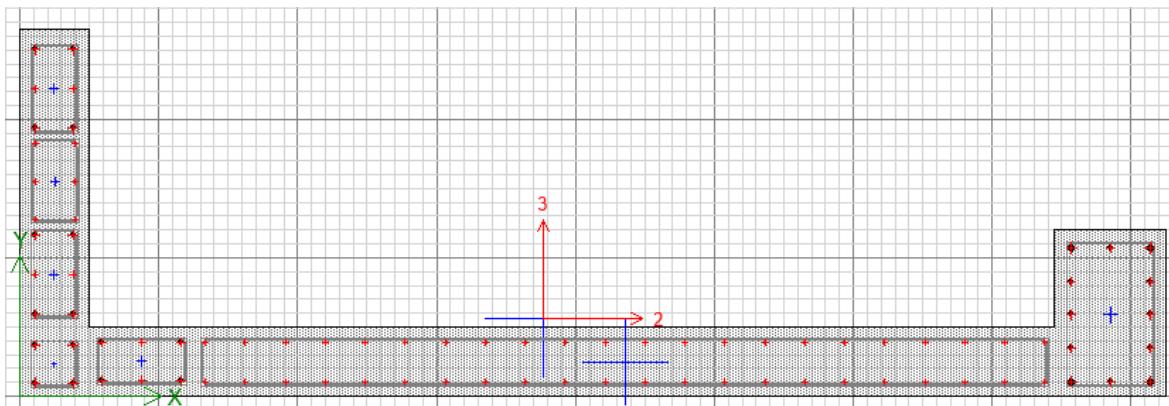
- **DISEÑO DE PLACAS**

- **Diseño por flexo compresión Módulo 1**

$$\text{PLACA 1 y 2} = 0.25m \quad f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

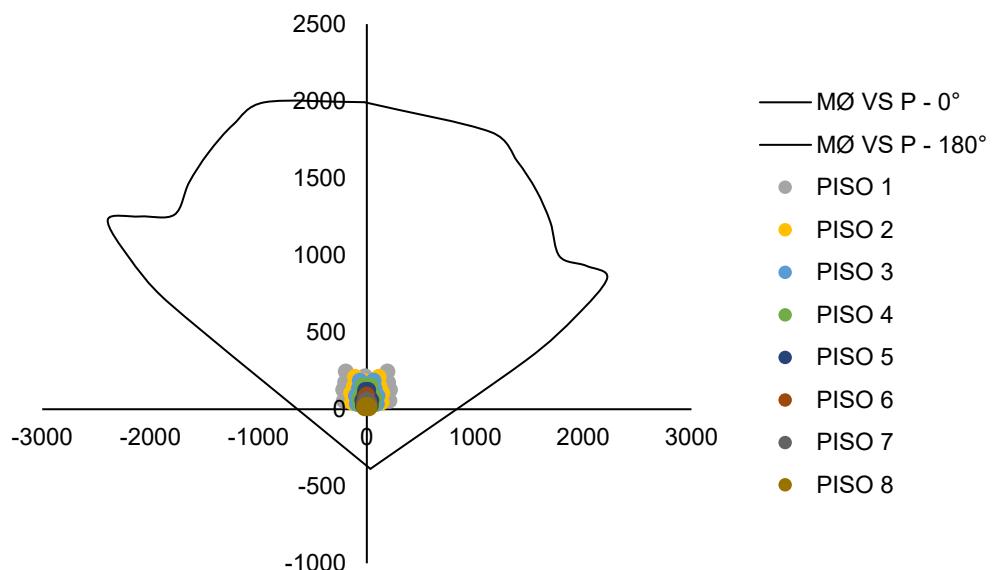
Se considero como propuesta la siguiente cantidad de acero: (As) de columna de  $40 \times 60 = 4 \varnothing 3/4" + 8 \varnothing 5/8"$ , estr  $3/8"$ , (As) de columnas  $L = 12 \varnothing 5/8" + 4 \varnothing 1/2"$ , estr  $3/8"$ , (As) para placa  $= \varnothing 3/8" @ 0.15m$

*Propuesta de sección de placa*

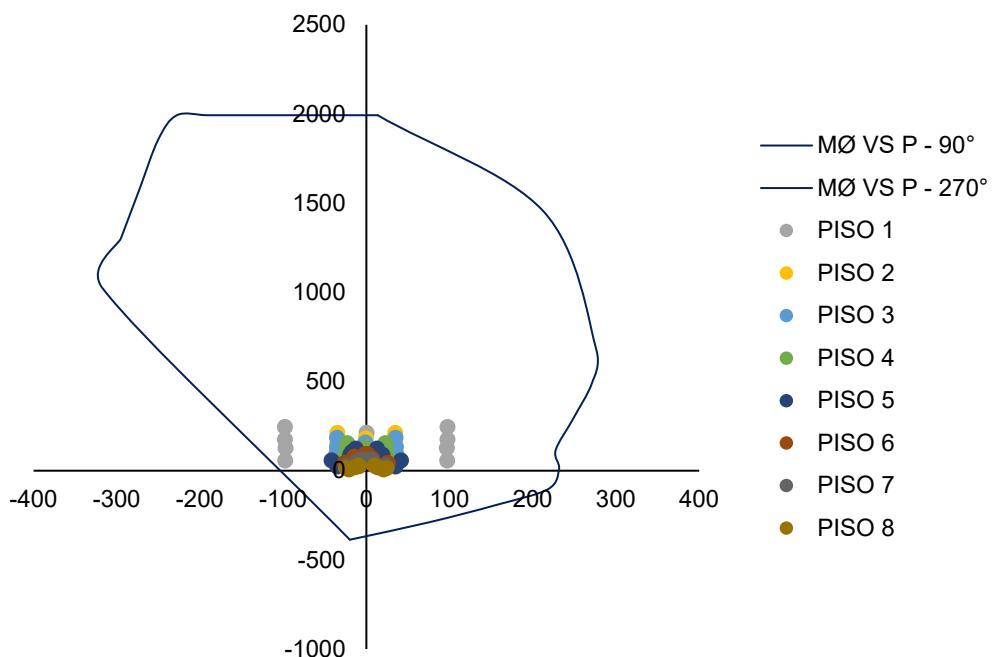


### DIRECCIÓN X

M3-3

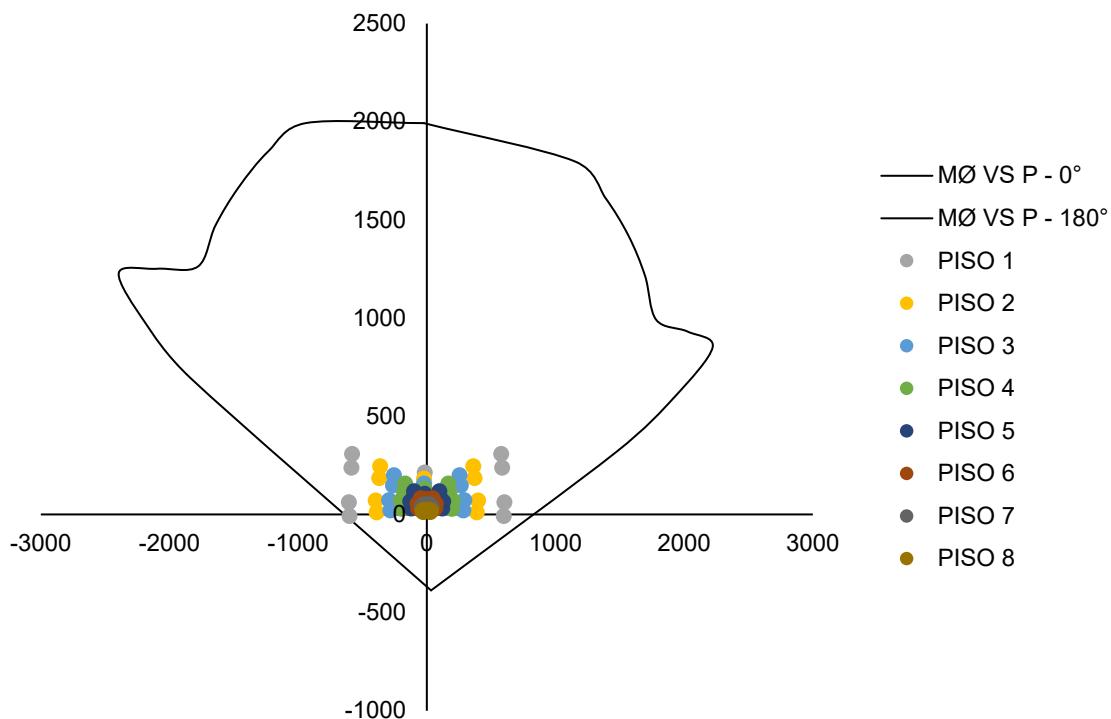


## M2-2

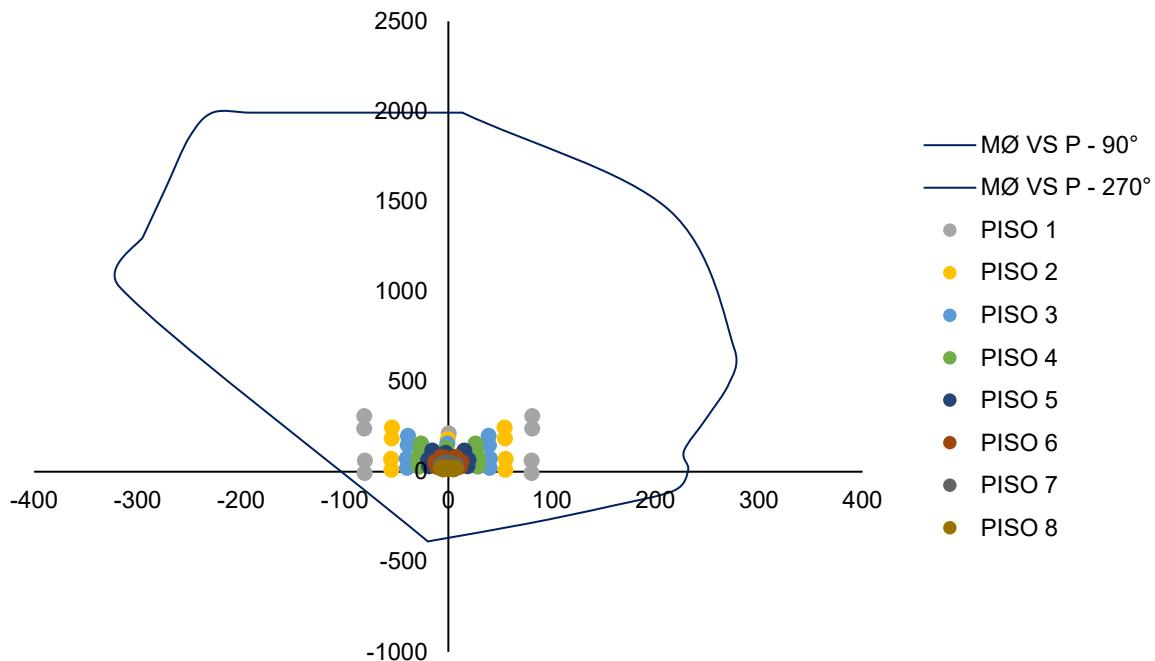


## DIRECCIÓN Y

## M3-3



## M2-2



➤ Diseño por corte en placas Módulo 1

Diseño por fuerza cortante 1/6

Piso	Lm	h	em	f'c	Vua	Mua	Mur = Mn
1	3.8	23.45	0.25	280	69.870875	580.21705	1857.142857
2	3.8	20.75	0.25	280	69.80973	397.6296	1142.857143

Diseño por fuerza cortante 2/6

Mur/Mua	Vu/φ	Vc (ton)	Hm/Lm	αc	Vc max	Vs (ton)	Vs max (ton)	Vs max ??
3.20	263.10681	67.40133174	6.171	0.53	84.25166467	178.85514	267.0618805	Cumple
2.87	236.05339	67.40133174	5.461	0.53	84.25166467	151.80173	267.0618805	Cumple

*Diseño por fuerza cortante 3/6*

Nº de hileras	$0.27 * (f'c) \wedge 0.5 * Acw$	Usar
2	42.92065936	$V_s = Acw * ph * f_y$
2	42.92065936	$V_s = Acw * ph * f_y$

*Diseño por fuerza cortante 4/6*

Refuerzo Horizontal						
$Ph = Vs / (Acw * f_y)$	Vs final (ton)	$\emptyset$	Cantidad de espaciamiento			
0.00448	178.855141	<b>3/8"</b>	2	<b>Ø</b>	3/8"	@ 0.1267126
0.00380	151.8017255	<b>3/8"</b>	2	<b>Ø</b>	3/8"	@ 0.14929475

*Diseño por fuerza cortante 5/6*

Vn		Refuerzo Vertical							
Vn real (Ton)	Vn Max (ton)	Vn max ??	Pv	Pv Ds	$\emptyset$	Cantidad de espaciamiento			
246.2564727	413.3100531	Cumple	-0.00114	0.0025	<b>3/8"</b>	2	<b>Ø</b>	3/8"	@ 0.227
219.2030573	413.3100531	Cumple	0.00057	0.0025	<b>3/8"</b>	2	<b>Ø</b>	3/8"	@ 0.227

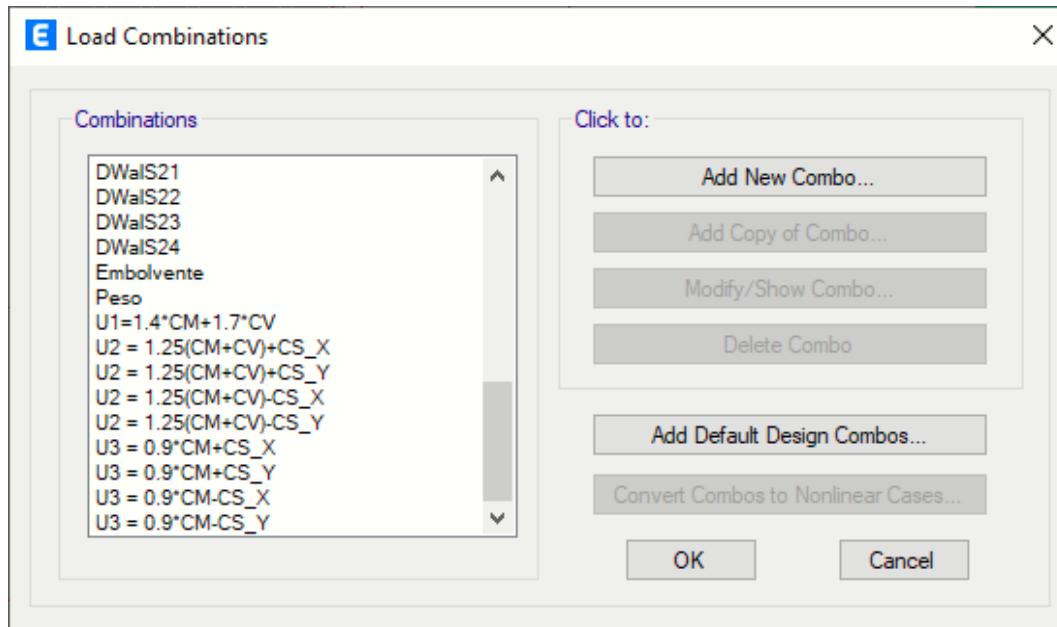
*Diseño por fuerza cortante 6/6*

Refuerzo Horizontal				Refuerzo Vertical			
2capas				2capas			
$\emptyset$ 3/8"	@	0.1	$\emptyset$ 3/8"	@	0.15		
$\emptyset$ 3/8"	@	0.1	$\emptyset$ 3/8"	@	0.15		

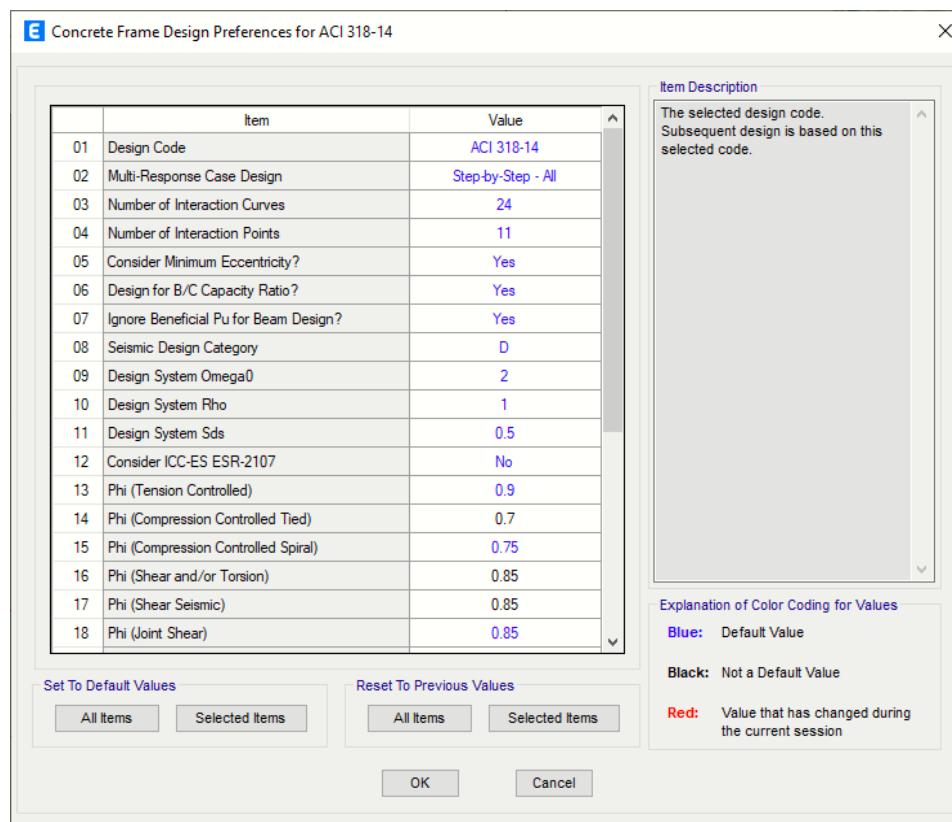
## B) MODULO 2

- **Diseño de vigas**
- ❖ Diseño por flexión Módulo 2

*Definición de Patrón de cargas*



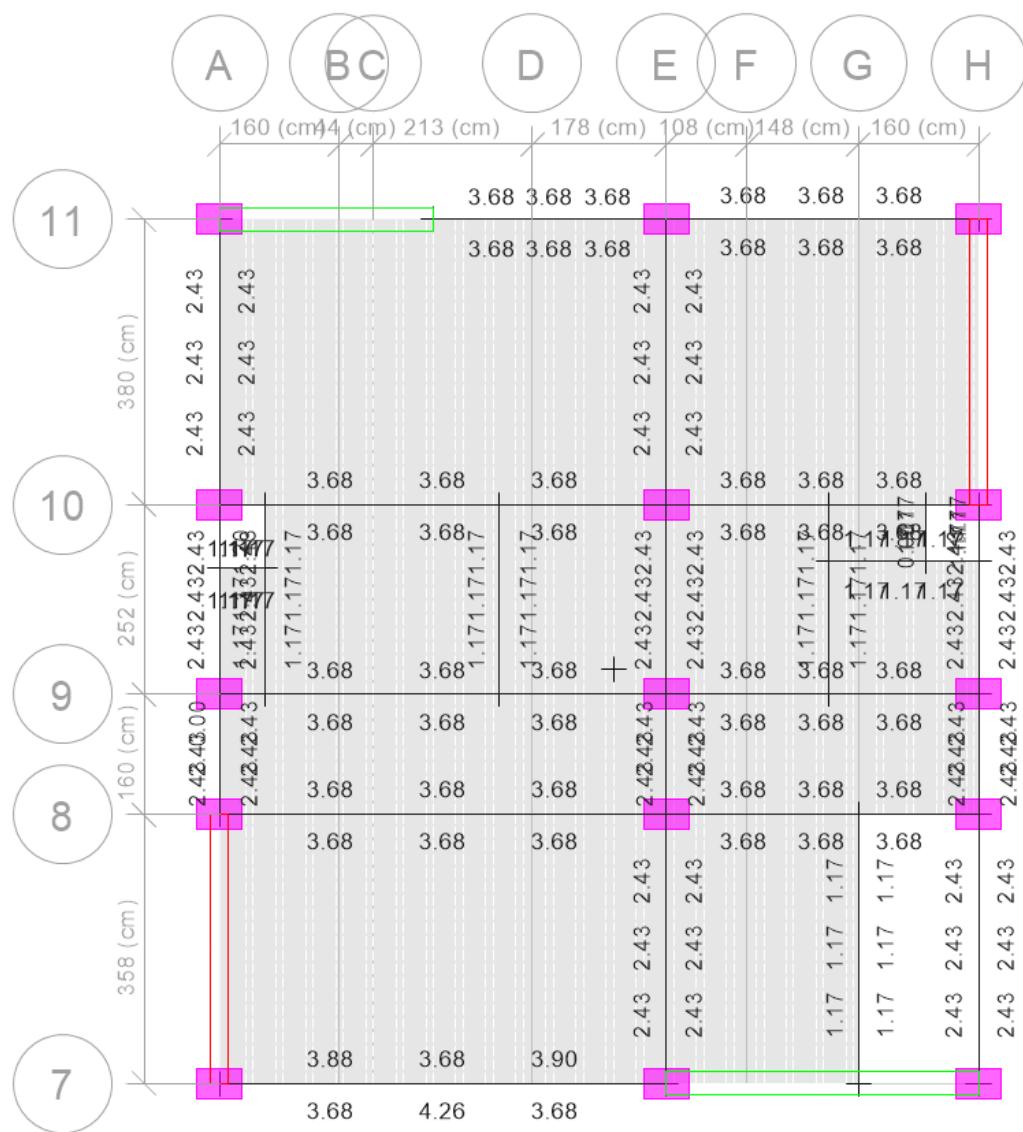
*Modificación de parámetros de diseño*



Para el diseño de vigas, se utiliza el patrón de envolvente. El patrón de envolvente, tiene la función de calcular y reunir los valores máximo en los diagramas de cortante y momento flector.

A continuación, tenemos el resultado automatizado en la obtención de área de acero del diseño de concreto armado en vigas. En este caso, utilizaremos para diseñar el piso más critico

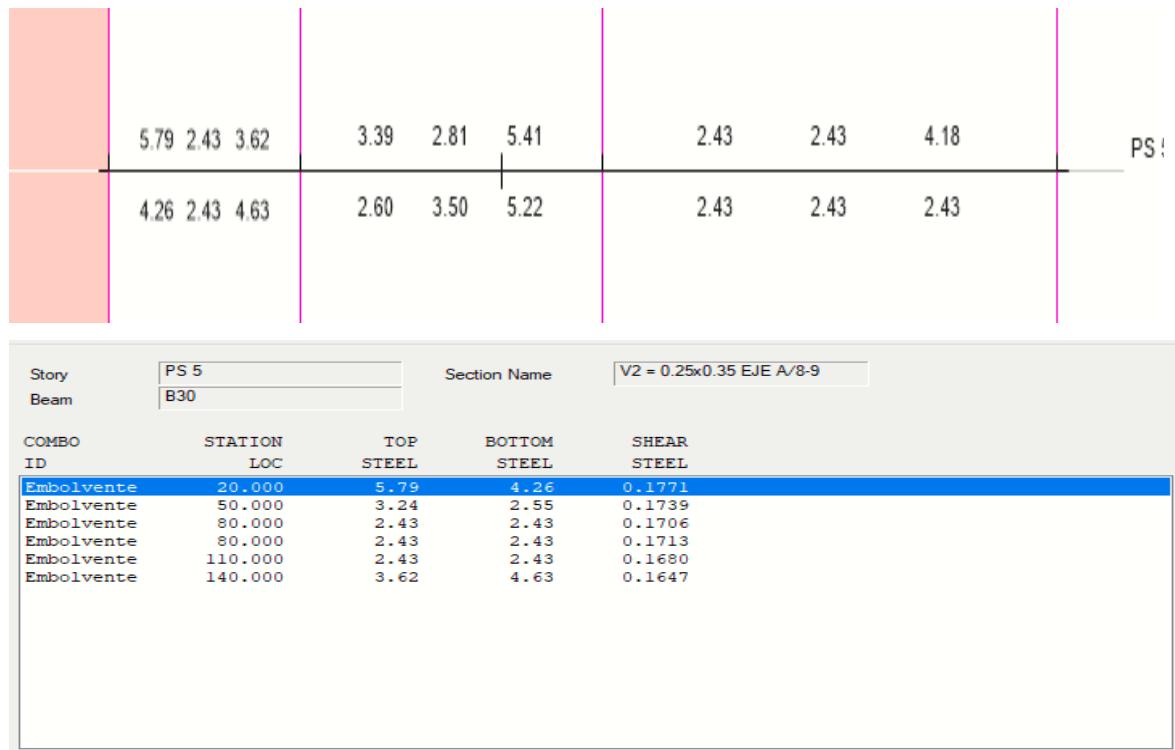
### Cálculo de acero a flexión por Etabs



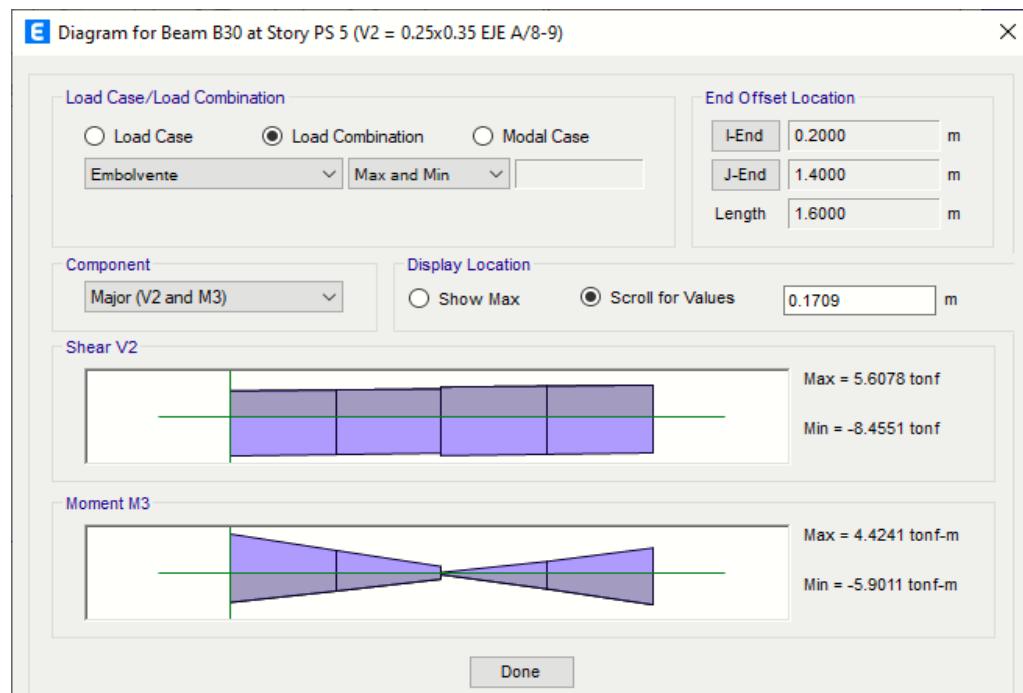
❖ Verificación de área de acero propuesto por Etabs en MathCAD

EJE A

*Acero calculado por Etabs – Eje*



*Diagrama de momento flector – Viga 25x35 Eje A/ Eje 8-9*



*Registro de Momento actuante en viga*

Ubicación	Izquierda	Central	Derecha
M (-)	5.9011	0.1143	3.7928
M (+)	4.4241	0.2511	4.7815

**CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 5.9011 tonf\*m**

**DATOS DEL MATERIAL:**

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

**DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:**

$$M_u := 5.9011 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**DATOS GEOMETRICOS:**

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

**DATOS ADICIONALES:**

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

**DATOS GEOMETRICOS DE ACERO:**  $cm^2 := cm^2$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 5/8'' \vee}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$$

**I. Calculo del recubrimiento (d)**

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

**II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Dblemente reforzada"**

**2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )**

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

**2.2. Calculo de (Asmax)**

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

**2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)**

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 5.901 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \left| \begin{array}{l} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left\| Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left\| Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \right. \end{array} \right| \end{aligned}$$

*Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"*

### III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

#### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 5.733 \text{ cm}^2$$

#### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 5.929 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.185 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 5.747 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.057 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 5.734 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.047 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 5.733 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.047 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 5.733 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 4.047 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 5.733 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 2.9$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
6.079	6.14	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 0.1143 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 0.1143 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: $cm^2 := cm^2$

$$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \boxed{\emptyset 5/8'' \vee}$$

$$\begin{bmatrix} \phi_r \\ A_r \end{bmatrix} := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{\frac{6000 \cdot kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

### 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### ANALISIS:

$$M_u = 0.114 \text{ tonnef} \cdot m \\ M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

```
Verificación := || if M_u > M_max
    ||| Verificación ← "VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"
|| if M_u < M_max
    ||| Verificación ← "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"
```

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 0.103 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 0.115 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.081 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 0.104 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.073 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 0.103 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.073 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 0.103 \text{ cm}^2$$

$$a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.073 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 0.103 \text{ cm}^2$$

$$a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.073 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 0.103 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero  
 $c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 5.2 \cdot 10^{-2}$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

Acero de refuerzo		
As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
2.438	2.43	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 3.7928 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 3.7928 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: cm<sup>2</sup> := cm<sup>2</sup>

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 5/8'' \vee}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$$

##### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

##### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{max} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

### **2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)**

$$a := \frac{A_{\max} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{\max} := \phi \cdot A_{\max} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonne f.m}$$

## **ANALISIS:**

$$M_u = 3.793 \text{ tonne f.m}$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef.m}$$

**Verificación :=**

if $M_u > M_{max}$	$\parallel$ Verificación $\leftarrow$ "VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"
if $M_u < M_{max}$	$\parallel$ Verificación $\leftarrow$ "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## **Verificación = “VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA”**

### **III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)**

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 3.585 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 3.811 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.69 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 3.595 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.538 \text{ cm}$$

$$A_{m3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a^2}{2} \right) \right)} = 3.585 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{m3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.531 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 3.585 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.53 \text{ cm}$$

$$A_{\text{st5}} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 3.585 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{\text{st5}} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.53 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 3.585 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 1.8$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

#### Acero de refuerzo

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
3.585	3.62	Cumple

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 4.4241 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 4.4241 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: $cm^2 := cm^2$

$$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \text{Ø } 5/8" \vee$$

$$\begin{bmatrix} \phi_r \\ A_r \end{bmatrix} := \text{Ø } 3/8" \vee$$

#### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

#### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \begin{pmatrix} 6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} \\ 6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y \end{pmatrix} = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

### ANALISIS:

$$M_u = 4.424 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \left| \begin{array}{l} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \left| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right| \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 4.215 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 4.445 \text{ cm}^2$$

$$a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.138 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 4.227 \text{ cm}^2$$

$$a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.984 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 4.216 \text{ cm}^2$$

$$a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.976 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 4.215 \text{ cm}^2$$

$$a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.975 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 4.215 \text{ cm}^2$$

$$a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 2.975 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 4.215 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero  
 $c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 2.1$

## IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

---

### Acero de refuerzo

---

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
4.215	4.4241	<b>Cumple</b>

---

## CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 0.2511 tonf\*m

### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 0.2511 \text{ tonnef} \cdot m$$

### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: $cm^2 := cm^2$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 5/8'' \vee}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_r \\ A_r \end{array} \right] := \boxed{\emptyset 3/8'' \vee}$$

### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

#### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y}}{\frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y}} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

## 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

## 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

**ANALISIS:**

$$M_u = 0.251 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} \text{Verificación} := & \begin{cases} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \right. \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \text{Verificación} \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \right. \end{cases} \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 0.228 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 0.252 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.178 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.161 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.161 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.161 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.161 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 0.228 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 0.1$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

---

#### Acero de refuerzo

---

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
0.228	0.2511	<b>Cumple</b>

---

#### CALCULO DE ACERO: MOMENTO (-) 4.7815 tonf\*m

##### DATOS DEL MATERIAL:

$$f'_c := 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

##### DATO DE ANALISIS ESTRUCTURAL:

$$M_u := 4.7815 \text{ tonnef} \cdot m$$

##### DATOS GEOMETRICOS:

$$b := 0.25 \text{ m}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$l := 1.20 \text{ m}$$

##### DATOS ADICIONALES:

$$\phi := 0.9$$

$$\beta_1 := 0.85$$

$$rec := 4 \text{ cm}$$

##### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO: cm<sup>2</sup> := cm<sup>2</sup>

$$\begin{bmatrix} \phi_L \\ A_L \end{bmatrix} := \boxed{\emptyset 5/8'' \checkmark}$$

$$\begin{bmatrix} \phi_r \\ A_r \end{bmatrix} := \boxed{\emptyset 3/8'' \checkmark}$$

##### I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := h - \left( rec + \phi_r + \frac{\phi_L}{2} \right) = 29.255 \text{ cm}$$

##### II. Análisis "Viga simplemente reforzada" o "Doblemente reforzada"

##### 2.1. Calculo de ( $\rho_{max}$ )

$$\rho_b := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{6000 \cdot \frac{kgf}{cm^2} + f_y} \right) = 0.028 \quad \rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.021$$

##### 2.2. Calculo de (Asmax)

$$A_{smax} := \rho_{max} \cdot b \cdot d = 15.542 \text{ cm}^2$$

### 2.3. Calculo de Momento máximo (Mmax)

$$a := \frac{A_{smax} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 10.971 \text{ cm} \quad M_{max} := \phi \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### ANALISIS:

$$M_u = 4.782 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{max} = 13.964 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\begin{aligned} Verificación := & \begin{cases} \text{if } M_u > M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA DOBLEMENTE REFORZADA"} \\ \text{if } M_u < M_{max} \\ \quad \quad \quad \left\| \begin{array}{l} Verificación \leftarrow \text{"VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} \end{aligned}$$

Verificación = "VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA"

## III. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} \right)} \right) = 4.577 \text{ cm}^2$$

### 3.1. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a}{2} \right) \right)} = 4.804 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.391 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 4.59 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.24 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 4.577 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.231 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 4.577 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.231 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 4.577 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 3.231 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 4.577 \text{ cm}^2 \quad \text{Cantidad de acero}$$

$$c.as := \frac{A_{si6}}{A_L} = 2.3$$

#### IV. VERIFICACION DE CUANTIA Y TIPO DE FALLA

##### 4.1. Cuantía mínima ( $\rho_{min}$ )

$$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} = 0.003$$

$$Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b = 2.04 \text{ cm}^2$$

En donde:

$$f'_c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_y = (4.2 \cdot 10^3) \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\rho_{max} = 0.021$$

$$Asm2 := \frac{14 \frac{kgf}{cm^2}}{f_y} \cdot d \cdot b = 2.438 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

---

#### Acero de refuerzo

---

As manual (cm <sup>2</sup> )	As Etabs (cm <sup>2</sup> )	Verificación
4.557	4.7811	<b>Cumple</b>

---

Como podemos observar, el cálculo propuesto por Etabs coinciden con el cálculo manual. Ante esto estableceremos la cantidad necesaria de acero para la viga Eje A/8-9.

## Cantidad de acero requerido de viga Eje A

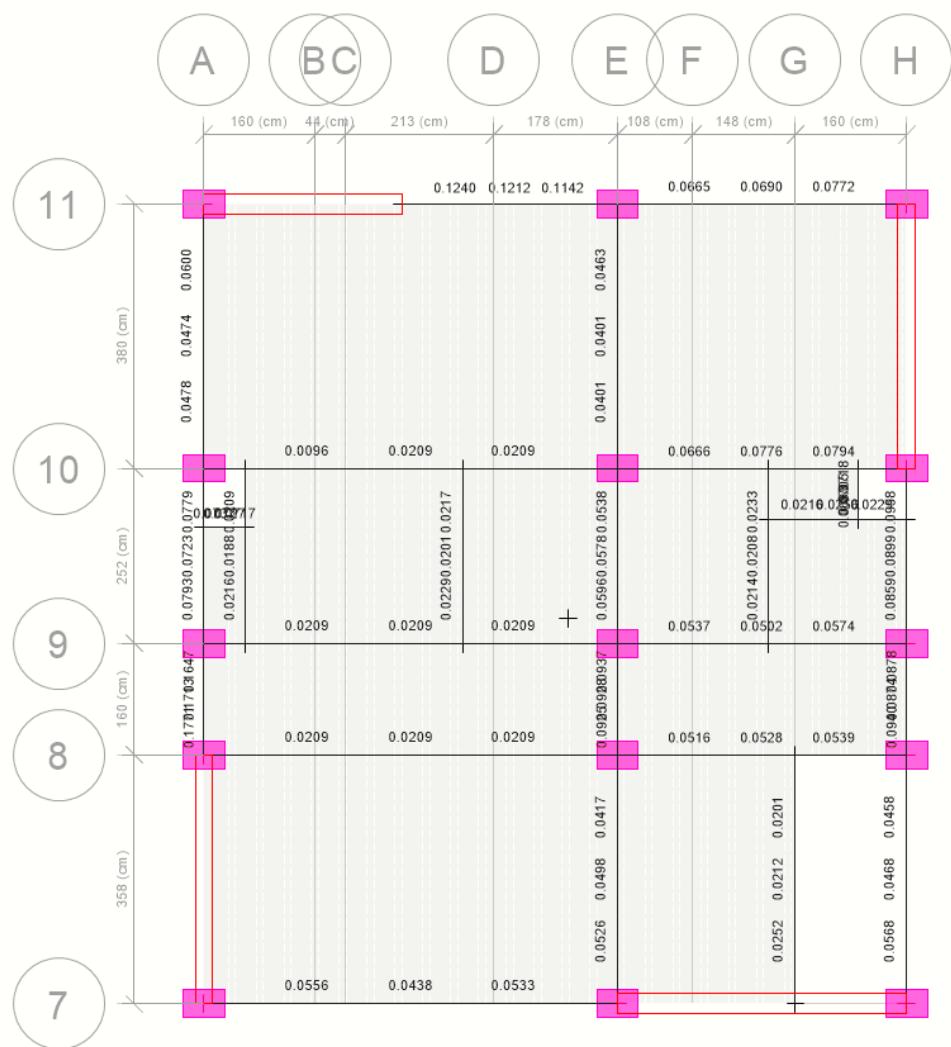
$2\text{e}5/8'' + 1\text{e}5/8'' + 0\text{e}$ - 103%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 164%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 110%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 117%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 142%	$2\text{e}5/8'' + 1\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e}$ - 110%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 164%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 164%	$2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ - 126%	
<b>5.0</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 1 $5/8''$ 1.99 2 $5/8''$ 3.98	<b>5.97</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>3.98</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>3.68</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>3.98</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>3.98</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>5.41</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>5.97</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>4.19</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98	<b>5.27</b> 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 2 $5/8''$ 3.98
TOP BOTTOM	MID MID	TOP BOTTOM	TOP BOTTOM	MID MID	TOP BOTTOM	TOP BOTTOM	MID MID	TOP BOTTOM	
2 $5/8''$ 3.98 1 $1/2''$ 1.29 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 1 $1/2''$ 1.29 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 1 $1/2''$ 1.29 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0	2 $5/8''$ 3.98 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0 0 - 0
<b>4.26</b> 124% $2\text{e}5/8'' + 1\text{e}1/2'' + 0\text{e}$ -	<b>5.27</b> 164% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>3.49</b> 114% $2\text{e}5/8'' + 1\text{e}1/2'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>4.63</b> 114% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>2.60</b> 153% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>3.50</b> 114% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>5.22</b> 101% $2\text{e}5/8'' + 1\text{e}1/2'' + 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>5.27</b> 164% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>2.49</b> 164% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -	<b>3.98</b> 164% $2\text{e}5/8'' + 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e} - 0\text{e}$ -

## ➤ Diseño por Cortante Módulo 2

Para el diseño de vigas, se utiliza el patrón de envolvente. El patrón de envolvente, tiene la función de calcular y reunir los valores máximo en los diagramas de cortante y momento flector.

A continuación, tenemos el resultado automatizado en la obtención de área de acero del diseño de concreto armado en vigas. En este caso, utilizaremos para diseñar el piso más crítico.

### ➤ Cálculo de acero a cortante por Etabs

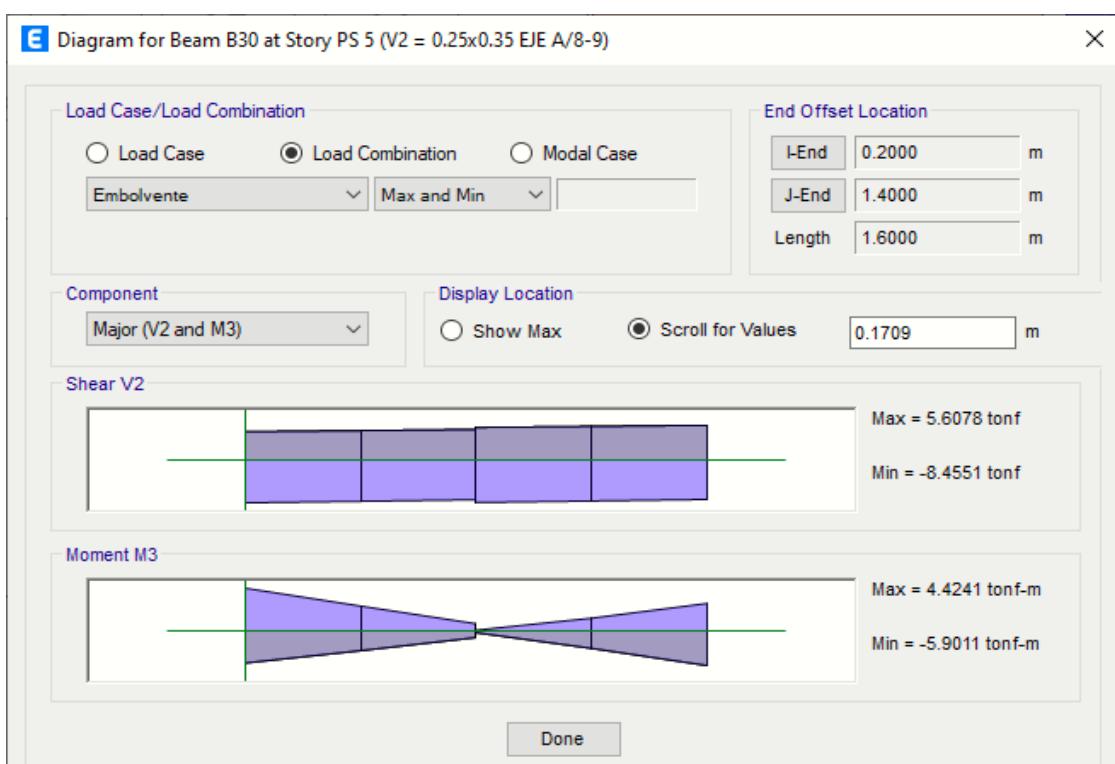


## EJE A

*Acero calculado por Etabs – Eje A*

Story	PS 5	Section Name	V2 = 0.25x0.35 EJE A/8-9	
Beam	B30			
COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
Embolvente	20.000	5.79	4.26	0.1771
Embolvente	50.000	3.24	2.55	0.1739
Embolvente	80.000	2.43	2.43	0.1706
Embolvente	80.000	2.43	2.43	0.1713
Embolvente	110.000	2.43	2.43	0.1680
Embolvente	140.000	3.62	4.63	0.1647

*Diagrama de momento flector – Viga 25x35 Eje A/ Eje 8-9*



## CALCULO DE CANTIDAD DE ESTRIBOS: V= 8.4551 tonf

$h := 35$	<i>Peralte de la viga (cm)</i>	$\left[ \begin{array}{l} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := [\emptyset 3/8'' \vee]$	$\left[ \begin{array}{l} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := [\emptyset 3/4'' \vee]$
$b := 25$	<i>Ancho de viga (cm)</i>		
$r := 4$	<i>Recubrimiento (cm)</i>		
$d := h - r = 31$	<i>Canto útil de la viga (cm)</i>		
$\phi := 0.85$	<i>Factor de reducción de resistencia por cortante</i>		
$f'_c := 280$	<i>Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm<sup>2</sup>)</i>		
$f_y := 4200$	<i>Fluencia del acero G60</i>		
$\lambda := 1$	<i>1=concreto normal; 0.75 = concreto liviano</i>		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	<i>Área de refuerzo por corte de estribo (cm<sup>2</sup>)</i>		
$\phi_e = 0.95$	<i>Diámetro de acero de estribo (cm)</i>		
$\phi_L = 1.91$	<i>Diámetro de acero longitudinal (cm)</i>		
$V_u := 8455.1$	<i>Cortante última (kgf)</i>		
$As := 3.98$	$Nu := 0$		

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.00514$$

$$Ag := h \cdot b = 875$$

$$Vc1 := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 6873.162 \text{ kg}$$

$$Vc2 := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho w^{\frac{1}{3}} \sqrt{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 4698.513 \text{ kg}$$

$$Vc := \max(Vc1, Vc2) = 6873.162 \text{ kg}$$

Calculo de la resistencia nominal al cortante proporcional por el acero (Vs)

$$Vs := \left( \frac{Vu}{\phi} - Vc \right) = 3074.014 \text{ kg}$$

Calculo de refuerzo por cortante

$$Vu_{max} := Vc + 2.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 35403.269 \text{ kg}$$

$$Vu_{max\_verif} := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Cambiar dimención de viga"} \\ \text{if } Vu \leq Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Ok"} \end{cases} = \text{"Ok"}$$

Calculo de refuerzo por corte

$$\phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 2976.209 \text{ kg}$$

$$Au := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "No requiere acero de refuerzo"} \\ \text{if } Vu \leq \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| 0} \\ \text{if } Vu > \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| } \frac{(Vu - \phi \cdot Vc)}{\phi \cdot f_y \cdot d} \end{cases} = 0.024 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Calculo de acero mínimo por cortante

$$As_{min} := \max \left( 0.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot \frac{b}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b}{f_y} \right) = 0.021 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$s := \frac{Av}{\max(Au, As_{min})} = 60.144 \text{ cm}$$

Calculo de separación de estribo ( $s_1$ ) necesaria:

$$s_1 := \frac{Av \cdot f_y \cdot d}{Vs} = 60.144 \text{ cm}$$

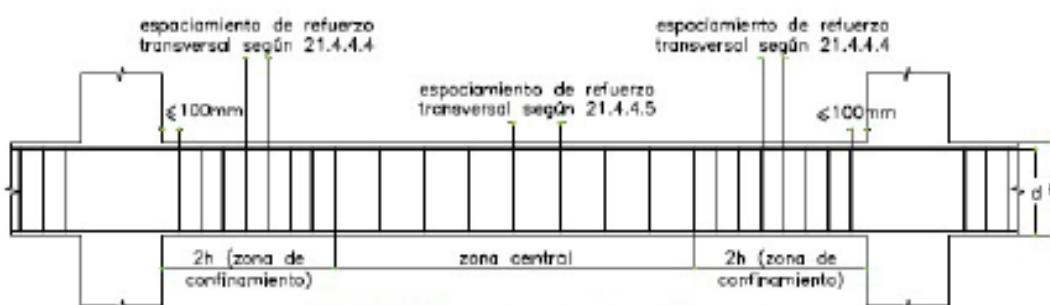
$$s_2 := \frac{d}{2} = 15.5 \text{ cm}$$

$$s_3 := 60 \text{ cm}$$

$$Vs = 3.074 \cdot 10^3$$

$$1.1 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 1.427 \cdot 10^4$$

$$sn := \begin{cases} \text{if } Vu \leq \frac{\phi \cdot Vc}{2} \\ \quad \text{“No requiere refuerzo”} \\ \text{if } Vu > \frac{\phi \cdot Vc}{2} \\ \quad \text{if } Vs \leq 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \min(s1, s2, s3) \\ \quad \text{if } Vs > 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \text{“OK”} \end{cases} = 15.5 \text{ cm}$$



Separación para la zona de confinamiento

$$L := 222 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \max\left(\frac{d}{4}, 10\right) = 10 \text{ cm}$$

$$Sc2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$Sc3 := 24 \cdot \phi_L = 45.84 \text{ cm}$$

$$Sc4 := 30 \text{ cm}$$

$$Sc3\_ := \min(Sc1, Sc2, Sc3, Sc4) = 10 \text{ cm}$$

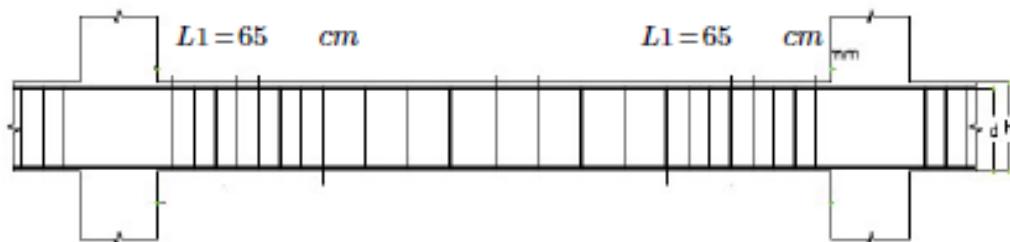
$$L1 := 2 \cdot h - 5 = 65 \text{ cm}$$

Separación en la zona central

$$n := \frac{L1}{15} = 4.33333 \text{ estribos}$$

$$Sce := \min\left(\frac{d}{2}, 30\right) = 15.5 \text{ cm}$$

**1 φ 3/8" @ 5cm, 5φ 3/8" @ 10cm, 3φ 3/8" @ 15 cm, resto @ 30cm**



Para las vigas de 25x35 se utilizarán la distribución establecida en el cálculo mostrado anteriormente: **1 φ 3/8" @ 5cm, 7 φ 3/8" @ 10cm, resto @ 20cm.**

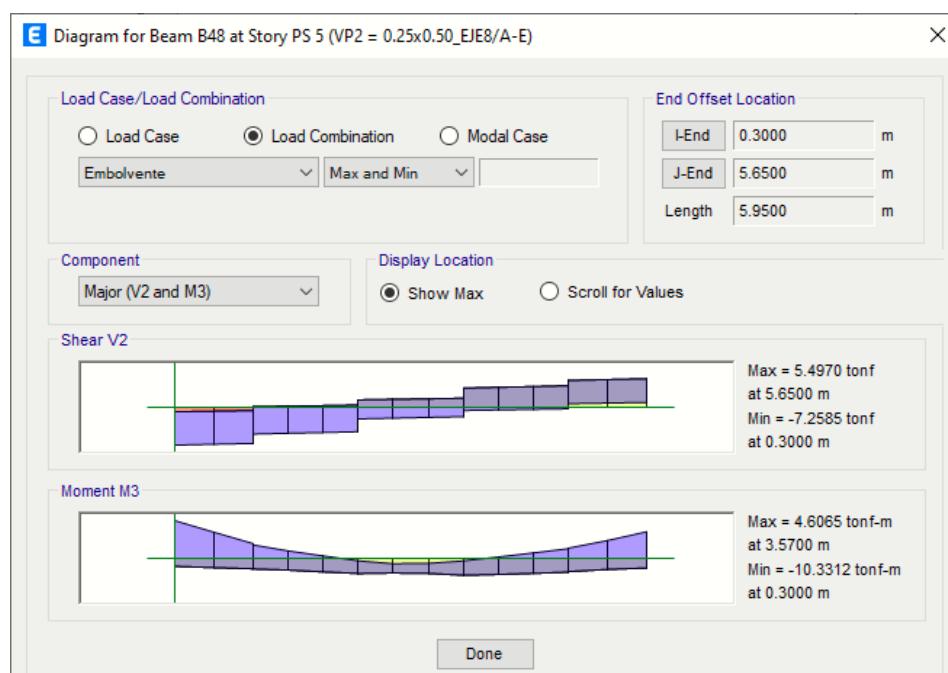
## ❖ EJE 8

*Acero calculado por Etabs – Eje 8*

Story	PS 5	Section Name	VP2 = 0.25x0.50_EJE8/A-E
Beam	B48		
<b>COMBO ID</b>			
STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
Embolvente 30.000	6.59	3.68	0.0174
Embolvente 74.500	4.48	3.68	0.0162
Embolvente 119.000	3.68	3.68	0.0150
Embolvente 119.000	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 158.667	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 198.333	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 238.000	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 238.000	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 277.667	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 317.333	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 357.000	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 357.000	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 396.667	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 436.333	3.68	3.68	0.0209
Embolvente 476.000	3.68	3.68	0.0209

*Diagrama de cortante – Viga 25x50 Eje 8/ Eje A-E*

**CALCULO DE CANTIDAD DE ESTRIBOS:  $V= 9.5646 \text{ tonf*m}$**



## CALCULO DE CANTIDAD DE ESTRIBOS: V= 7.2585 tonf\*m

$h := 50$	Peralte de la viga (cm)	$\left[ \begin{array}{c} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \text{Ø } 3/8'' \vee$	$\left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \text{Ø } 3/4'' \vee$
$b := 25$	Ancho de viga (cm)		
$r := 4$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 46$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		
$\lambda := 1$	$1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}$		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$Vu := 7258.5$	Cortante ultima (kgf)		
$As := 3.98$	$Nu := 0$		

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.00346$$

$$Ag := h \cdot b = 1250$$

$$Vc1 := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 10198.886 \text{ kg}$$

$$Vc2 := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 6112.58 \text{ kg}$$

$$Vc := \max(Vc1, Vc2) = 10198.886 \text{ kg}$$

Calculo de la resistencia nominal al cortante proporcional por el acero (Vs)

$$Vs := \left( \frac{Vu}{\phi} - Vc \right) = -1659.474 \text{ kg}$$

Calculo de refuerzo por cortante

$$Vu_{max} := Vc + 2.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 52533.883 \text{ kg}$$

$$Vu_{max\_verif} := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Cambiar dimención de viga"} \\ \text{if } Vu \leq Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "Ok"} \end{cases} = \text{"Ok"}$$

Calculo de refuerzo por corte

$$\phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 4416.31 \text{ kg}$$

$$Au := \begin{cases} \text{if } Vu > Vu_{max} \\ \quad \quad \quad \text{|| "No requiere acero de refuerzo"} \\ \text{if } Vu \leq \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| 0} \\ \text{if } Vu > \phi \cdot \lambda \cdot 0.27 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| } \frac{(Vu - \phi \cdot Vc)}{\phi \cdot f_y \cdot d} \end{cases} = -0.009 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Calculo de acero mínimo por cortante

$$As_{min} := \max \left( 0.2 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot \frac{b}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b}{f_y} \right) = 0.021 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$s := \frac{Av}{\max(Au, As_{min})} = 68.16 \text{ cm}$$

Calculo de separación de estribo ( $s_1$ ) necesaria:

$$s_1 := \frac{Av \cdot f_y \cdot d}{Vs} = -165.32 \text{ cm}$$

$$s_2 := \frac{d}{2} = 23 \text{ cm}$$

$$s_3 := 60 \text{ cm}$$

$$Vs = -1.659 \cdot 10^3$$

$$1.1 \cdot \sqrt[2]{f'_c} \cdot b \cdot d = 2.117 \cdot 10^4$$

$$sn := \begin{cases} \text{if } Vu \leq \frac{\phi \cdot Vc}{2} \\ \quad \quad \quad \text{|| "No requiere refuerzo"} \\ \text{if } Vu > \frac{\phi \cdot Vc}{2} \\ \quad \quad \quad \text{|| if } Vs \leq 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{|| min}(s1, s2, s3) \\ \quad \quad \quad \text{if } Vs > 1.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ \quad \quad \quad \text{|| "OK"} \end{cases} = -165.32 \text{ cm}$$



Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

#### Separación para la zona de confinamiento

$$Sc1 := \max\left(\frac{d}{4}, 10\right) = 11.5 \text{ cm}$$

$$Sc3 := 24 \cdot \phi_L = 45.84 \text{ cm}$$

$$Sc2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$Sc4 := 30 \text{ cm}$$

$$Sc3\_ := \min(Sc1, Sc2, Sc3, Sc4) = 11.5 \text{ cm}$$

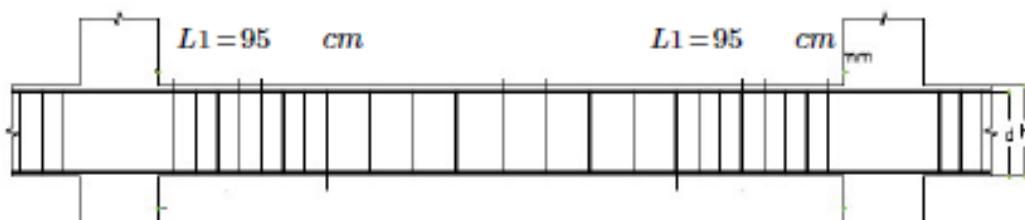
$$L1 := 2 \cdot h - 5 = 95 \text{ cm}$$

#### Separación en la zona central

$$Sce := \min\left(\frac{d}{2}, 30\right) = 23 \text{ cm}$$

$$n := \frac{L1}{15} = 6.33333 \text{ estribos}$$

**1 φ 3/8" @ 5cm, 7 φ 3/8" @ 10cm, resto @ 20cm**



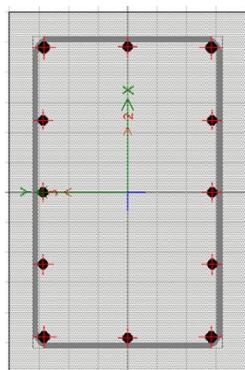
Para las vigas de 25x50 se utilizarán la distribución establecida en el cálculo mostrado anteriormente: **1 φ 3/8" @ 5cm, 7 φ 3/8" @ 10cm, resto @ 20cm.**

- **DISEÑO DE COLUMNA**

➤ Diseño por flexo compresión – Diagrama de Interacción Módulo 2

**COLUMNAS 1 (0.4x0.6\_f'c = 280)**

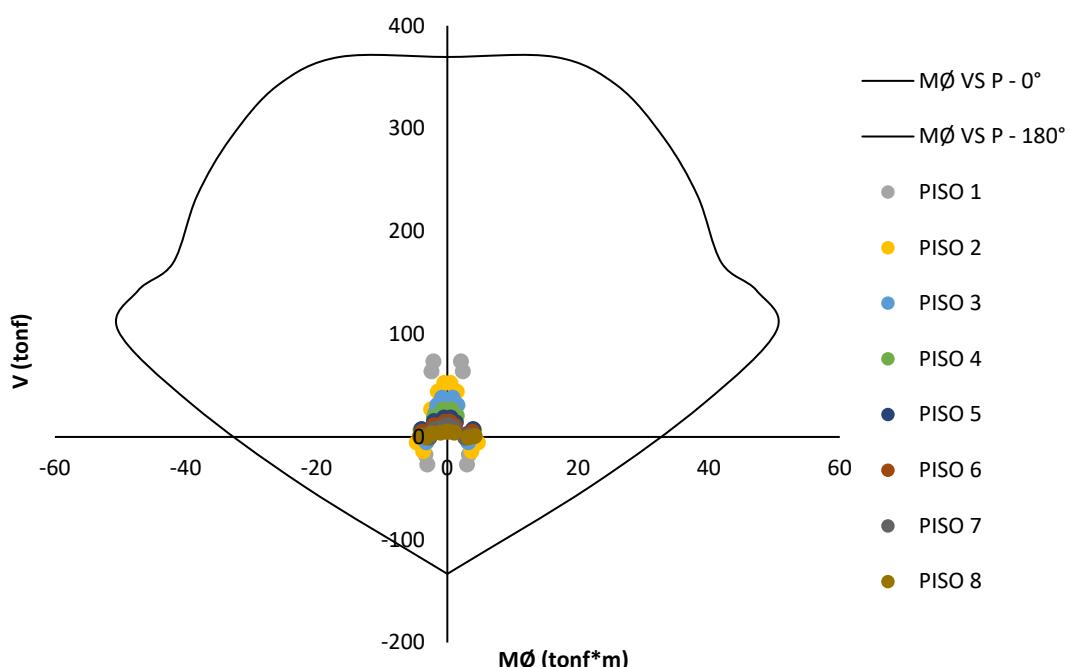
Columna	b	h	AS min 1%
C1	0.4	0.6	24



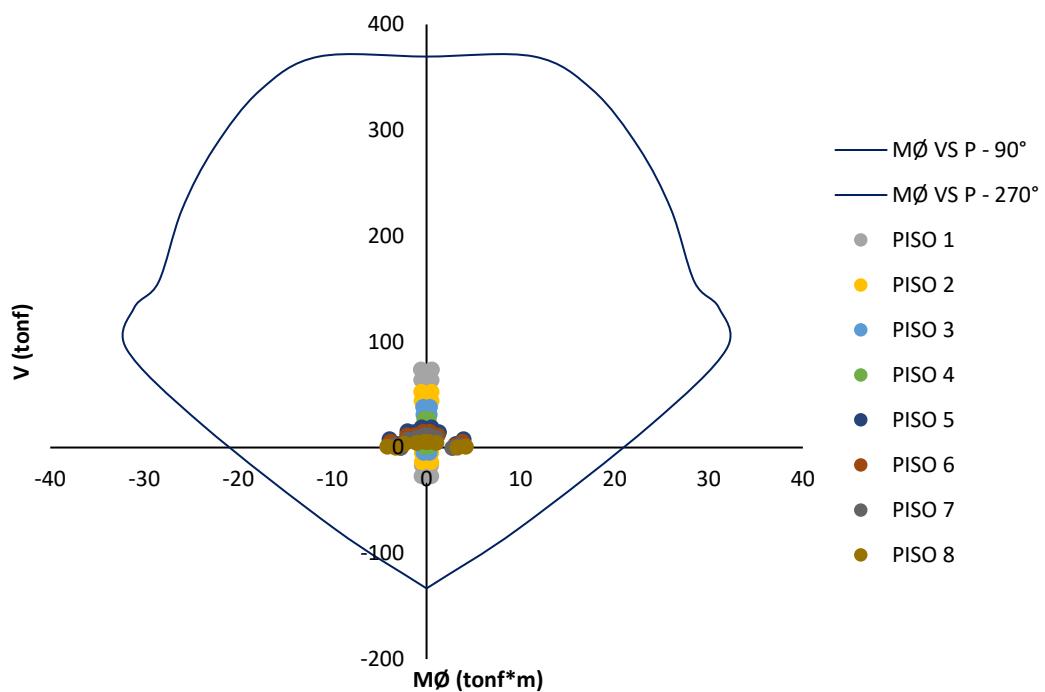
As acero	n	Ø	Area Ø
A <sub>s</sub> 1	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 2	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 3	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 4	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 5	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 6	2	3/4"	5.68 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 7	2	5/8"	3.98 cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub> 8	0	3/4"	0.00 cm <sup>2</sup>
			31.26

cm<sup>2</sup>  
DIRECCIÓN X

M3-3

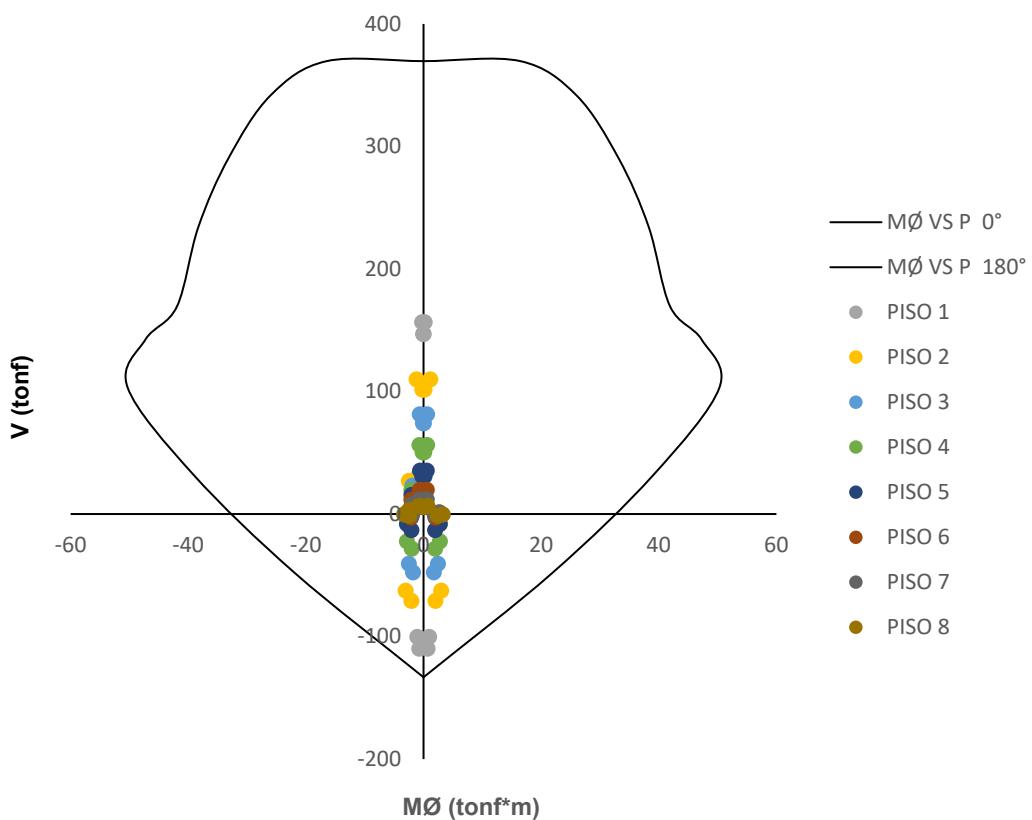


**M2-2**

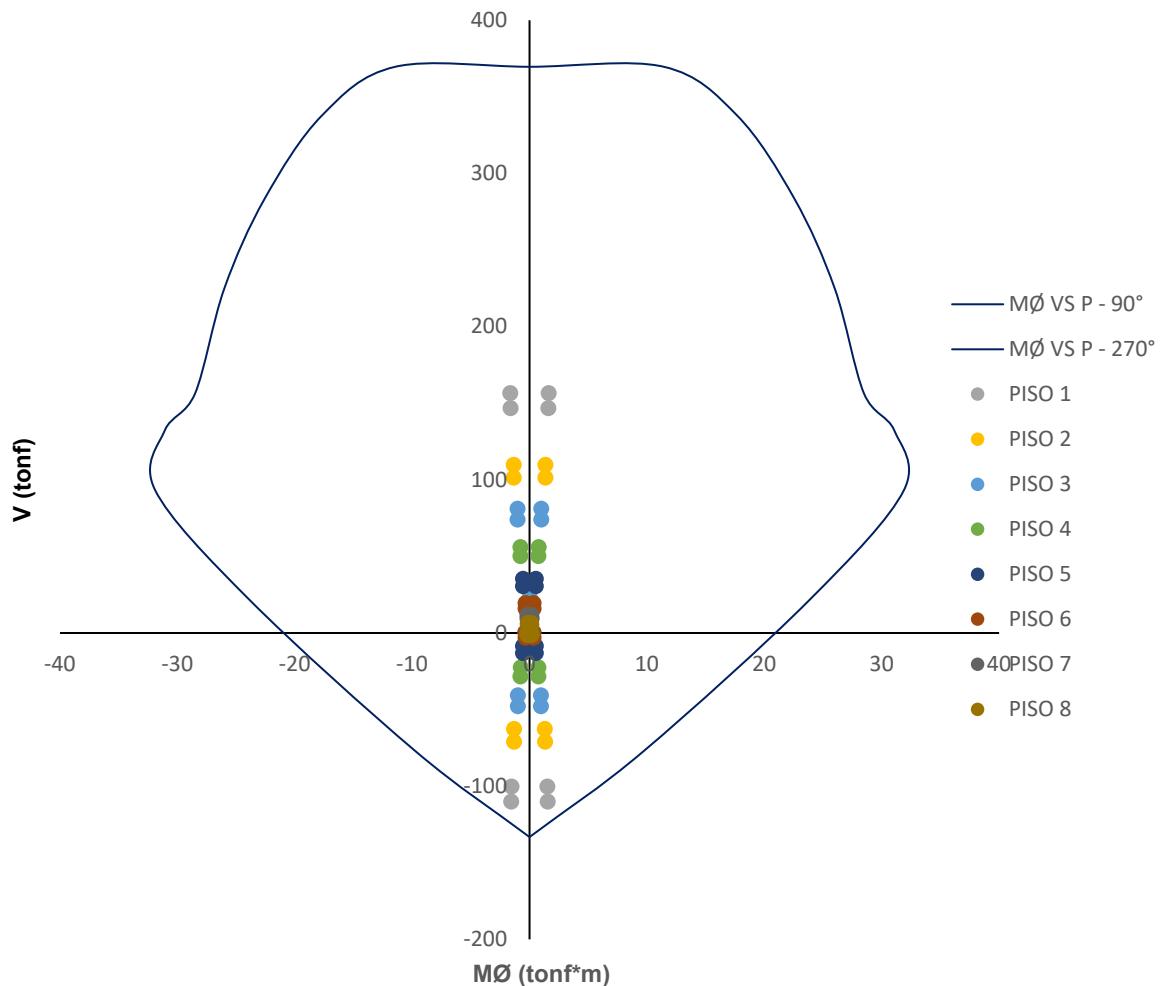


**DIRECCIÓN Y**

**M3-3**



## M2-2

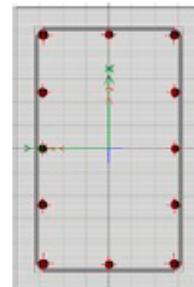


**Nota:** Podemos observar que las solicitudes o esfuerzo están dentro del diagrama, eso nos quiere decir, que la sección y acero propuesto cumple con su diseño.

## ➤ Diseño por cortante en columnas Módulo 2

### COLUMNAS 1 (0.4x0.6 $f'c = 280$ )

$h := 60$	Peralte de la viga (cm)	$\left[ \begin{array}{l} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \text{Ø } 3/8'' \vee$	$\left[ \begin{array}{l} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \text{Ø } 3/4'' \vee$
$b := 40$	Ancho de viga (cm)		
$r := 6$	Recubrimiento (cm)		
$d := h - r = 54$	Canto útil de la viga (cm)		
$\phi := 0.85$	Factor de reducción de resistencia por cortante		
$f'_c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )		
$f_y := 4200$	Fluencia del acero G60		$C1 = 0.40 \times 0.60$
$\lambda := 1$	$1 = \text{concreto normal}; 0.75 = \text{concreto liviano}$		
$Av := A_e \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por corte de estribo (cm <sup>2</sup> )		
$\phi_e = 0.95$	Diámetro de acero de estribo (cm)		
$\phi_L = 1.91$	Diámetro de acero longitudinal (cm)		
$V22 := 838.45$	Cortante última V22 (kgf)		
$V33 := 307.55$	Cortante última V33 (kgf)		
$Vu := \max(V22, V33) = 838.45$	Cortante última (kgf)		
$As := 10$	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		
$Nu := 0$	Carga muerta (kgf)		



#### A) CALCULO DE REFUERZO

Calculo de resistencia nominal al corte proporcionada por el concreto (Vc)

$$\rho_w := \frac{As}{b \cdot d} = 0.00463$$

$$Ag := h \cdot b = 2400$$

$$Vc1 := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 19156.168 \text{ kgf}$$

$$Vc2 := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \sqrt[2]{f'_c} + \frac{Nu}{6 \cdot As} \right) \cdot b \cdot d = 12650.3 \text{ kgf}$$

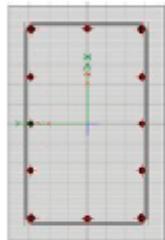
$$Vc := \max(Vc1, Vc2) = 19156.168 \text{ kgf}$$

Calculo de la resistencia nominal (Vn)

$$Vn := \phi \cdot Vc = 16282.743 \text{ kgf}$$

Análisis:

if $V_n > V_u$	= "Cumple"
"Cumple"	
if $V_n < V_u$	
"No cumple"	



### PISO 1

$$hl := 450 \text{ cm}$$

#### Longitud superior e inferior ( $L_{so}$ )

$$l_1 := 30 \text{ cm}$$

$$l_2 := \frac{hl}{6} = 75 \text{ cm}$$

$$l_3 := 50 \text{ cm}$$

$$L_{so} := \max(l_1, l_2, l_3) = 75 \text{ cm}$$

#### Longitud inferior ( $l_{in}$ )

$$l_{in} := hl - L_{so} \cdot 2 = 300 \text{ cm}$$

#### Espaciamiento superior ( $s_u$ )

$$su_1 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su_2 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su_3 := 10 \text{ cm}$$

$$S_u := \min(su_1, su_2, su_3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n := \frac{L_{so}}{S_u} = 7.5$$

$$nc := 8 \quad \phi 3/8"$$

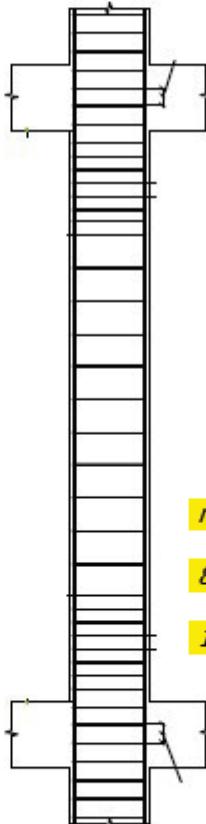
#### Espaciamiento superior ( $s_c$ )

$$sc_1 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc_2 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc_3 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc := \min(sc_1, sc_2, sc_3) = 20 \text{ cm}$$



rest  $\phi 3/8"$  @ 20cm

8  $\phi 3/8"$  @ 10cm

1  $\phi 3/8"$  @ 5cm

## PISO 2 AL PISO 8

$$hl1 := 270 \text{ cm}$$

### Longitud superior e inferior (Iso)

$$l11 := 30 \text{ cm}$$

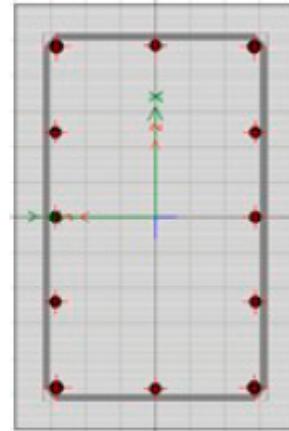
$$l21 := \frac{hl1}{6} = 45 \text{ cm}$$

$$l31 := 50 \text{ cm}$$

$$Lso1 := \max(l11, l21, l31) = 50 \text{ cm}$$

### Longitud inferior (Lin)

$$lin1 := hl1 - Lso1 \cdot 2 = 170 \text{ cm}$$



### Espaciamiento superior (su)

$$su11 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$su21 := 8 \cdot \phi_L = 15.28 \text{ cm}$$

$$su31 := 10 \text{ cm}$$

$$Su1 := \min(su1, su2, su3) = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cantidad de estribos: } n1 := \frac{Lso1}{Su1} = 5$$

$$nc1 := 5 \text{ } \phi 3/8"$$

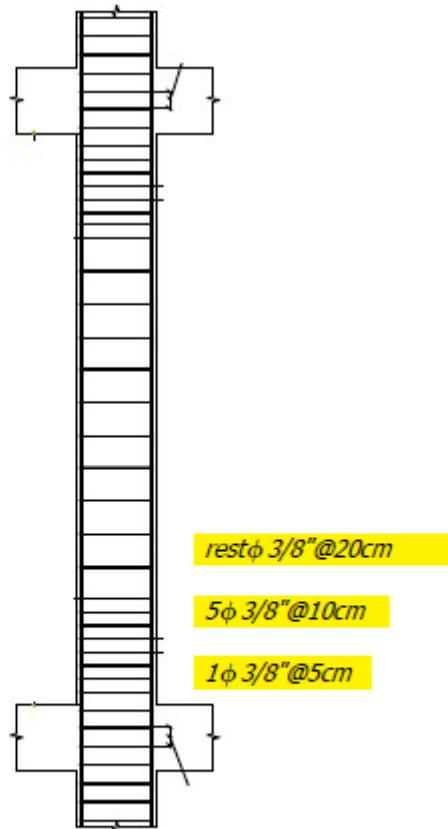
### Espaciamiento superior (sc)

$$sc11 := 16 \cdot \phi_L = 30.56 \text{ cm}$$

$$sc21 := 48 \cdot \phi_e = 45.6 \text{ cm}$$

$$sc31 := \frac{\min(b, h)}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$Sc1 := \min(sc11, sc21, sc31) = 20 \text{ cm}$$



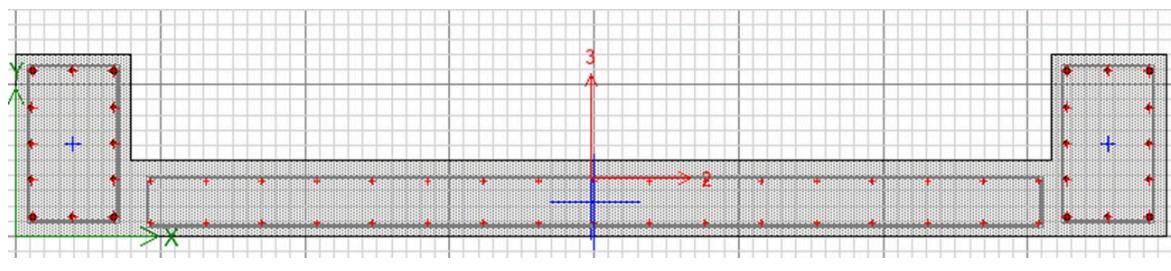
- **DISEÑO DE PLACAS**

- **Diseño por flexo compresión Módulo 2**

$$\text{PLACA } 1 = 0.25m \ f'c=280 \text{ kg/cm}^2$$

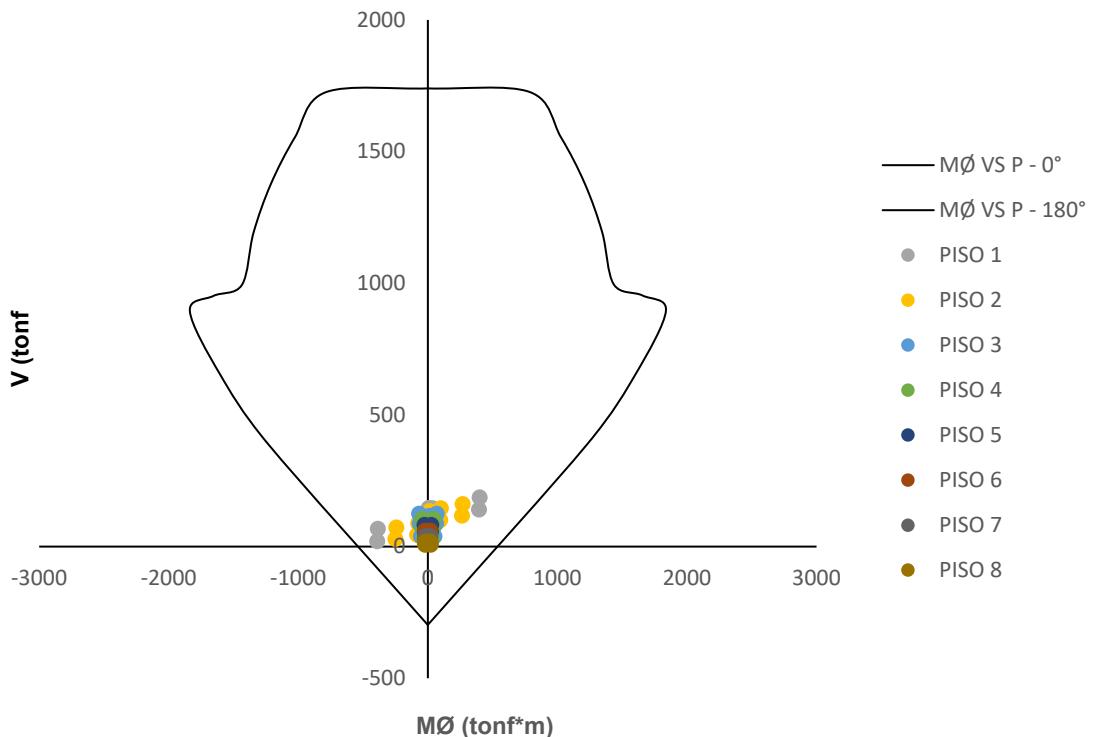
Se considero como propuesta la siguiente cantidad de acero: (As) de columna de  $40x60 = 4 \ ø 3/4" + 8 \ ø 5/8"$ , estr  $3/8"$ , (As) para placa =  $\ ø 3/8" @ 0.2\text{m}$ , (As) de columna de  $40x60 = 4 \ ø 3/4" + 8 \ ø 5/8"$ , estr  $3/8"$ .

*Propuesta de sección de placa*

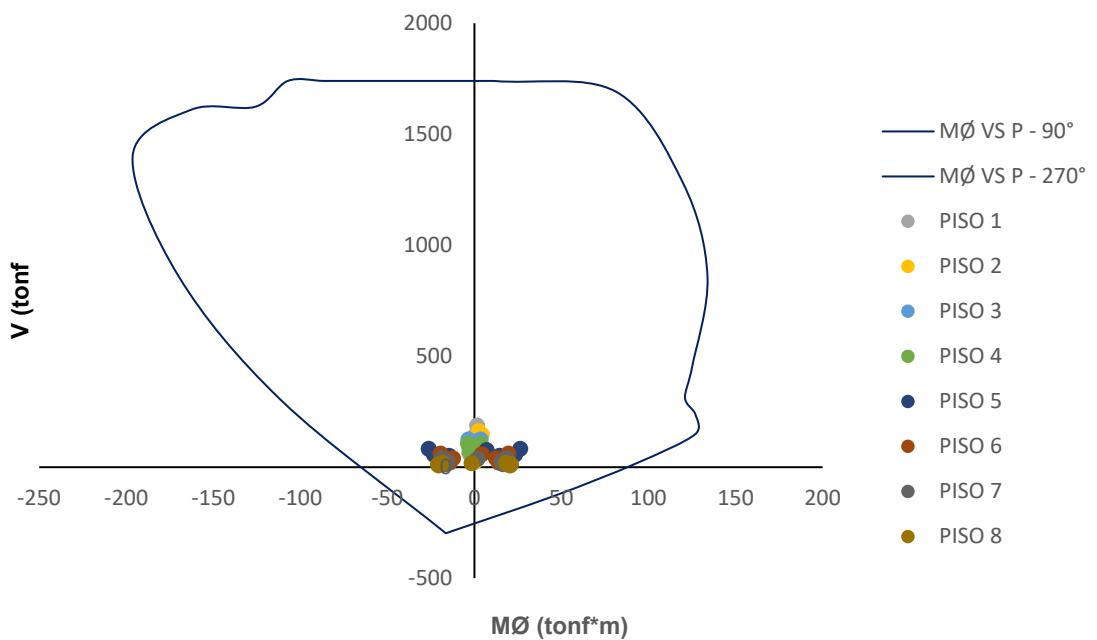


DIRECCIÓN X

M3-3

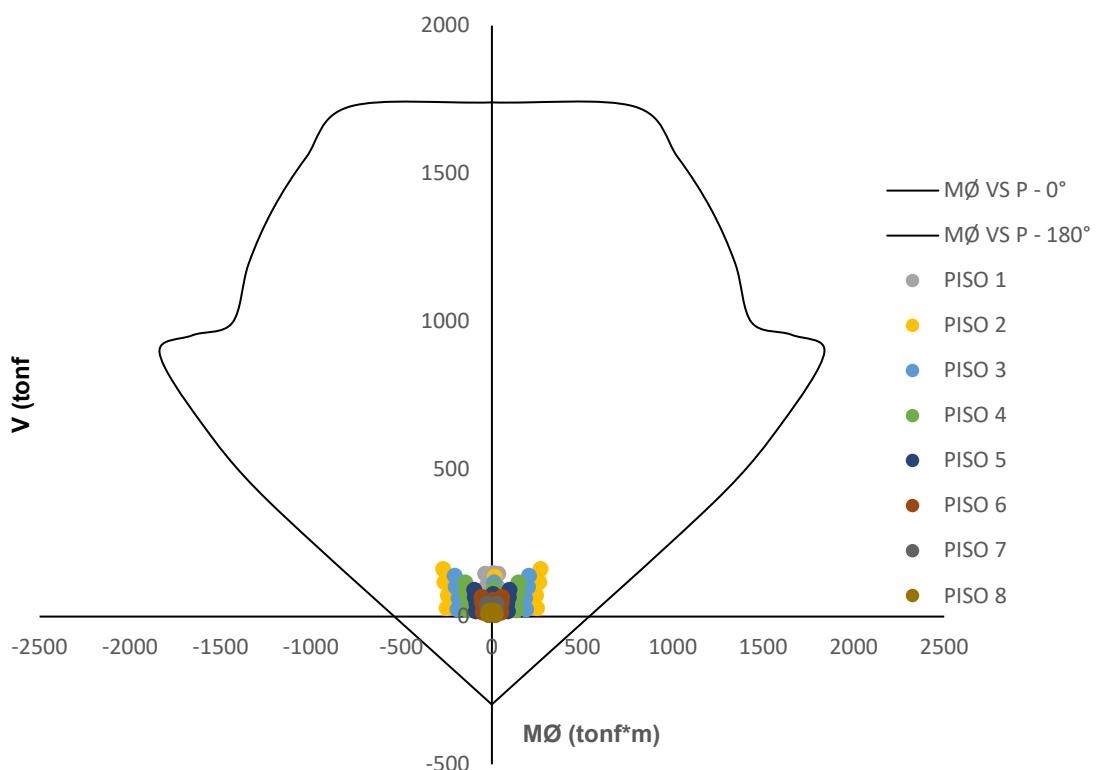


M2-2

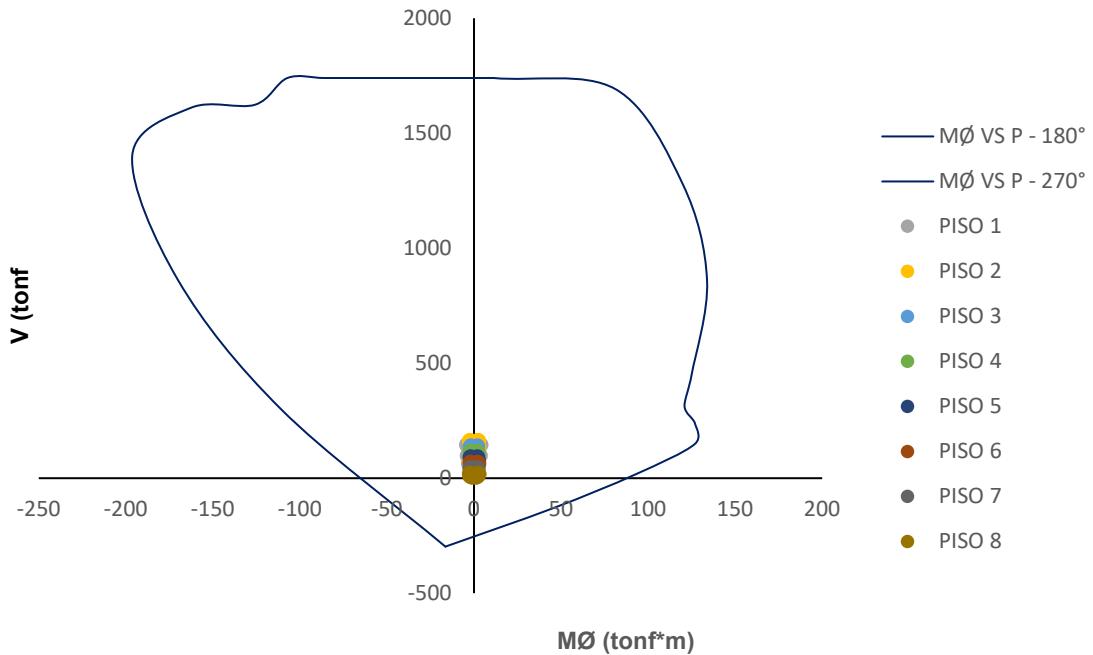


### DIRECCIÓN Y

**M3-3**



**M2-2**



### ➤ Diseño por corte en placas Módulo 2

*Diseño por fuerza cortante 1/6*

Piso	Lm	h	em	f'c	Vua	Mua	Mur = Mn
1	3.58	23.45	0.25	280	5.5091	36.77085	1214.29
2	3.58	20.75	0.25	280	67.1330	268.5668	1000.00

*Diseño por fuerza cortante 2/6*

Mur/Mua	Vu/φ	Vc (ton)	Hm/Lm	αc	Vc max	Vs (ton)	Vs max (ton)	Vs max ??
33.02	214.03309	63.49914937	6.550	0.53	79.37393672	134.65915	251.6004032	Cumple
23.72	294.07951	63.49914937	5.796	0.53	79.37393672	214.70557	251.6004032	Cumple

*Diseño por fuerza cortante 3/6*

Nº de hileras	0.27*(f'c)^0.5*Acw	Usar
2	40.43577908	Vs = Acw*ph*fy
2	40.43577908	Vs = Acw*ph*fy

Diseño por fuerza cortante 4/6

#### Refuerzo Horizontal

$Ph = Vs/(Acw*fy)$	Vs final (ton)	$\emptyset$	Cantidad de espaciamiento
0.00358	134.6591512	<b>3/8"</b>	2 <b>Ø</b> 3/8" @ 0.159
0.00571	214.7055722	<b>3/8"</b>	2 <b>Ø</b> 3/8" @ 0.099

Diseño por fuerza cortante 5/6

#### Vn

#### Refuerzo Vertical

Vn real (Ton)	Vn Max (ton)	Vn max ??	Pv	Pv Ds	$\emptyset$	Cantidad de espaciamiento
198.1583006	389.3815763	<b>Cumple</b>	0.00031	0.0025	<b>3/8"</b>	2 <b>Ø</b> 3/8" @ 0.227
278.2047215	389.3815763	<b>Cumple</b>	-0.00279	0.0025	<b>3/8"</b>	2 <b>Ø</b> 3/8" @ 0.227

Diseño por fuerza cortante 6/6

#### Refuerzo Horizontal

#### Refuerzo Vertical

2capas

2capas

$\emptyset$ 3/8"	@	0.1	$\emptyset$ 3/8"	@	0.2
$\emptyset$ 3/8"	@	0.1	$\emptyset$ 3/8"	@	0.2

## C) DISEÑO DE ESCALERA

### DISEÑO GEOMTRICO DE ESCALERA TRAMO I-II

$P := 0.25$	Paso (m)
$nP := 7$	Nº de paso
$CP := 0.18$	Contrapaso (m)
$b := 1.2$	Ancho de escalera (m)
$bd := 1.2$	Ancho de descanso (m)
$ap1 := 0.25$	Apoyo 1 (m)
$ap2 := 0$	Apoyo 2 (m)

#### MEDIDA DE ESCALERA

$Ci := 0.50$	Longitud de cimentación (m)
$L1 := P \cdot nP = 1.75$	Longitud garganta (m)
$Ld1 := 1.2$	Longitud de descanso 1 (m)
$Ld2 := 0$	Longitud de descanso 2 (m)

#### MEDIDA DE LONGITUDES DE ESCALERA A EJE

$$\begin{aligned} Ln1 &:= L1 - \frac{Ci}{2} = 1.5 && \text{Longitud garganta a eje (m)} \\ Ln2 &:= Ld1 + \frac{ap1}{2} = 1.325 && \text{Longitud descanso 1 a eje (m)} \\ Ln3 &:= Ld2 + \frac{ap2}{2} = 0 && \text{Longitud descanso 2 a eje (m)} \end{aligned}$$

$$Lt := Ln1 + Ln2 + Ln3 = 2.825 \quad \text{Longitud total a eje (m)}$$

$$Ln := L1 + Ld1 + Ld2 - Ci = 2.45 \quad \text{Longitud total de cara (m)}$$

#### DATOS DE MATERIALES

$f'c := 280$	Resistencia a la compresión del concreto (kgf/cm <sup>2</sup> )
$fy := 4200$	Fluencia del acero Grado 60 (Kgf/cm <sup>2</sup> )
$\beta_1 := 0.85$	
$\phi := 0.9$	
$rec := 4$	Recubrimiento (cm)

## DATOS DE SOBRECARGA

$Pe.c := 2.4$	Peso específico del concreto (tonf/m <sup>3</sup> )
$Acb := 0.10$	Acabados (tonf/m <sup>2</sup> )
$SC := 0.2$	Sobrecarga (S/C) - NTE.E020 (tonf/m <sup>2</sup> )

### I. CALCULO DEL ESPESOR O ALTURA DEL DESCANSO DE LA ESCALERA (t)

$$t1 := \frac{Ln}{20} = 0.123 \quad m \qquad t2 := \frac{Ln}{25} = 0.098 \quad m$$

$$tn := \left( \frac{t1 + t2}{2} \right) = 0.11 \quad m \qquad t := 0.10 \quad m$$

### II. CALCULO DE LA GARGANTA (Hm)

#### METODO 1

$$Hn := \left( \frac{t \cdot \sqrt[2]{P^2 + CP^2}}{P} \right) + \left( \frac{CP}{2} \right) = 0.213 \quad m \qquad Hm := 0.2 \quad m$$

### III. METRADO DE CARGAS

#### 3.1. Garganta

##### . Carga muerta de la garganta (WDg)

- Peso propio de garganta:	$Ppg := Hm \cdot b \cdot Pe.c = 0.576$	tonf/m
- Acabados:	$Pacbg := b \cdot Acb = 0.12$	tonf/m
$WDg :=$	$Ppg + Pacbg = 0.696$	tonf/m

##### . Carga viva de la garganta (WLg)

- S/C:	$PSCg := b \cdot SC = 0.24$	tonf/m
$WLg :=$	$PSCg = 0.24$	tonf/m

##### . Carga de servicio (Wug)

$$Wug := 1.4 \cdot WDg + 1.7 \cdot WLg = 1.382 \quad tonf/m$$

### 3.1. Descanso

. Carga muerta de descanso (WDd)

$$\begin{aligned} \text{- Peso propio de descanso} & Ppd := t \cdot bd \cdot Pe.c = 0.288 \quad \text{tnf/m} \\ \text{- Acabados:} & Pacbd := bd \cdot Acb = 0.12 \quad \text{tnf/m} \\ WDd: & WDd := Ppd + Pacbd = 0.408 \quad \text{tnf/m} \end{aligned}$$

. Carga viva de la descanso (WLd)

$$\begin{aligned} \text{- S/C:} & PSCd := bd \cdot SC = 0.24 \quad \text{tnf/m} \\ WLd: & WLd := PSCd = 0.24 \quad \text{tnf/m} \end{aligned}$$

. Carga de servicio (Wug)

$$Wud := 1.4 \cdot WDd + 1.7 \cdot WLd = 0.979 \quad \text{tnf/m}$$

### IV. ANALISIS ESTRUCTURAL

Diagrama de cuerpo Libre (DCL)

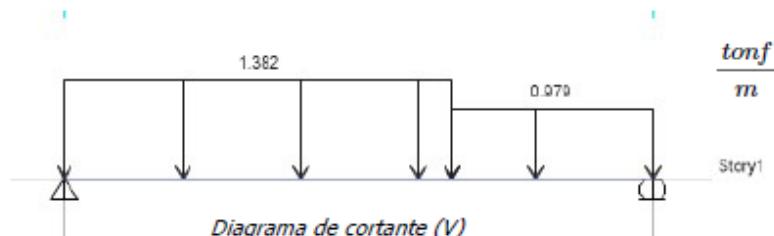
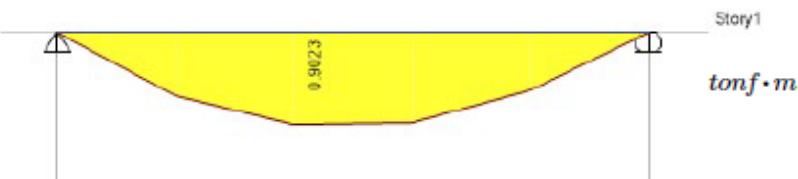


Diagrama de Momento Flector (M)



Datos:

### REGISTRO DE MOMENTO

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu := 90230 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$fc = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vu := 1683.2 \text{ kgf}$$

$$td := t \cdot 100 = 10 \text{ cm}$$

$$b1 := b \cdot 100 = 120 \text{ cm}$$

$$rec = 4 \text{ cm}$$

### DATOS GEOMETRICOS DE ACERO:

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\phi = 0.9$$

$$\left[ \begin{array}{c} \phi_e \\ A_e \end{array} \right] := \boxed{\text{Ø } 3/8'' \vee} \quad \left[ \begin{array}{c} \phi_L \\ A_L \end{array} \right] := \boxed{\text{Ø } 3/8'' \vee}$$

## I. Calculo del recubrimiento (d)

$$d := t \cdot 100 - \left( rec + \phi_e + \frac{\phi_L}{2} \right) = 4.575 \text{ cm}$$

## II. CALCULO DE AREA DE ACERO (As)

### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$A_{sd} := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d^2} \right)} \right) = 5.749 \text{ cm}^2$$

### 3.2. Calculo de (Asi) método por iteración

$$A_{si1} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{\frac{d}{5}}{2} \right) \right)} = 5.797 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{A_{si1} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.853 \text{ cm}$$

$$A_{si2} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{a1}{2} \right) \right)} = 5.754 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{A_{si2} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.846 \text{ cm}$$

$$A_{si3} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{a2}{2} \right) \right)} = 5.749 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{A_{si3} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.845 \text{ cm}$$

$$A_{si4} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{a3}{2} \right) \right)} = 5.749 \text{ cm}^2 \quad a4 := \frac{A_{si4} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.845 \text{ cm}$$

$$A_{si5} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{a4}{2} \right) \right)} = 5.749 \text{ cm}^2 \quad a5 := \frac{A_{si5} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.845 \text{ cm}$$

$$A_{si6} := \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{a5}{2} \right) \right)} = 5.749 \text{ cm}^2$$

*Acero mínimo:*

$$\rho_{min} := 0.0018 \quad Asm1 := \rho_{min} \cdot d \cdot b \cdot 100 = 0.988 \text{ cm}^2$$

$$As := \max(A_{si6}, Asm1) = 5.749 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cantidad de acero (+):} \quad cs := \frac{As}{A_L} = 8.1$$

*9 varillas de 3/8"*

### 3.3. Cantidad de acero negativo izquierdo

$$Mu_{negativo\_I} := 0.50 \cdot Mu = 45115 \quad kg \cdot cm$$

$$AS_{NEGATIVO\_I} := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu_{negativo\_I}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d^2} \right)} \right) = 2.728 \quad cm^2$$

**Cantidad de acero (-):**  $csni := \frac{AS_{NEGATIVO\_I}}{A_L} = 3.8 \quad 4 \text{ varillas de } 3/8"$

### 3.3. Cantidad de acero negativo derecho

$$Mu_{negativo\_D} := 0.50 \cdot Mu = 45115 \quad kg \cdot cm$$

$$AS_{NEGATIVO\_D} := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu_{negativo\_D}}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b1 \cdot d^2} \right)} \right) = 2.728 \quad cm^2$$

**Cantidad de acero (-):**  $csnd := \frac{AS_{NEGATIVO\_D}}{A_L} = 3.8 \quad 4 \text{ varillas de } 3/8"$

### 3.4. Acero transversal (Ast)

$$Ast := Asm1 = 0.988 \quad cm^2 \quad N_{ast} := \frac{Ast}{A_L} = 1.4$$

**Separación:**

$$S1 := \frac{100}{A_L} = 140.845 \quad cm$$

$$S2 := 5 \cdot t \cdot 100 = 50 \quad cm$$

$$S3 := 45 \quad cm$$

$$S4 := 30 \quad cm$$

$$S := \min(S1, S2, S3, S4) = 30 \quad cm \quad 3/8" @ 30cm$$

**VERIFICACIÓN POR CORTANTE**

$$Vu = 1683.2 \quad kgf \quad \text{Cortante ultima (Vu)}$$

$$Vc := 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot 100 \cdot d = 4868.859 \quad kgf \quad \text{Resistencia al corte del concreto}$$

$$Vn := \frac{Vc}{0.85} = 5728.07 \quad kgf \quad \text{Resistencia nominal del concreto}$$

**Análisis:**

if $Vn > Vu$	= "No necesita refuerzo por cortante"
"No necesita refuerzo por cortante"	
if $Vn < Vu$	
"Necesita refuerzo por cortante"	

## D) DISEÑO DE LOSAS ESTRUCTURALES

### 1. Losa Aligerada

#### 1.1. Modulo 1

*Modificación de parámetros de diseño en interfaz SAFE 21.1.0*

S Concrete Design Preferences - ACI 318-14

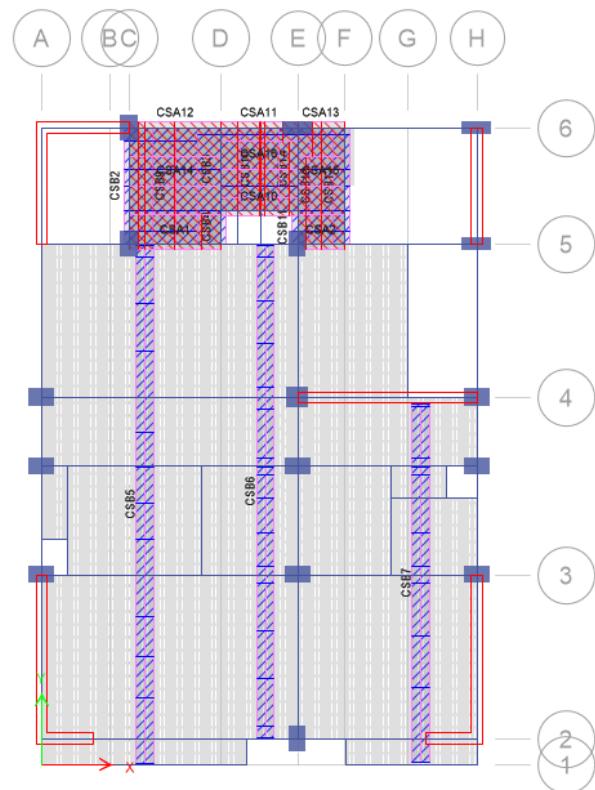
Factors	Min. Cover for Slabs	Min. Cover for Beams	P/T Stress Check
Item	Value		
Resistance Factors:			
Phi Tension Controlled	0.9		
Phi Compression Controlled	0.7		
Phi Shear	0.85		
Ignore Beneficial $P_u$ In Slab Design?	No		
Pattern Live Load Factor	0.75		

Design Code      ACI 318-14

S Concrete Design Preferences - ACI 318-14

Factors	Min. Cover for Slabs	Min. Cover for Beams	P/T Stress Check
Item	Value		
Non-Prestressed Reinforcement:			
Clear Cover Top, m	0.02		
Clear Cover Bottom, m	0.02		
Preferred Bar Size	3/4		
Inner Slab Rebar Layer	Layer B		
Post Tensioning			
CGS of Tendon Top, m	0.025		
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay, m	0.04		
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay, m	0.025		
Minimum Reinforcement			
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way		

*Creación y asignación de franjas de diseño  $h=0.40m$*



*Deformación de losas aligeradas por carga de servicio ( $1.4*CM+1.7*CV$ )*



### Datos del Material

$f_c := 280$  Resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )

$f_y := 4200$  Fluencia del acero G60 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )

$\phi := 0.9$  Factor de reducción de resistencia por cortante

### Datos para el metrado

$P_c := 2.4$  Peso específico del concreto armado ( $\text{kgf}/\text{m}^3$ )

$Ab := 0.1$  Acabado ( $\text{tonf}/\text{m}^2$ )

$Tab := 0.12$  Tabiquería ( $\text{tonf}/\text{m}^2$ )

$Pl := 8$  Peso de bloque para techo ( $\text{kgf}$ )

$SC := 0.2$  Sobrecarga ( $\text{tonf}/\text{m}^2$ )

### Datos geométricos

$h := 0.20$  Peralte de losa aligerada ( $m$ )

$hl := 0.05$  Peralte de losa ( $m$ )

$anch := 0.30$  Ancho de ladrillo ( $m$ )

$hanch := 0.15$  Peralte de ladrillo ( $m$ )

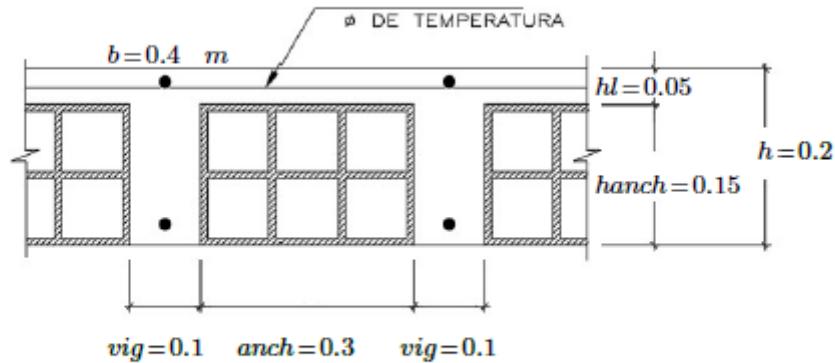
$vig := 0.1$  Vigueta ( $m$ )

$ln := 3.8$  Longitud de tramo mayor ( $m$ )

$b := vig + anch = 0.4$  Recubrimiento ( $m$ )

$rec := 2$  Recubrimiento ( $m$ )

### Detalle típico de losa aligerada



### Datos de acero

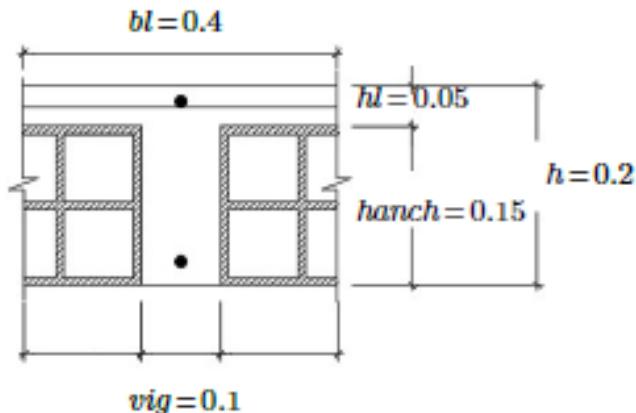
$\left[ \frac{\phi_l}{A_l} \right] := \emptyset 3/8'' \vee$  Acero de refuerzo ( $\text{cm}$ )     $\left[ \frac{\phi_t}{A_t} \right] := \emptyset 6 \text{ mm} \vee$  Acero de temperatura ( $\text{m}$ )

### 1.1. Verificación de ala efectiva

$$Cr1 := \frac{ln}{4} = 0.95 \quad m \quad Cr2 := vig + anch = 0.4 \quad m \quad Cr3 := 16 \cdot hl + vig = 0.9 \quad m$$

$$bmin := \min(Cr1, Cr2, Cr3) = 0.4 \quad m$$

$$bl := \begin{cases} \text{if } b \leq bmin \\ \quad || bmin \\ \text{if } b > bmin \\ \quad || b \\ \text{if } b = bmin \\ \quad || b \end{cases} = 0.4 \quad m$$



### 2. Metrado

#### 2.1. Carga Muerta (CM)

$$p.l := hl \cdot bl \cdot P_c = 0.048 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de losa:}$$

$$p.v := vig \cdot hanch \cdot P_c = 0.036 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de vigueta:}$$

$$p.la := \left( \frac{1}{anch} \right) \cdot \frac{Pl}{1000} = 0.027 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de bloque de techo:}$$

$$p.acab := Ab \cdot bl = 0.04 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de acabados}$$

$$p.tab := Tab \cdot bl = 0.048 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de Tabiquería}$$

$$CM := p.l + p.v + p.la + p.acab + p.tab = 0.199 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

#### 2.2. Carga Viva (CV)

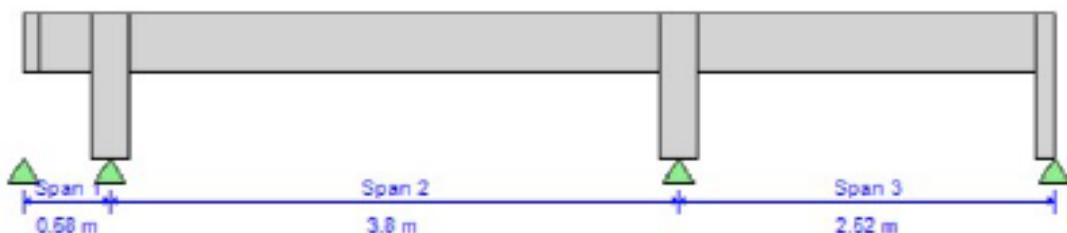
$$p.SC := SC \cdot bl = 0.08 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Peso de S/C}$$

$$CV := p.SC = 0.08 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

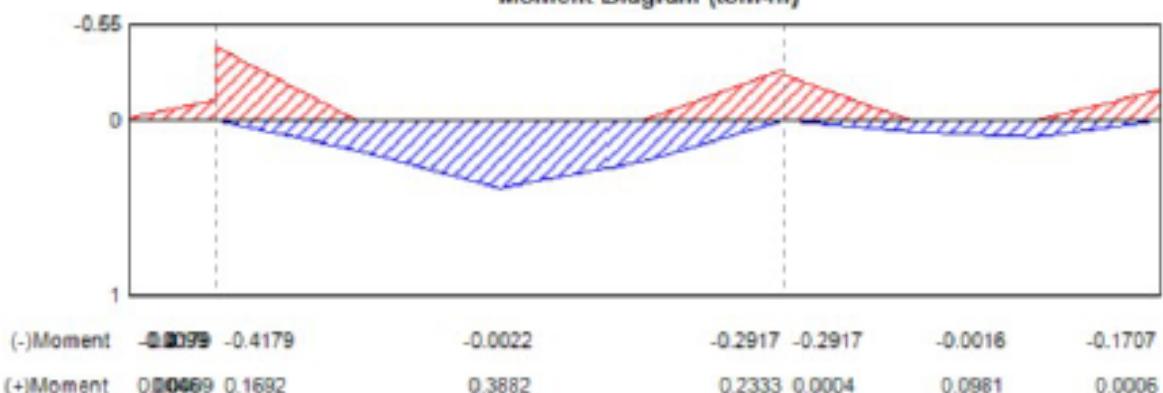
#### 2.3. Carga de servicio (Wu)

$$Wu := 1.4 \cdot CM + 1.7 \cdot CV = 0.414 \quad \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \quad \text{Carga de servicio}$$

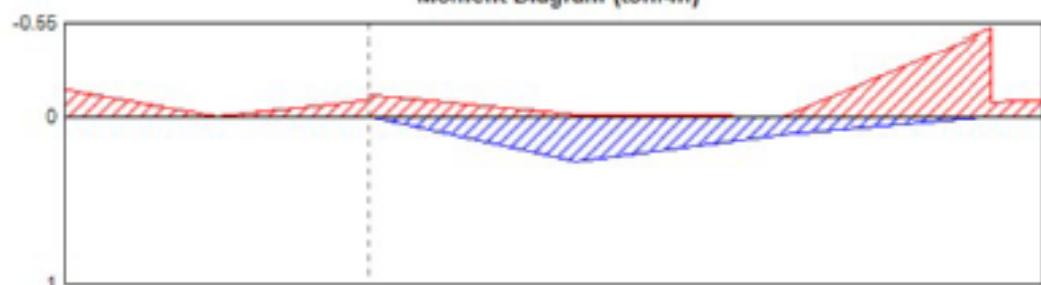
### Diagrama de Momento (tonf\*m)



Moment Diagram (tonf-m)



Moment Diagram (tonf-m)



(-)Moment	-0.1707	-0.0006	-0.1253	-0.1253	-0.0111	-0.5214
(+)Moment	0.0006	0.0052	0.0012	0.0012	0.2668	0.0003

### 3. Verificación del tipo de sección

$$Mu_{max} := 52140 \quad kg \cdot cm \quad d := h \cdot 100 - \left( rec + \frac{\phi_l}{2} \right) = 17.525 cm$$

$$A_{sv} := \frac{Mu_{max}}{\phi \cdot fy \cdot \left( d - \left( \frac{\left( \frac{d}{5} \right)}{2} \right) \right)} = 0.875 \quad a := \frac{A_{sv} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot 100} = 0.386$$

if $a < hl \cdot 100$ " Diseñar como sección rectangular"	= "Diseñar como sección rectangular"
if $a > hl \cdot 100$ " Diseñar como sección T"	

#### 3.1. Calculo de (Asd) método directo

$$Mu_1(-): \quad Mu_1 := 41790 \quad kg \cdot cm$$

$$As_1 := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu_1}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d^2} \right)} \right) = 0.636 \quad cm^2$$

$$N_1 := \frac{As_1}{A_l} = 0.896 \quad 1\phi 3/8"$$

$$Mu_2(-): \quad Mu_2 := 52140 \quad kg \cdot cm$$

$$As_2 := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu_2}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d^2} \right)} \right) = 0.795 \quad cm^2$$

$$N_2 := \frac{As_2}{A_l} = 1.12 \quad 2\phi 3/8"$$

$$Mu_3(+): \quad Mu_3 := 38820 \quad kg \cdot cm$$

$$As_3 := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d}{fy} \cdot \left( 1 - \sqrt[2]{1 - \left( \frac{2 \cdot Mu_3}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot bl \cdot 100 \cdot d^2} \right)} \right) = 0.59 \quad cm^2$$

$$N_3 := \frac{As_3}{A_l} = 0.832 \quad 1\phi 3/8"$$

### Acero de Temperatura

$$A_{st} := 0.0018 \cdot h \cdot l = 0.9 \text{ cm}^2$$

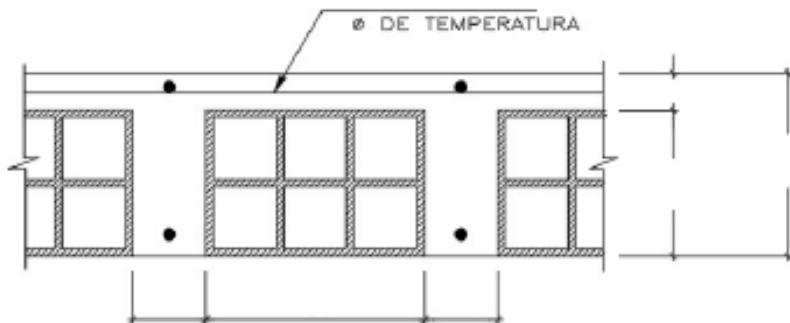
$$n := \frac{A_{st}}{A_t} = 3.214 \text{ varillas}$$

$$S_1 := \frac{100}{n} = 31.111 \text{ cm}$$

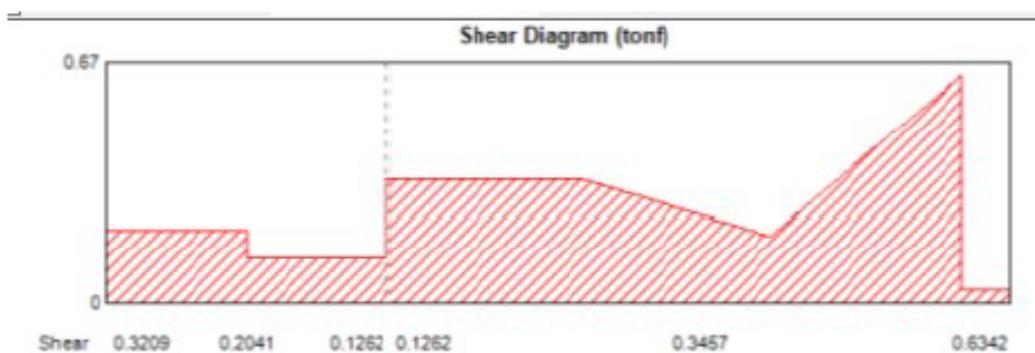
$$S_2 := 5 \cdot h \cdot l = 0.25 \text{ cm}$$

$$S := \min(S_1, S_2) = 0.25 \text{ cm}$$

$\phi 1/4" @ 25 \text{ cm}$



### VERIFICACIÓN POR CORTANTE



$$V_u := 634.2 \text{ kgf}$$

Cortante última ( $V_u$ )

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot l = 6216.886 \text{ kgf}$$

Resistencia al corte del concreto

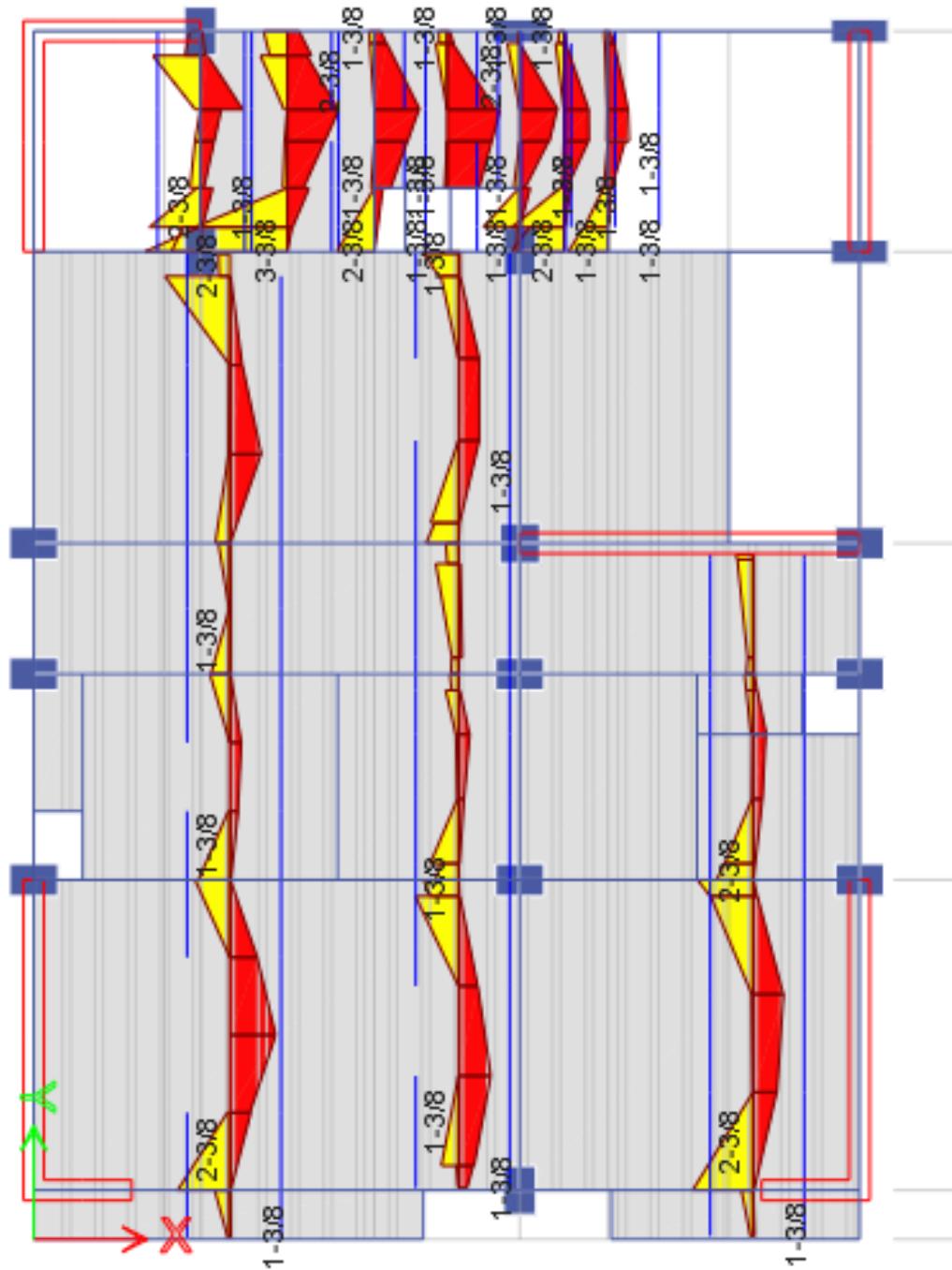
$$V_n := \frac{V_c}{0.85} = 7313.984 \text{ kgf}$$

Resistencia nominal del concreto

Análisis:

if $V_n > V_u$	= "No necesita refuerzo por cortante"
"No necesita refuerzo por cortante"	
if $V_n < V_u$	
"Necesita refuerzo por cortante"	

## Cálculo de acero por SAFE 21



La diferencia entre el calculo manual y el calculo proporcionado por SAFE, es que en el cálculo manual se había considerado una sección rectangular, según las verificaciones establecidas en el diseño, ocasionando que el acero sea menor al área de acero proporcionado por SAFE, esto se debe a que SAFE consideró como sección tipo T de concreto a las viguetas, en tal sentido la cantidad de acero es mucho mayor. Por criterio consideremos el diseño con mayor cantidad de acero.

## 1.1. Modulo 2

*Modificación de parámetros de diseño en interfaz SAFE 21.1.0*

S Concrete Design Preferences - ACI 318-14

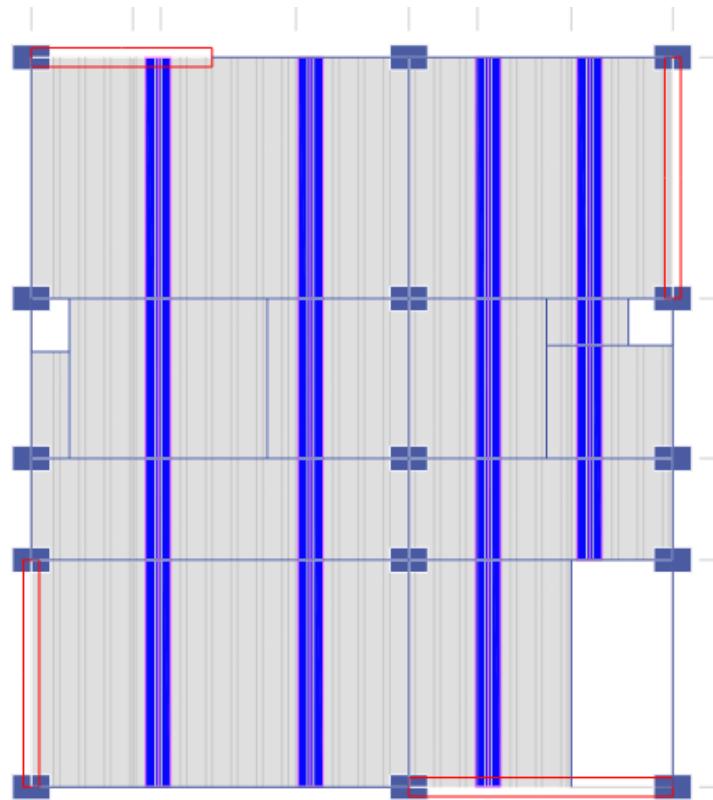
Factors	Min. Cover for Slabs	Min. Cover for Beams	P/T Stress Check
Item	Value		
Resistance Factors:			
Phi Tension Controlled	0.9		
Phi Compression Controlled	0.7		
Phi Shear	0.85		
Ignore Beneficial $P_u$ In Slab Design?	No		
Pattern Live Load Factor	0.75		

Design Code      ACI 318-14

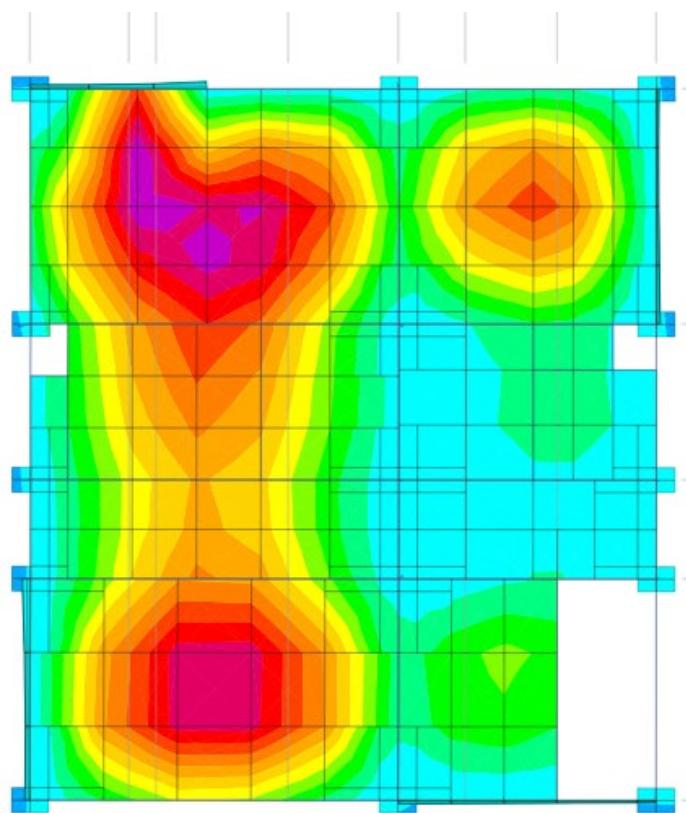
S Concrete Design Preferences - ACI 318-14

Factors	Min. Cover for Slabs	Min. Cover for Beams	P/T Stress Check
Item	Value		
Non-Prestressed Reinforcement:			
Clear Cover Top, m	0.02		
Clear Cover Bottom, m	0.02		
Preferred Bar Size	3/4		
Inner Slab Rebar Layer	Layer B		
Post Tensioning			
CGS of Tendon Top, m	0.025		
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay, m	0.04		
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay, m	0.025		
Minimum Reinforcement			
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way		

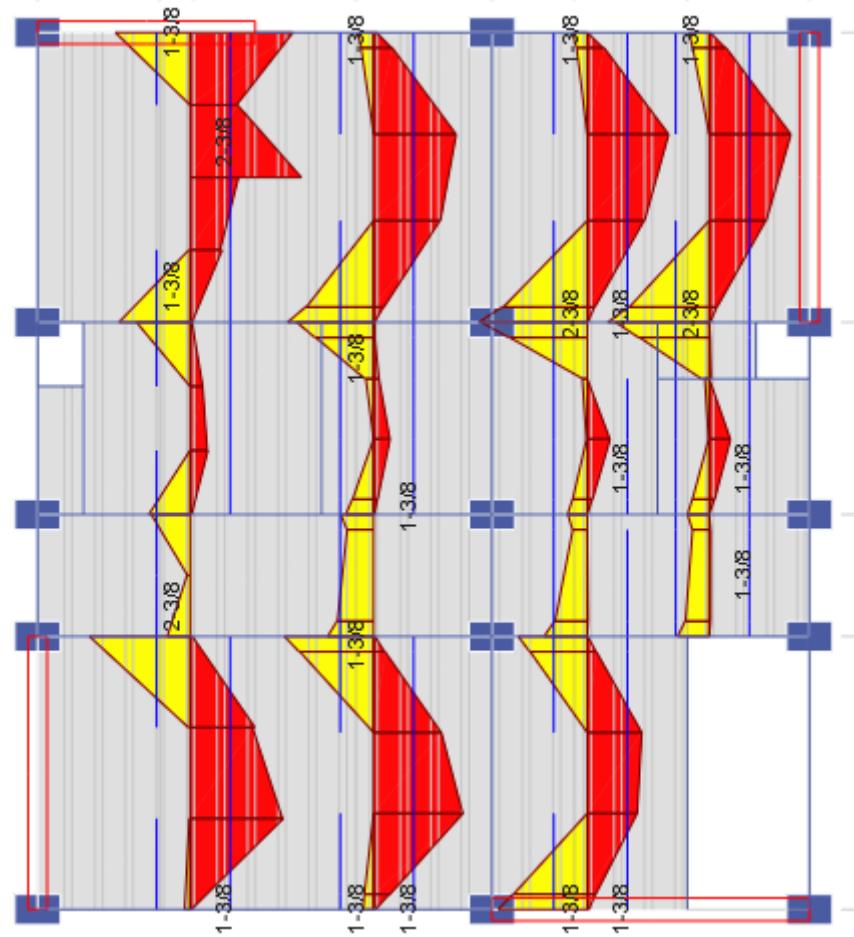
*Creación y asignación de franjas de diseño  $h=0.40m$*



*Deformación de losas aligeradas por carga de servicio ( $1.4*CM+1.7*CV$ )*

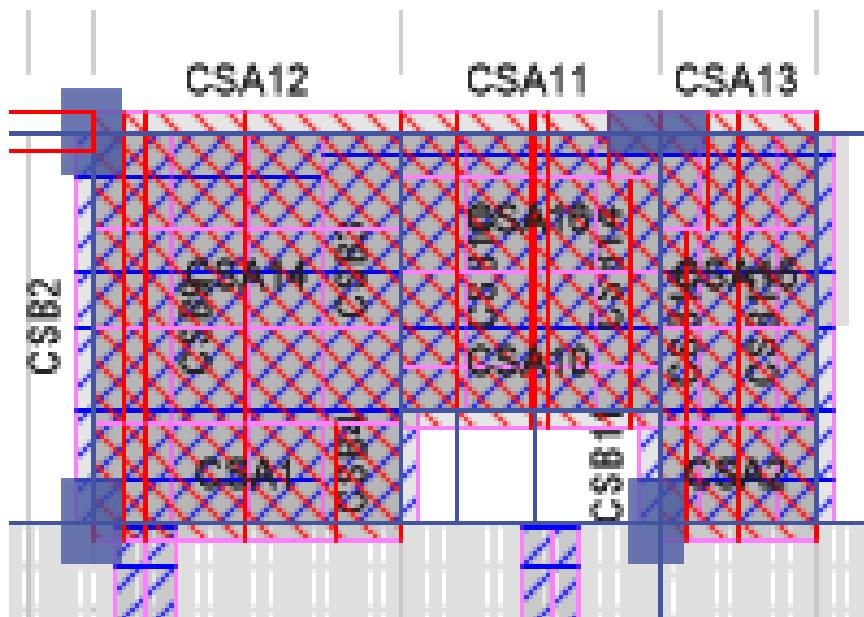


Cálculo de acero por SAFE 21-M2

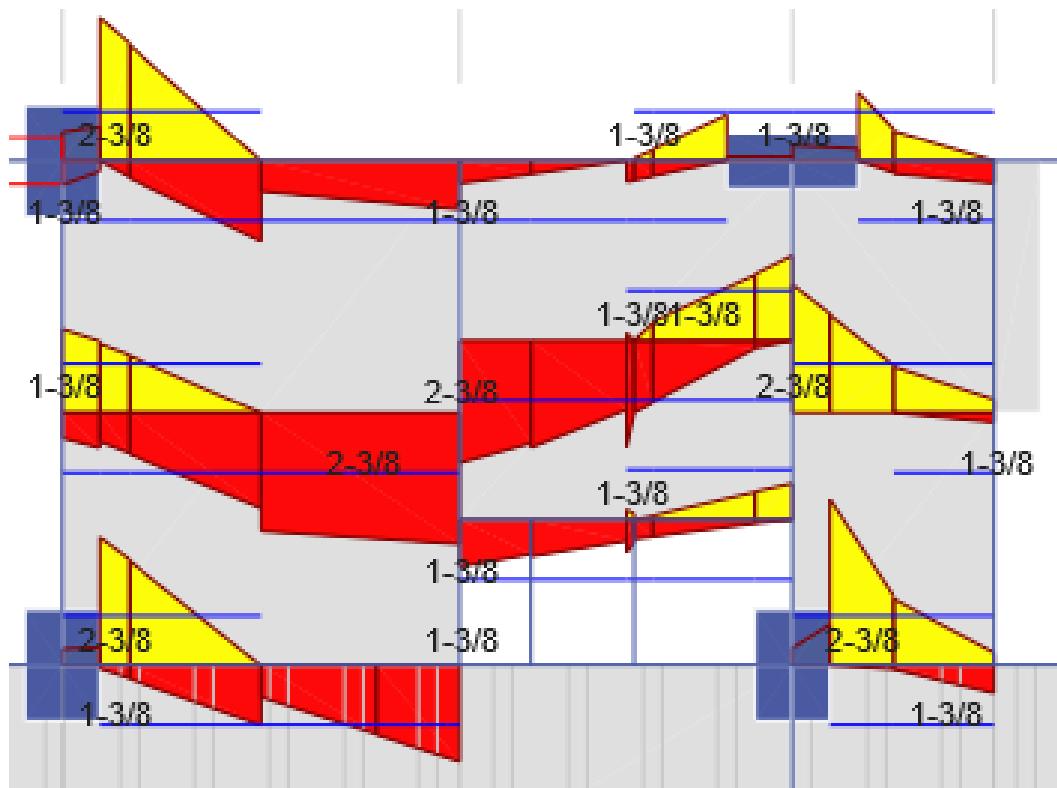


2. Losa Maciza de concreto armado  $h=0.20\text{m}$

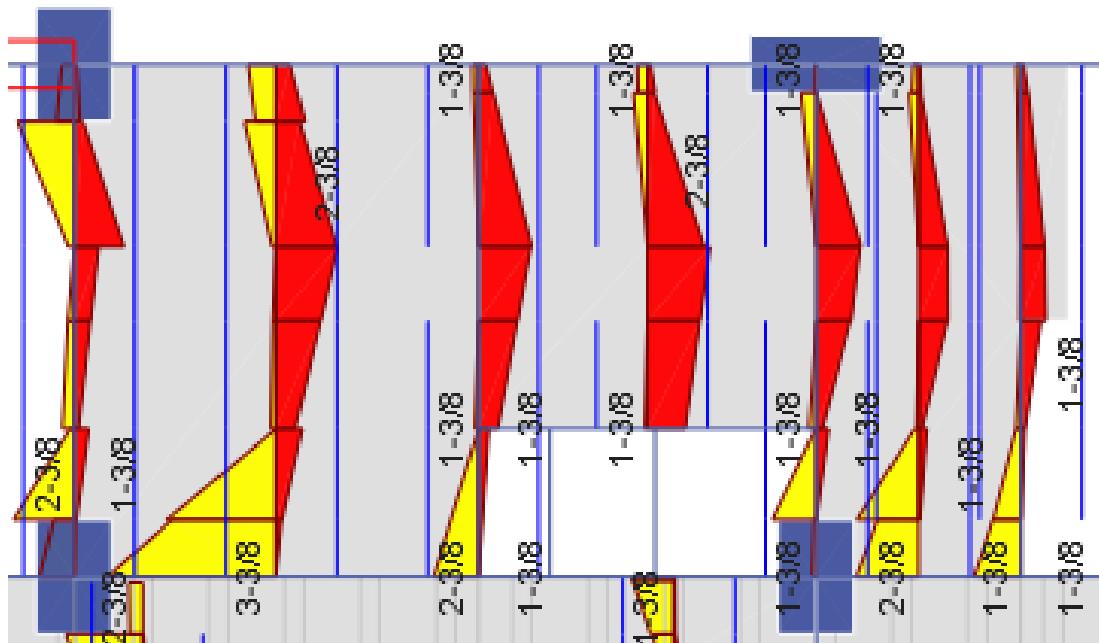
Franja de diseño de losa maciza  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE X*



*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE Y*



## E) DISEÑO DE PLATEA DE CIMENTACIÓN Y VIGAS DE CIMENTACIÓN

### 1. Modulo 1

#### *Propiedades de platea de cimentación*

**S Slab Property Data**

General Data	
Property Name	CIMENTACION
Slab Material	F'c =280 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>
Display Color	<span style="background-color: yellow; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span> <a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>
Property Data	
Type	Mat
Thickness	80 cm

#### *Propiedades de vigas de cimentación*

**S Frame Section Property Data**

General Data	
Property Name	VC25X80
Material	F'c =280 kg/cm <sup>2</sup>
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Display Color	<span style="background-color: white; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span> <a href="#">Change...</a>
Notes	<a href="#">Modify/Show Notes...</a>
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source: User Defined	
Section Dimensions	
Depth	80 cm
Width	25 cm

## Asignación de capacidad portante del suelo

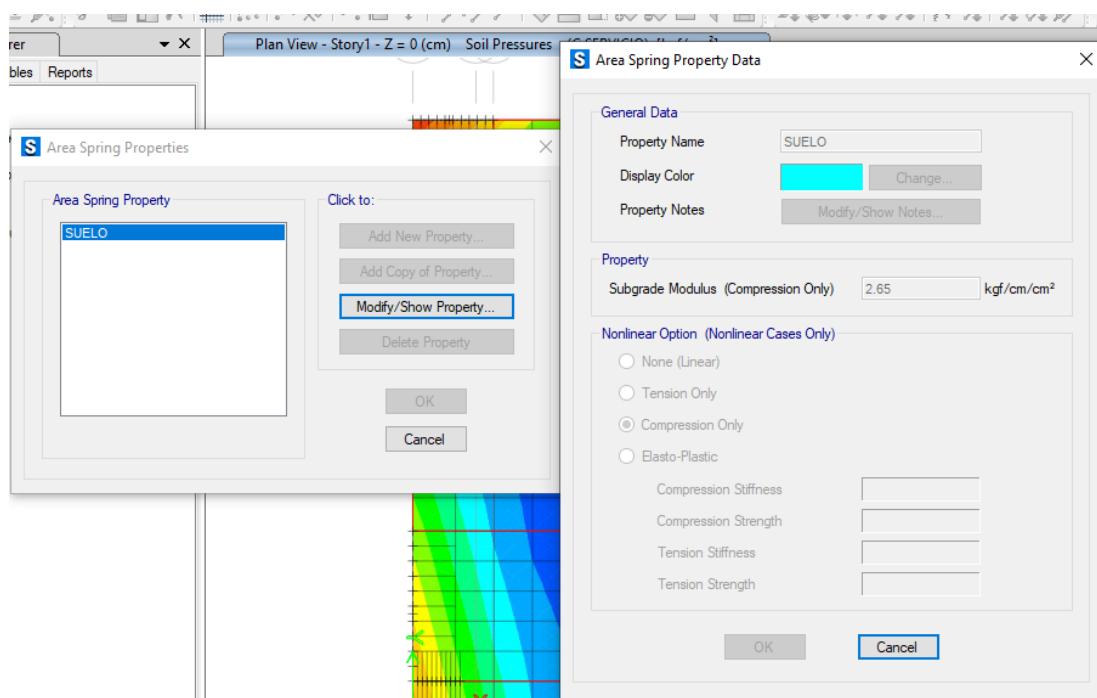
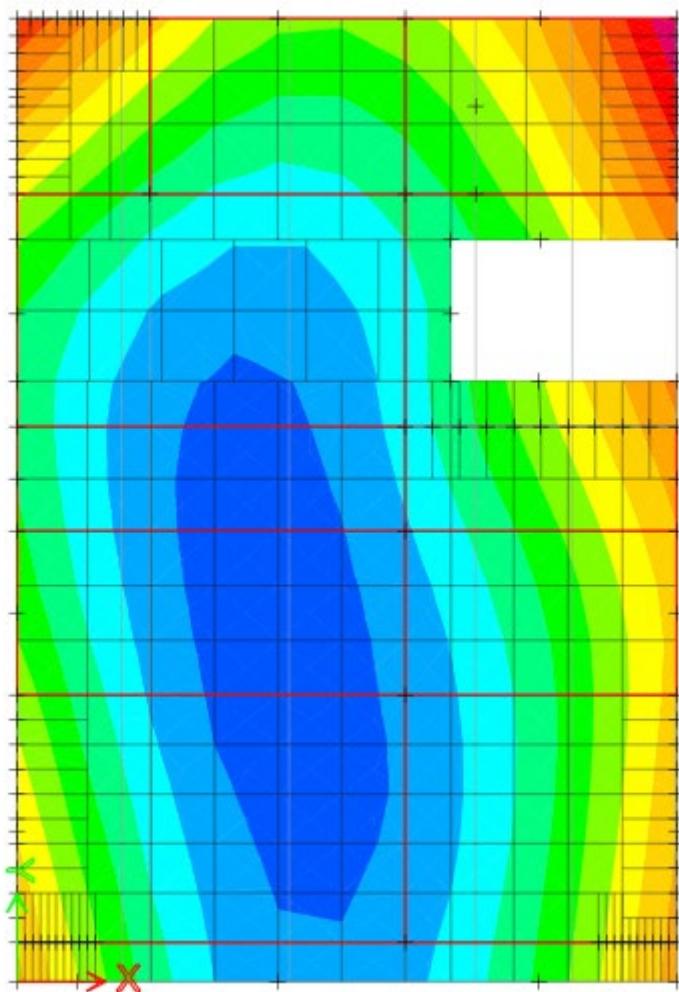


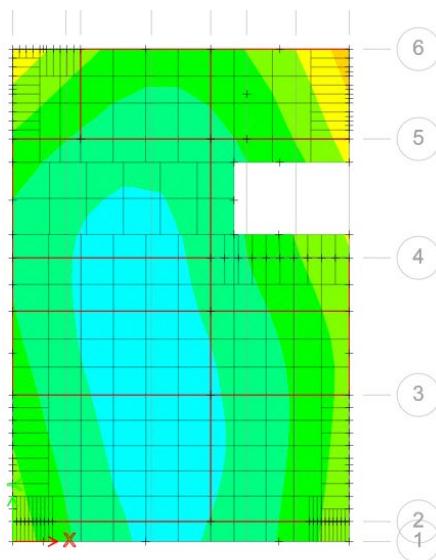
Tabla de “Subgrade Modulus” propuesta por SAFE

Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

### *Presión del Terreno*

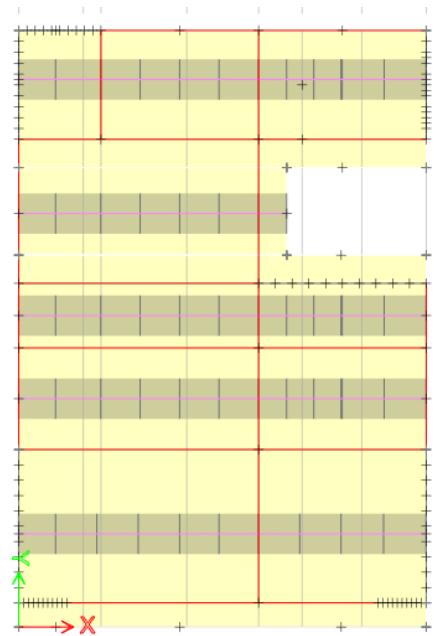


### *Verificación de presión del terreno – Carga de servicio (CM+CV)*

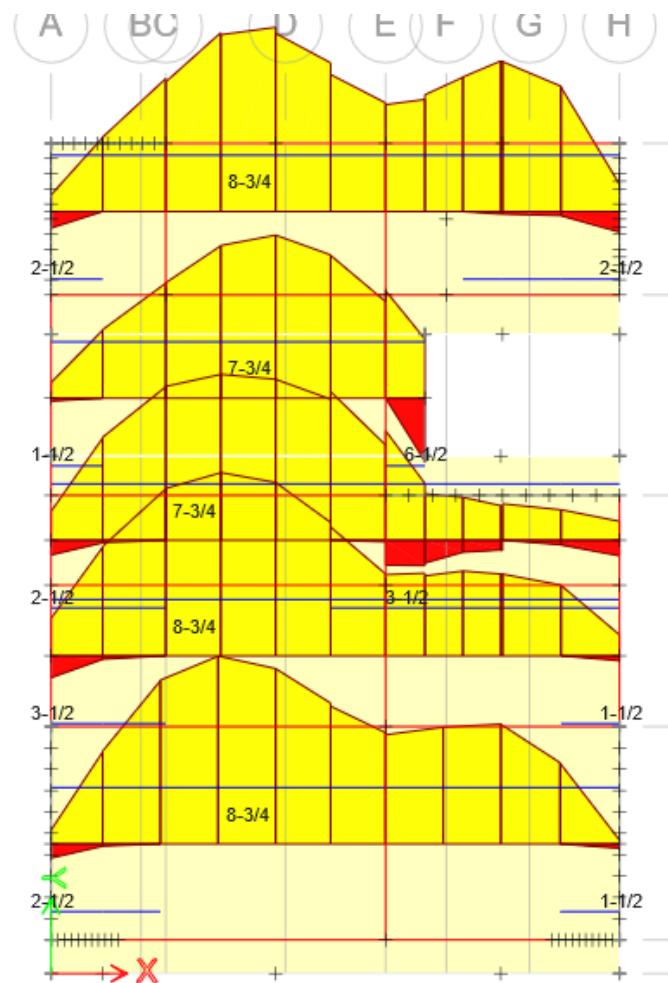


-4.00 -3.69 -3.38 -3.08 -2.77 -2.46 -2.15 -1.85 -1.54 -1.23 -0.92 -0.62 -0.31 0.00

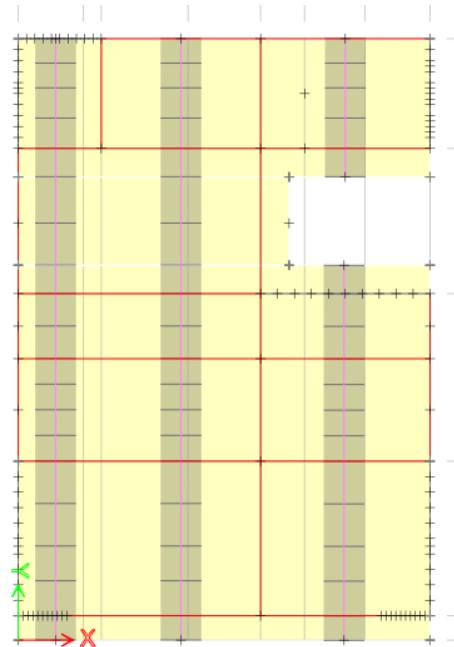
*Franja de diseño a 1m de ancho Eje X*



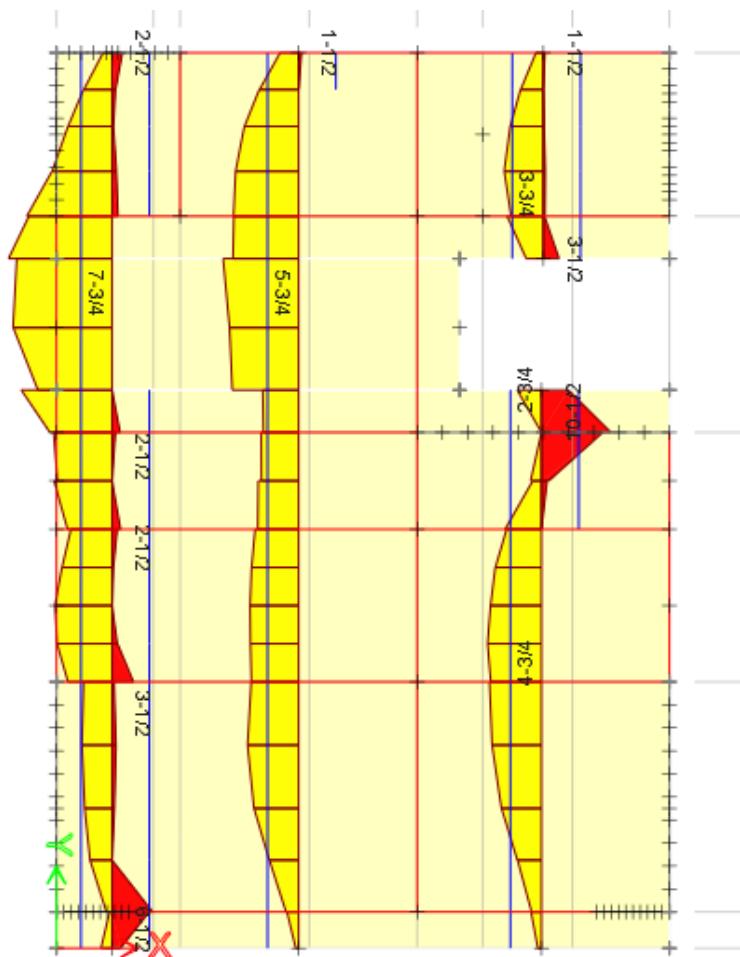
*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE X -M1*



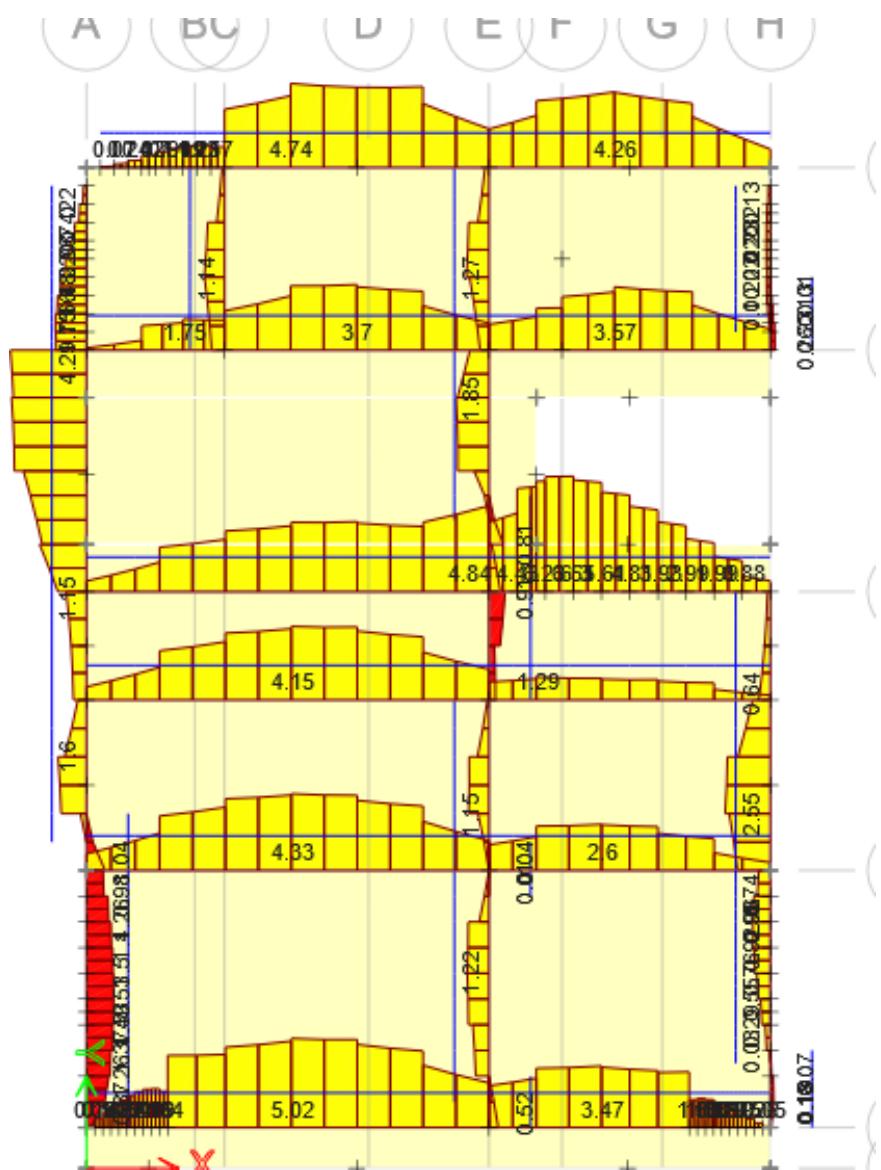
*Franja de diseño a 1m de ancho Eje X*



*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE Y -M1*



## *Calculo de acero en vigas de cimentación*



## 1.2. Modulo 2

*Propiedades de platea de cimentación*

### S Slab Property Data

General Data	
Property Name	LOSA CIME
Slab Material	F <sub>c</sub> =280
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	<a href="#">Modify/Show...</a>
Display Color	<span style="background-color: cyan; color: black; padding: 2px;"> </span> <a href="#">Change...</a>
Property Notes	<a href="#">Modify/Show...</a>
Property Data	
Type	Mat
Thickness	80 cm

*Propiedades de vigas de cimentación*

### S Frame Section Property Data

General Data	
Property Name	VC
Material	F <sub>c</sub> =280
Notional Size Data	<a href="#">Modify/Show Notional Size...</a>
Display Color	<span style="background-color: white; border: 1px solid gray; width: 150px; height: 20px; display: inline-block;"></span> <a href="#">Change...</a>
Notes	<a href="#">Modify/Show Notes...</a>
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	80 cm
Width	25 cm

## Asignación de capacidad portante del suelo

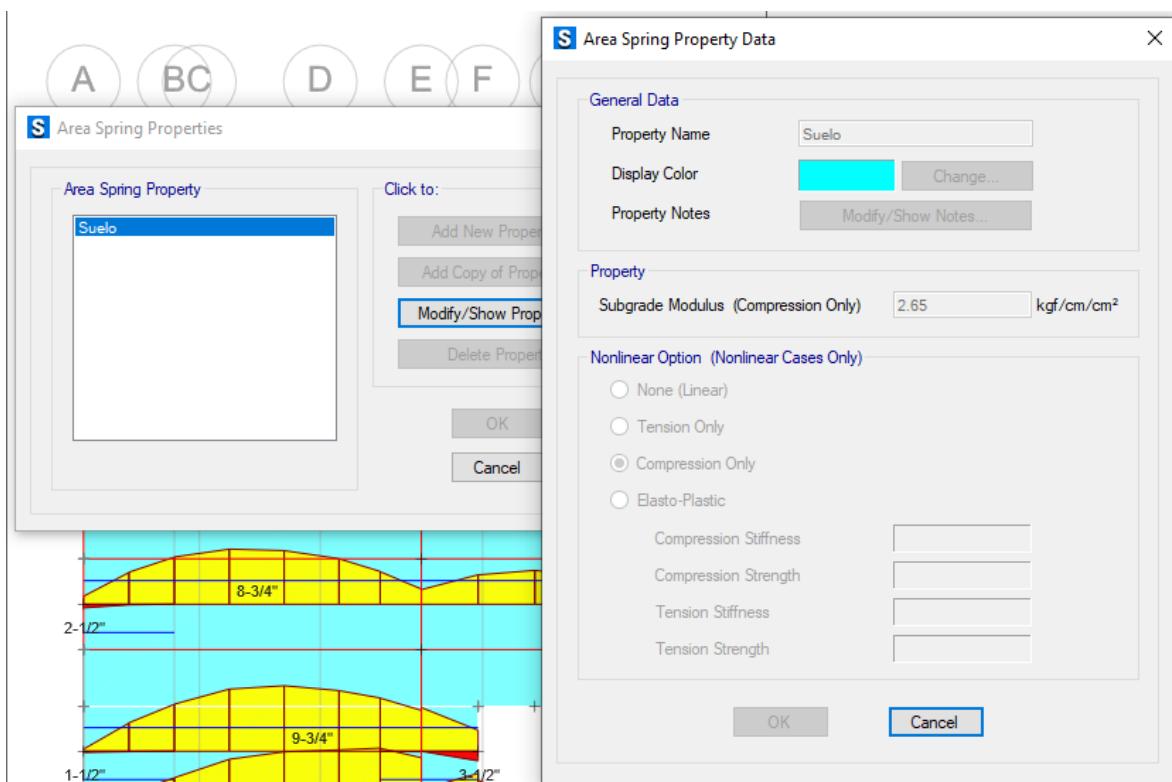
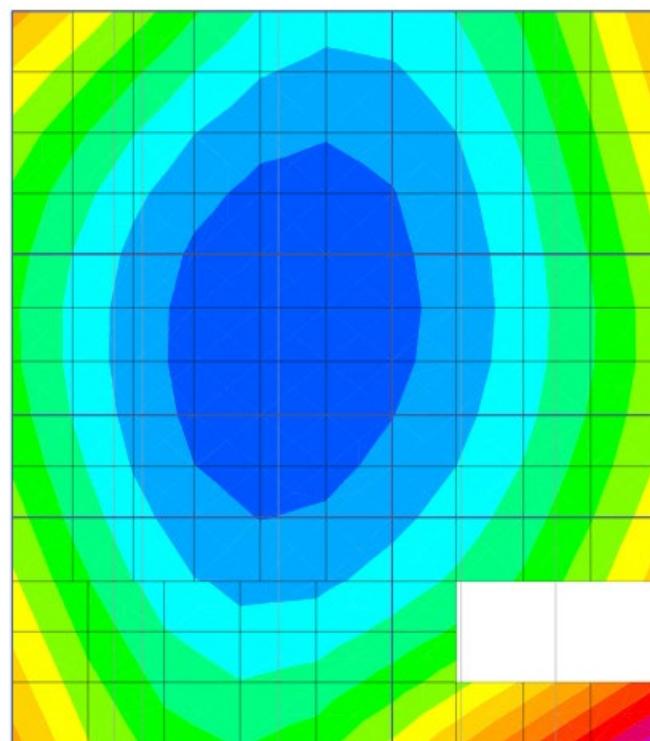


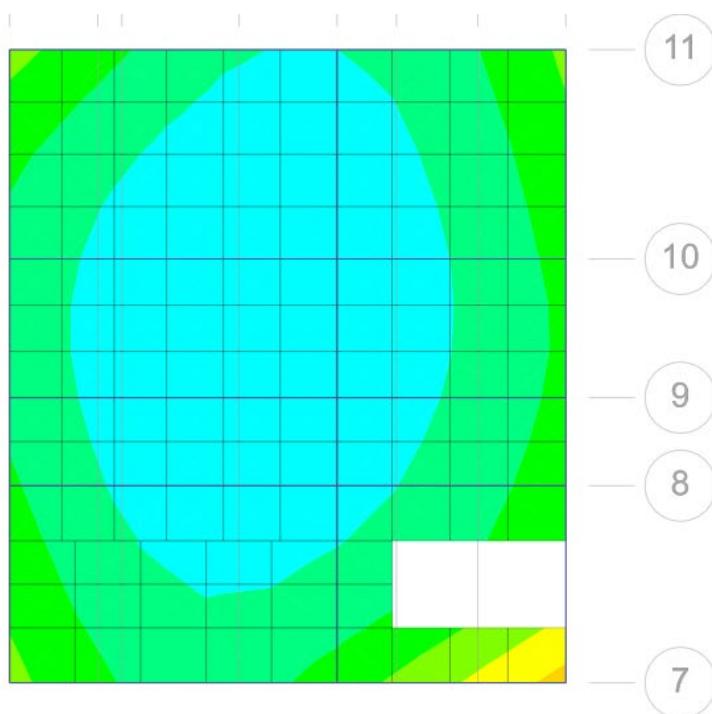
Tabla de “Subgrade Modulus” propuesta por SAFE

Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

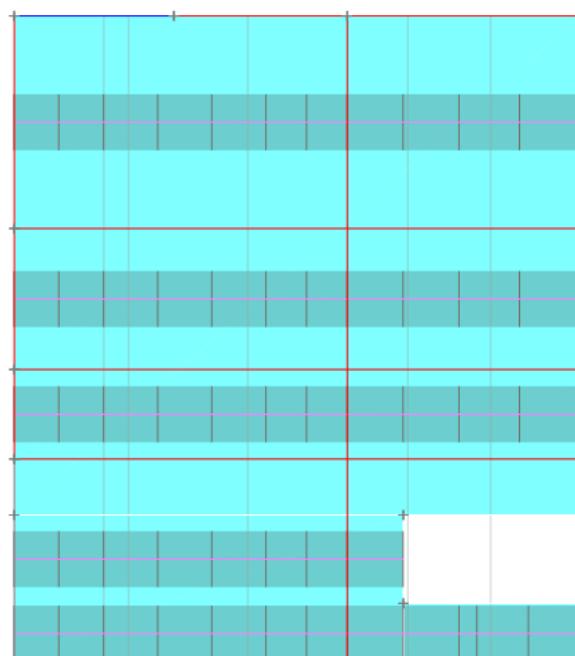
### *Presión del Terreno*



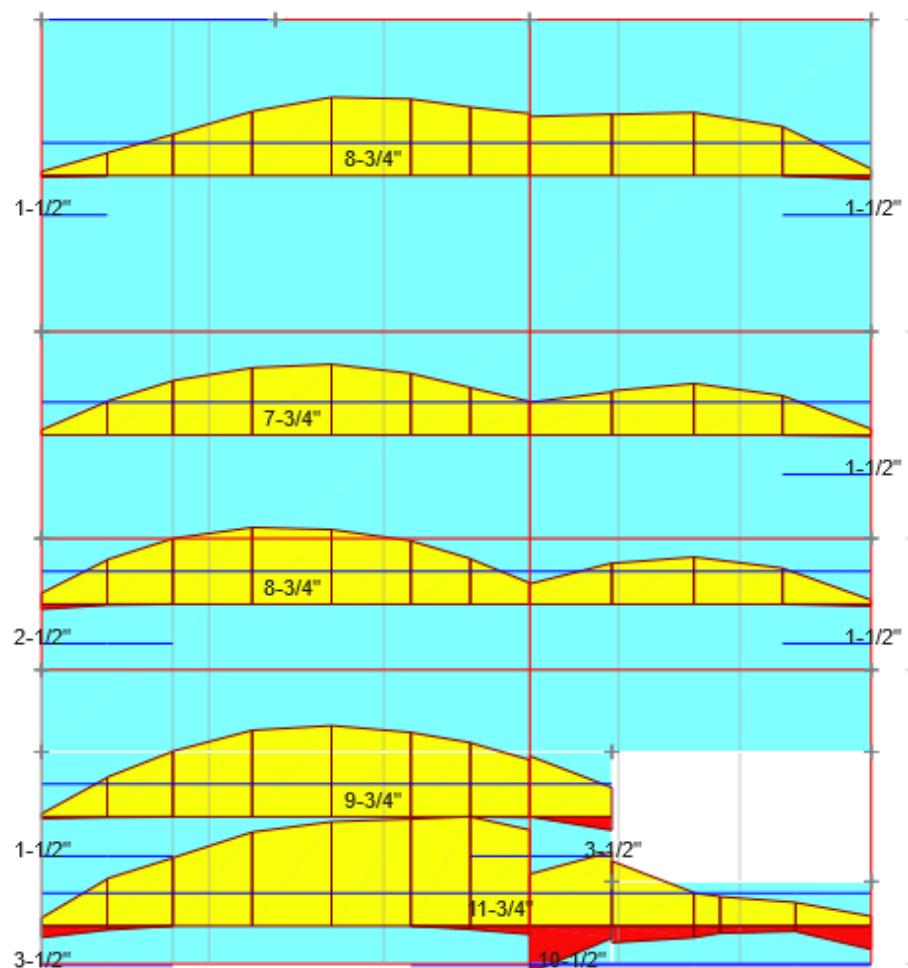
### *Verificación de presión del terreno – Carga de servicio (CM+CV)*



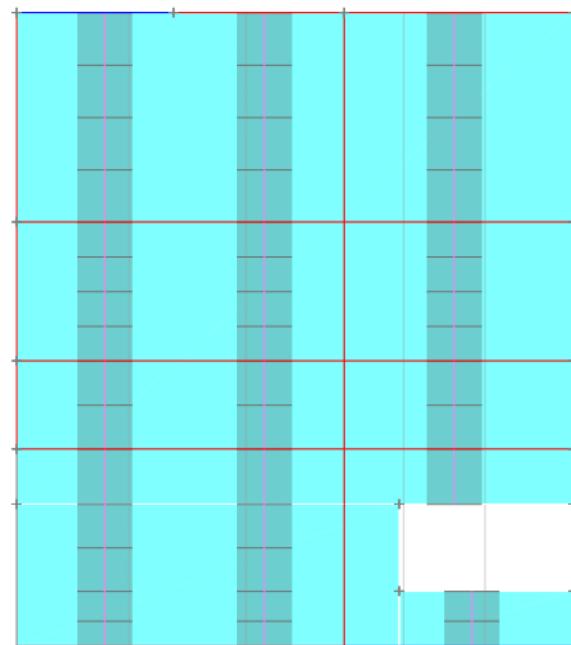
*Franja de diseño a 1m de ancho Eje X*



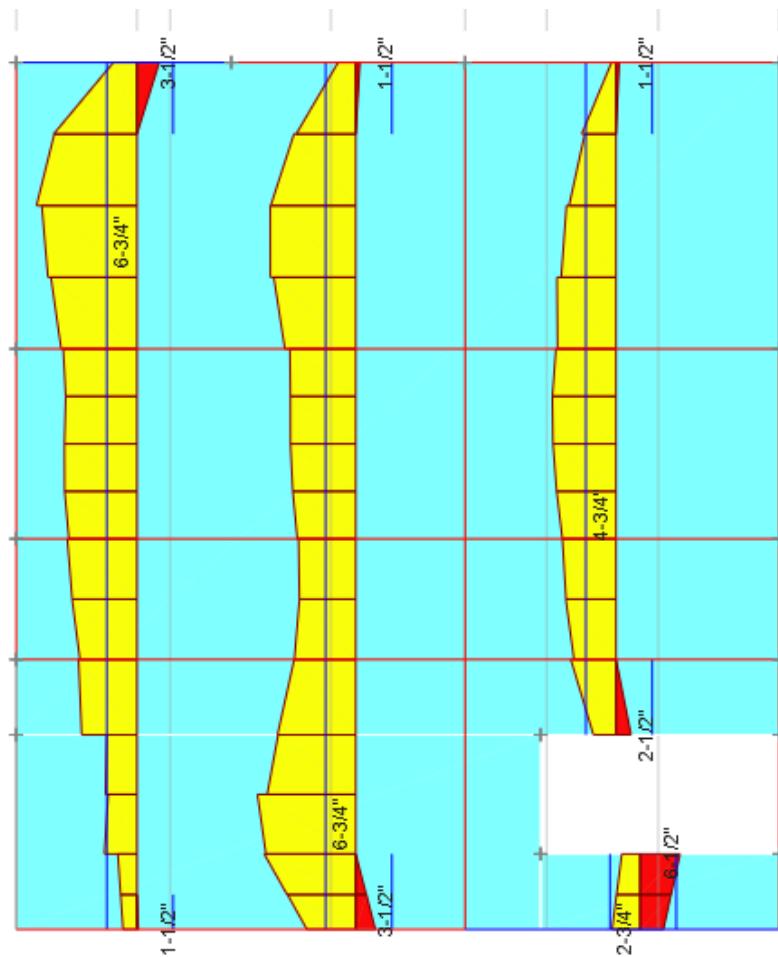
*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE X -M2*



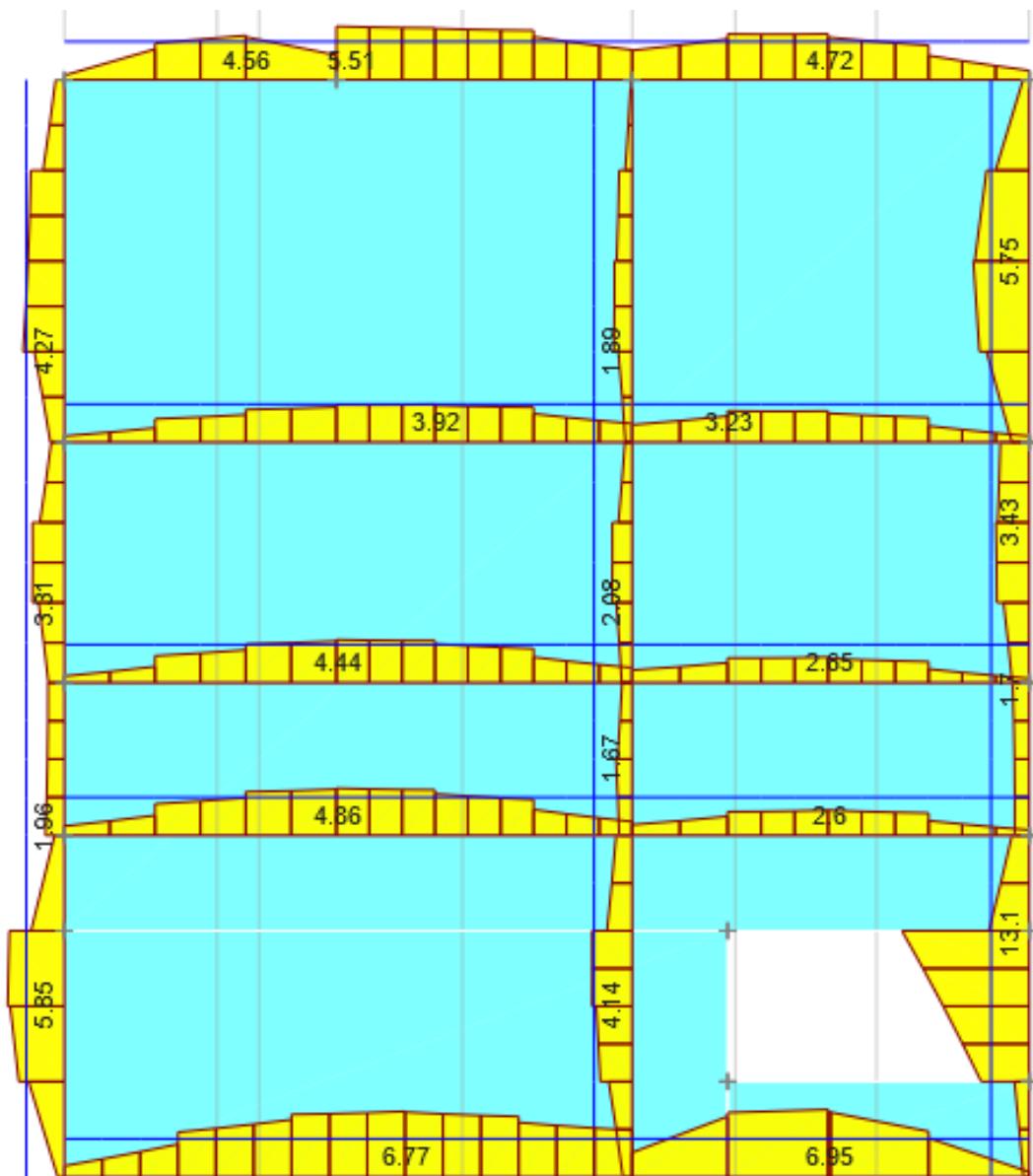
*Franja de diseño a 1m de ancho Eje X*



*Cálculo de acero por SAFE 21 -EJE Y -M2*



*Cálculo de acero en vigas de cimentación*



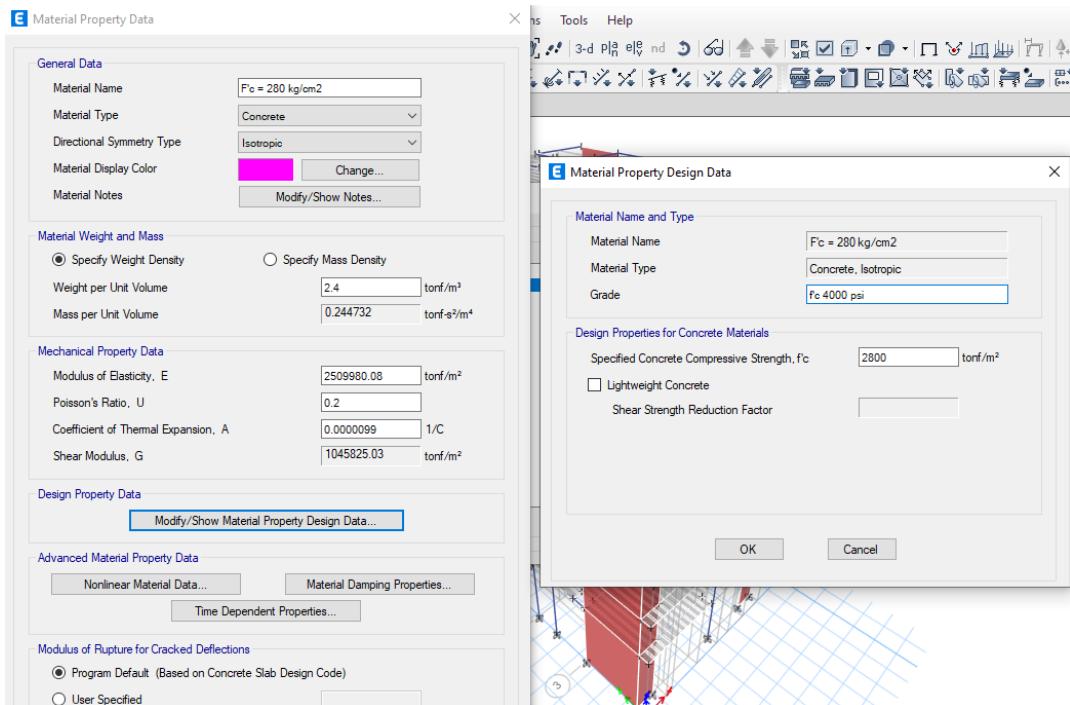
## ANEXO 7

### 1. ANÁLISIS NO LINEAL

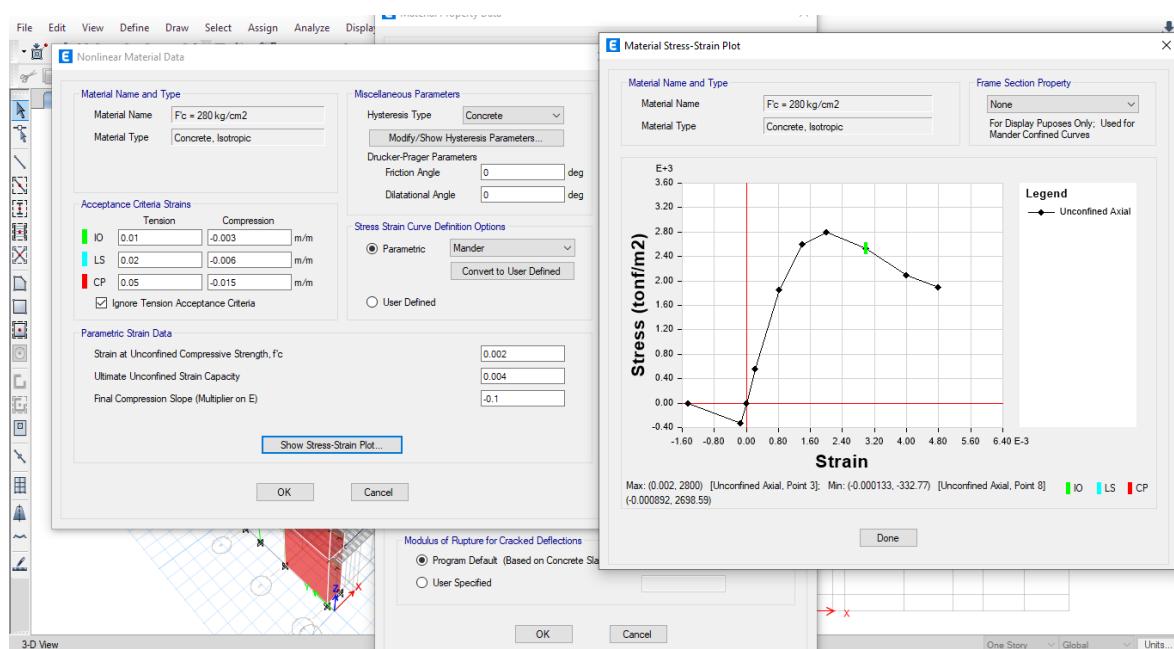
#### A) Modulo 1

##### Definición de materiales

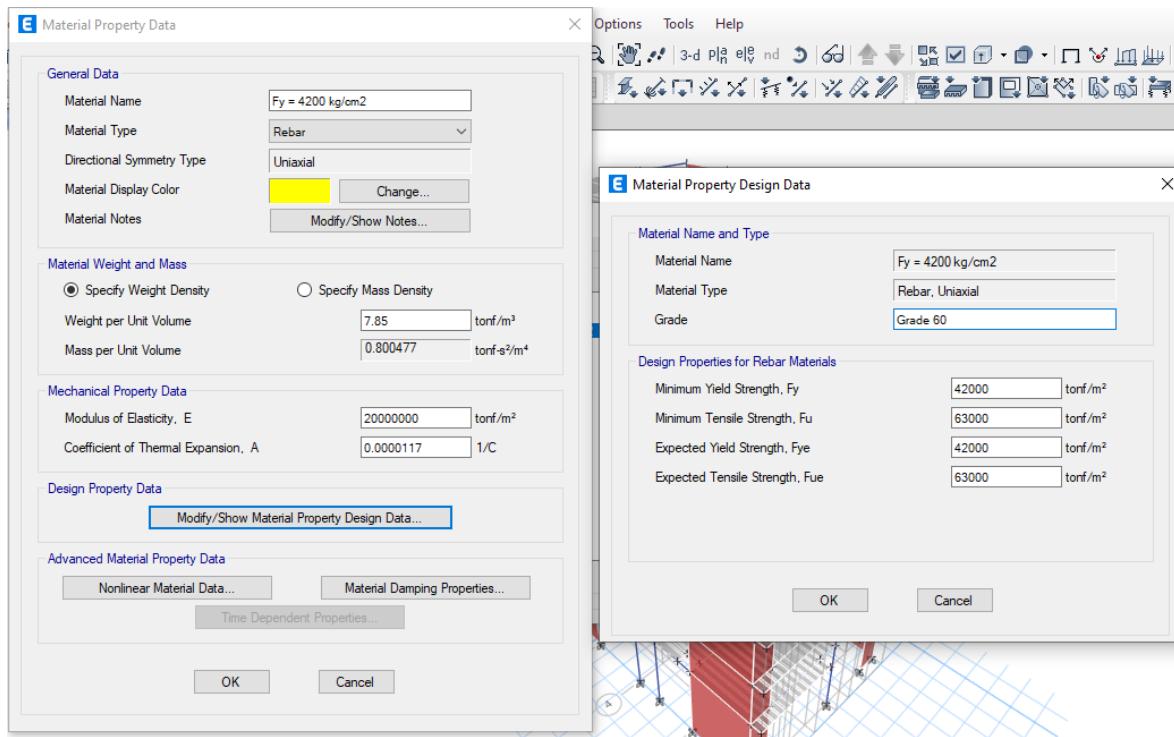
*Definición de concreto  $F'c = 280\text{kg/cm}^2$*



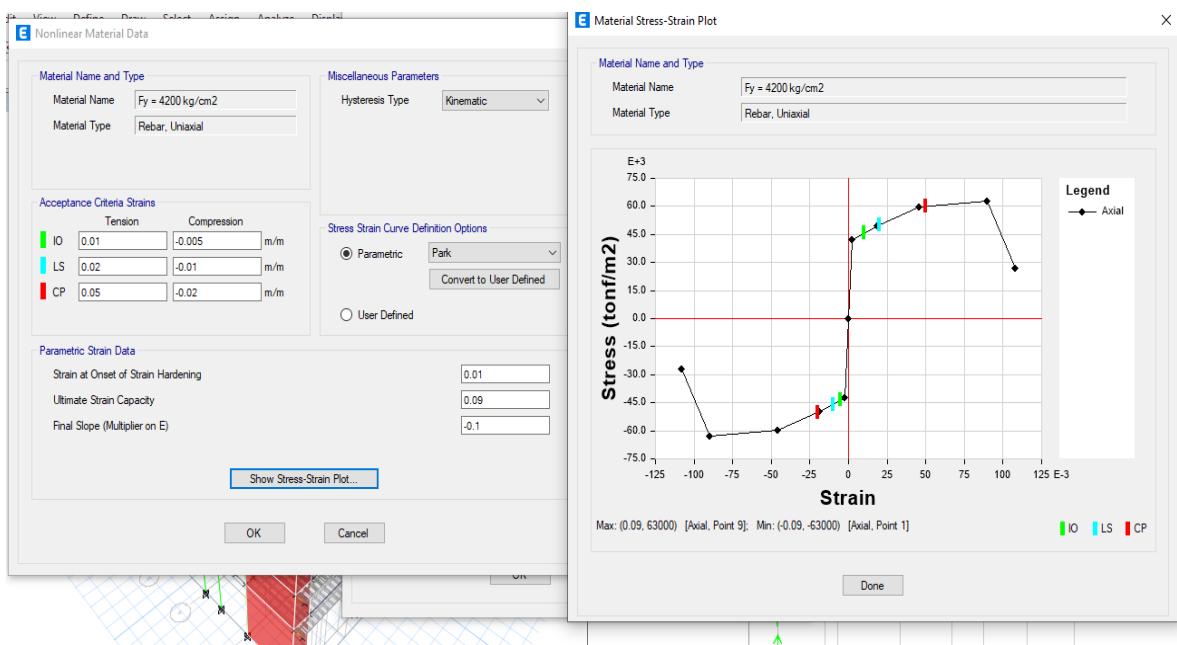
*Propiedades no lineales de concreto  $F'c = 280\text{kg/cm}^2$*



## Definición de acero corrugado $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



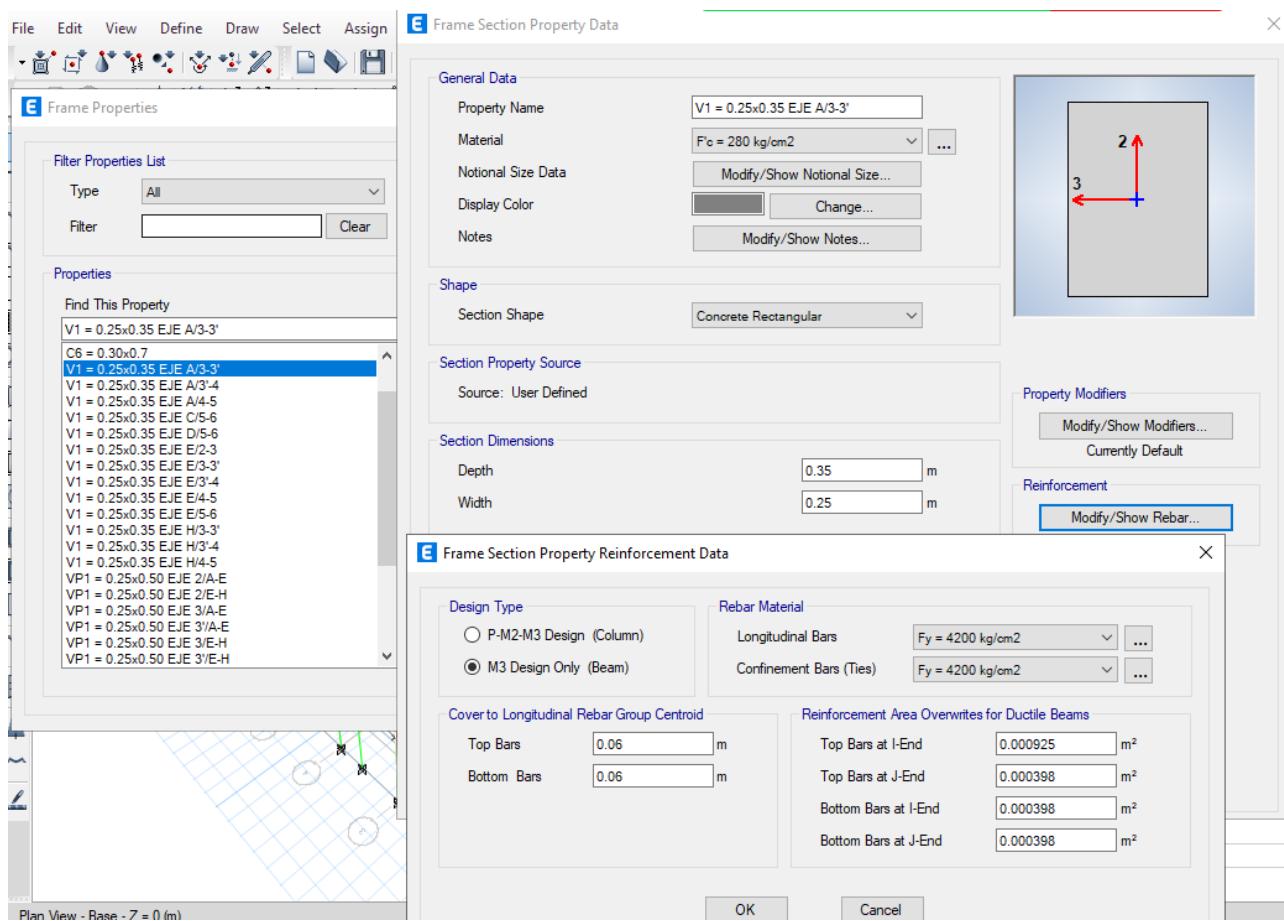
## Propiedades no lineales de concreto $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



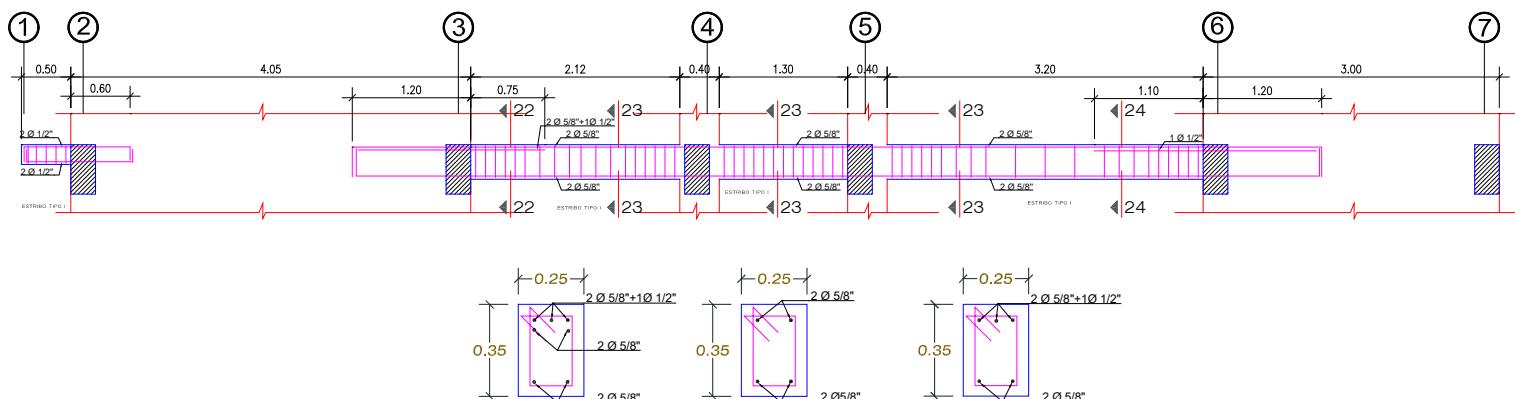
## B) Colocación de acero estructural en elementos estructurales

- Vigas

*Creación de cada viga que conforma la estructura y colocación de refuerzo según los detalles en el plano estructural.*



*Detalle de refuerzo en plano estructural V1- 25x35 EJE A/3-3'*



Secc 22-22

ESC. 1/25

Secc 23-23

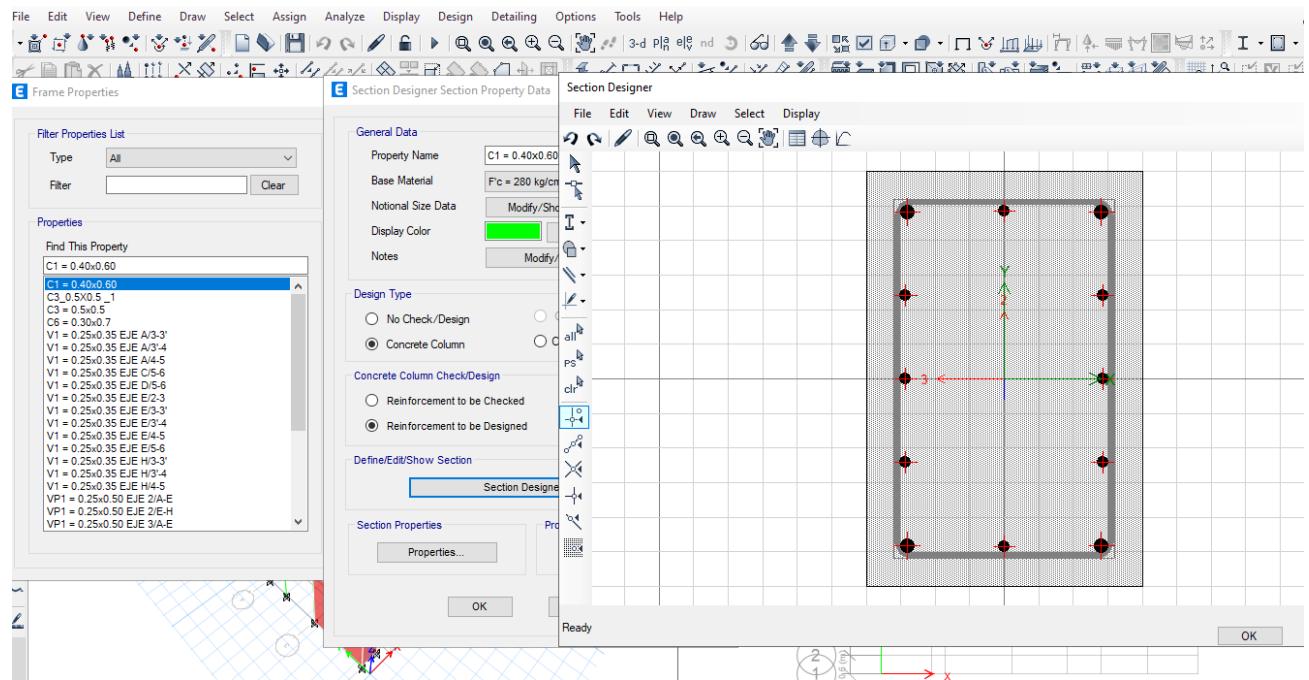
ESC. 1/25

Secc 24-24

ESC. 1/25

- Columna

*Creación de cada columna que conforma la estructura y colocación de refuerzo según los detalles en el plano estructural.*



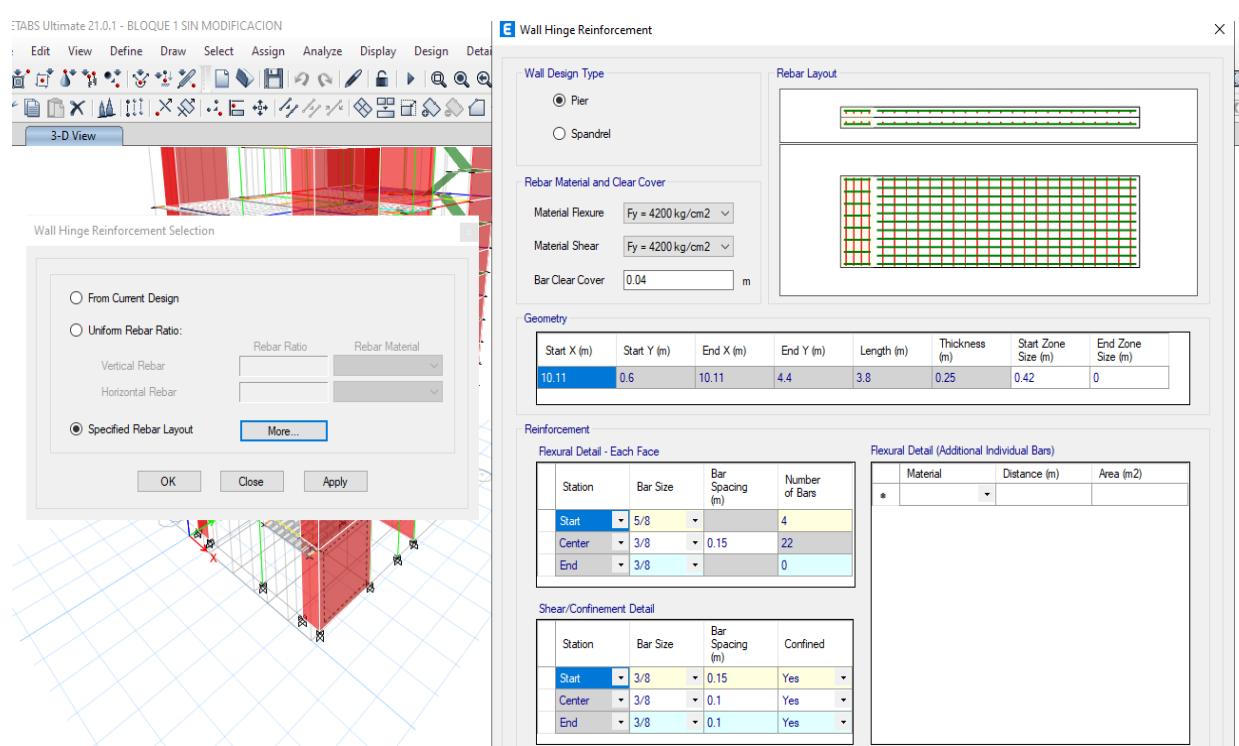
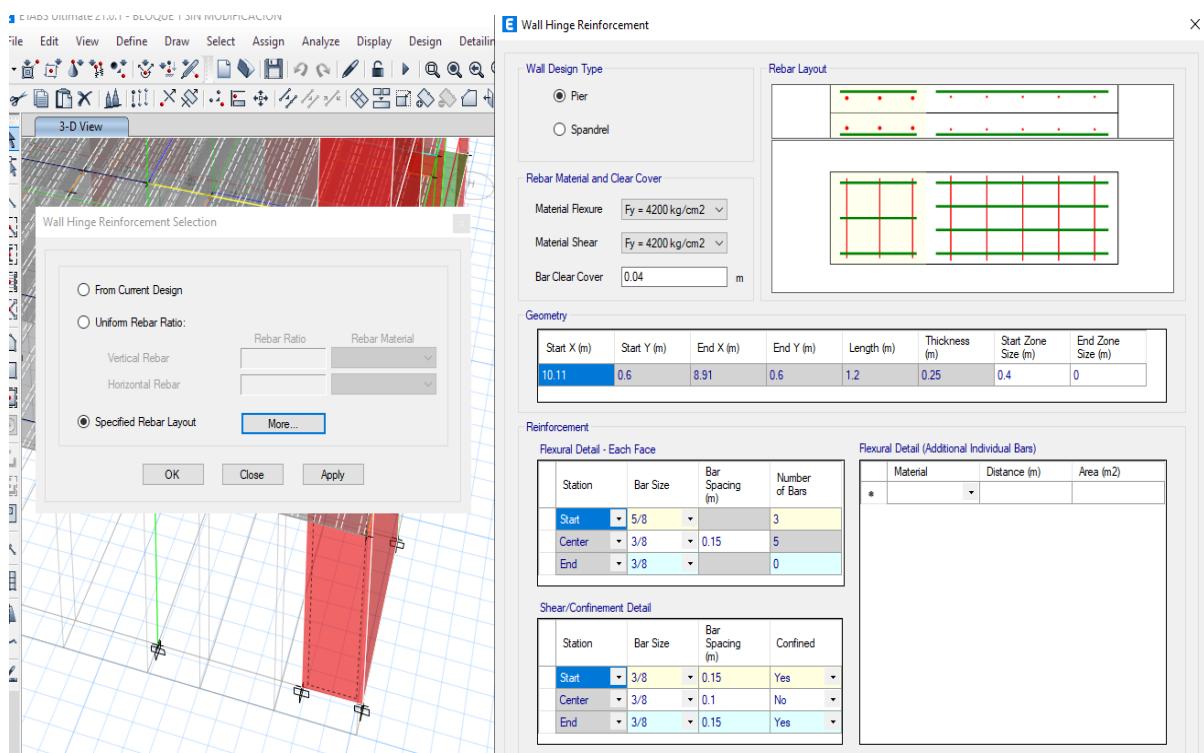
*Detalle de refuerzo en plano estructural C1=0.4x0.6*

TIPO	SECCIÓN	ACERO	ESTRIBOS	F'c
C-1		4 03/4" 8 05/8"	1er Piso Ø3/8";1@0.05,8@0.10,resto@.20  2do al 8vo Piso Ø3/8";1@0.05,5@0.10,resto@.20	280 kg/cm²
C-2		10 03/4" 6 05/8"	1er Piso Ø3/8";1@0.05,8@0.10,resto@.20  2do al 8vo Piso Ø3/8";1@0.05,5@0.10,resto@.20	280 kg/cm²
C-3		10 03/4" 6 05/8"	1er Piso Ø3/8";1@0.05,8@0.10,resto@.20  2do al 8vo Piso Ø3/8";1@0.05,5@0.10,resto@.20	280 kg/cm²
C-4		4 03/4" 12 05/8"	1er Piso Ø3/8";1@0.05,8@0.10,resto@.20  2do al 8vo Piso Ø3/8";1@0.05,5@0.10,resto@.20	280 kg/cm²
C-5		2 01/2" 12 05/8"	1er Piso Ø3/8";1@0.05,8@0.10,resto@.15  2do al 8vo Piso Ø3/8";1@0.05,5@0.10,resto@.15	280 kg/cm²

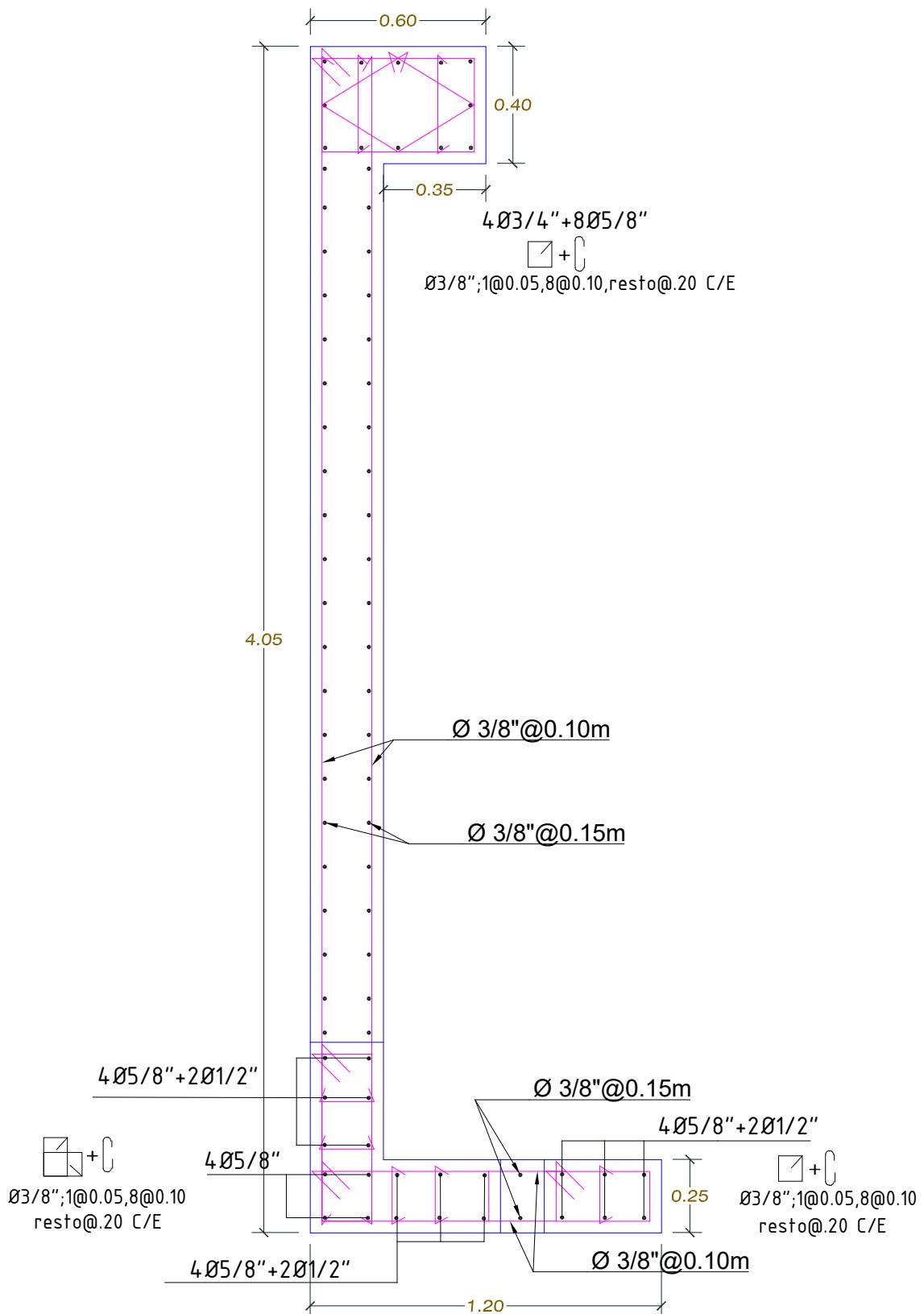
- Placas

*Colocación de refuerzo en muros de corte según los detalles en el plano estructural.*

### PLACA 1



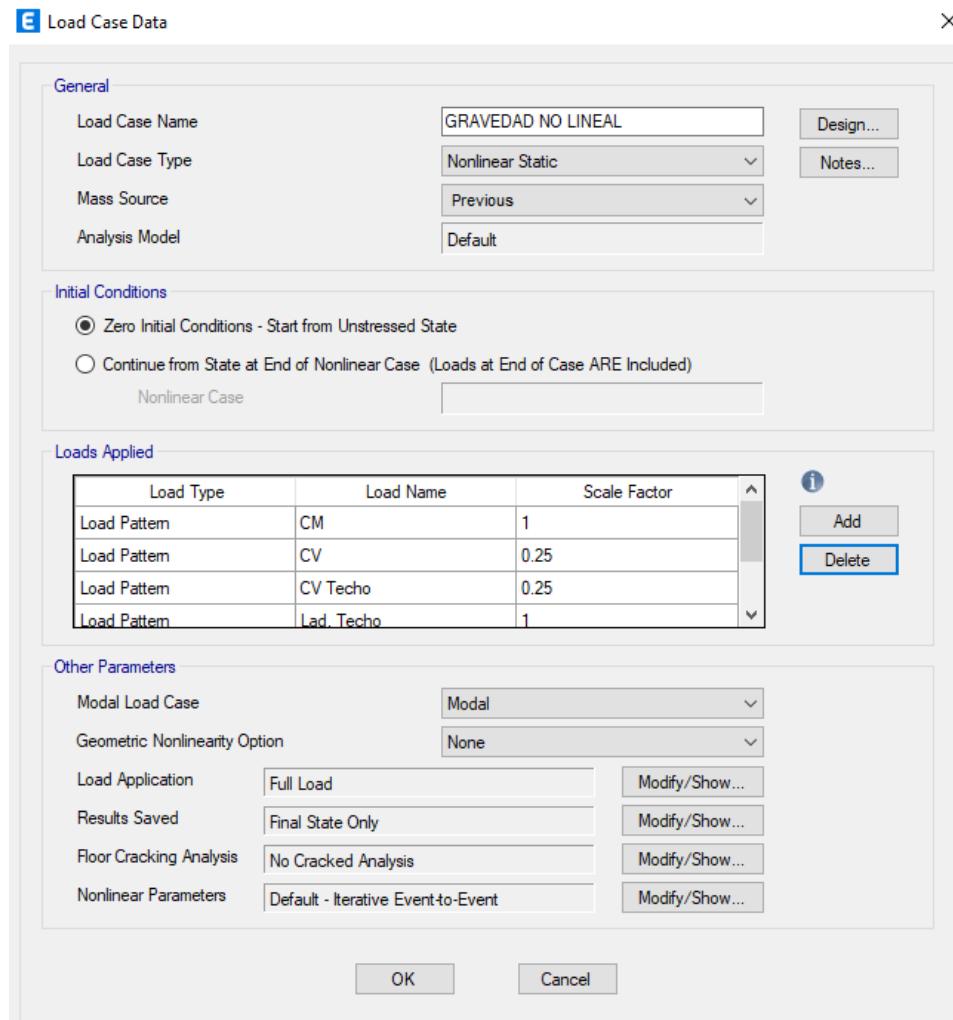
*Detalle de refuerzo en plano estructural: Placa 1*



## C) Creación de caso de carga no lineal

- Caso de carga no lineal por gravedad

*Creación de caso de carga “GRAVEDAD NO LINEAL”*



Tipos de carga incluidas en “GRAVEDAD NO LINEAL”

$$CM = 100\%$$

$$Lad. Techo = 100\%$$

$$CV = 25\%$$

$$Tabiqueria = 100\%$$

$$CV Techo = 100\%$$

$$Acabados = 100\%$$

- Caso de carga de fuerza laterales proporcionales al peso en cada nivel

*Fuerzas laterales dirección XX*

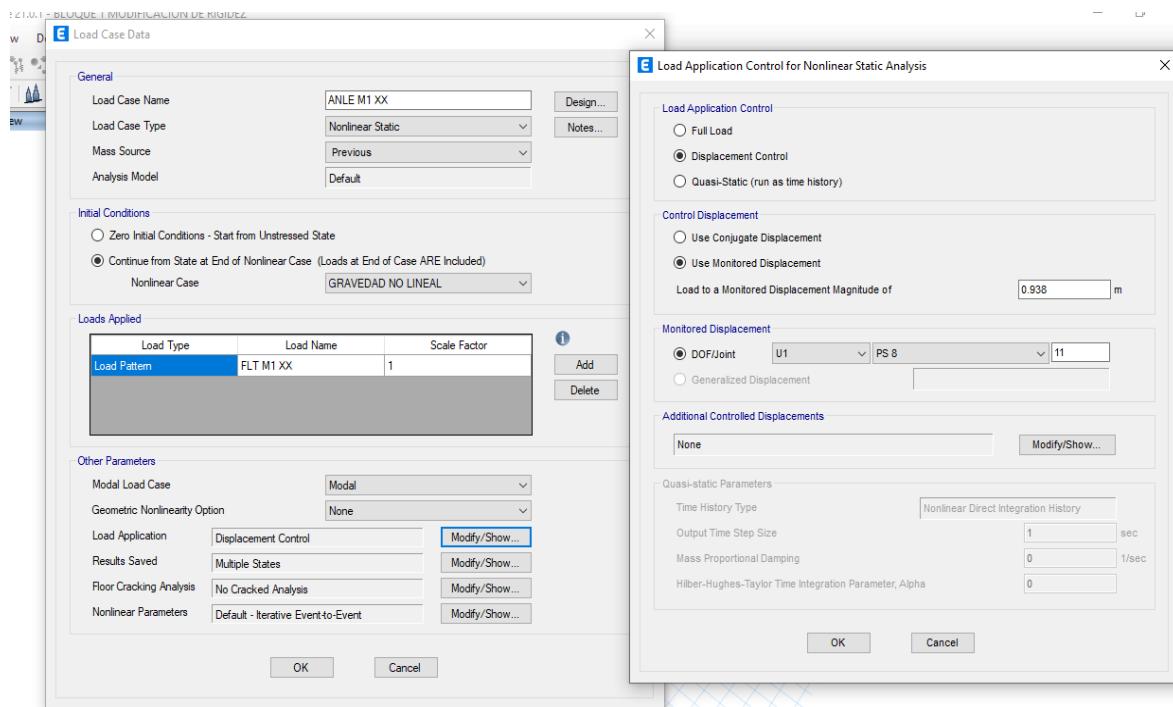
Load Set 1 of 1				
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
PS 8	D8	6.9322	0	0
PS 7	D7	3.634	0	0
PS 6	D6	3.1612	0	0
PS 5	D5	2.6883	0	0
PS 4	D4	2.2154	0	0
PS 3	D3	1.7426	0	0
PS 2	D2	1.2697	0	0
PS 1	D1	1	0	0

*Fuerzas laterales dirección YY*

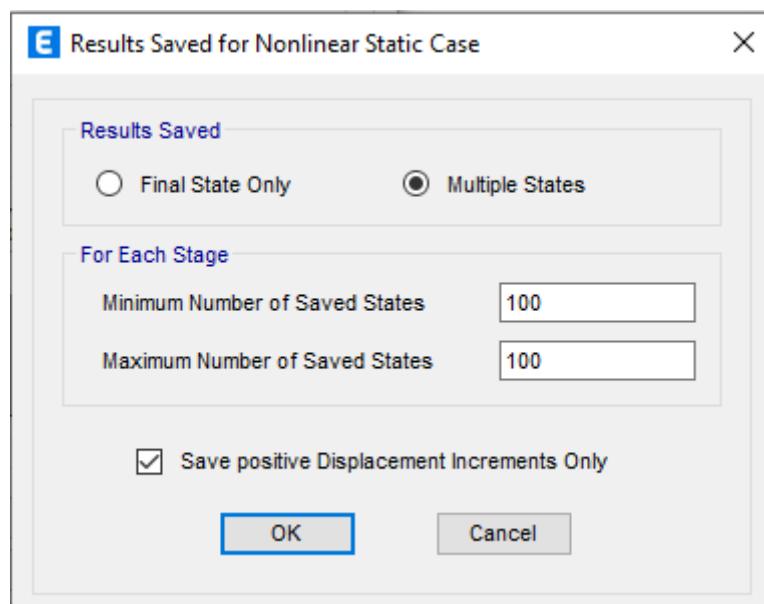
Load Set 1 of 1				
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
PS 8	D8	0	6.9322	0
PS 7	D7	0	3.634	0
PS 6	D6	0	3.1612	0
PS 5	D5	0	2.6883	0
PS 4	D4	0	2.2154	0
PS 3	D3	0	1.7426	0
PS 2	D2	0	1.2697	0
PS 1	D1	0	1	0

- Caso de carga pushover “ANLE”

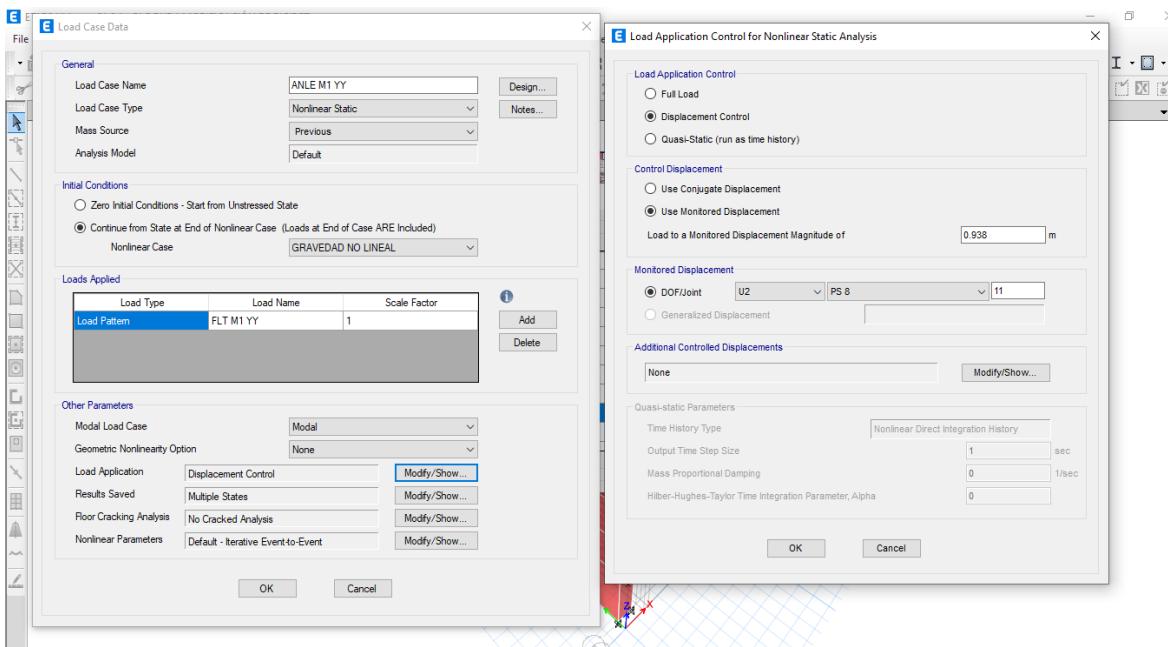
*Creación y modificación de parámetros de carga pushover “ANLE XX”*



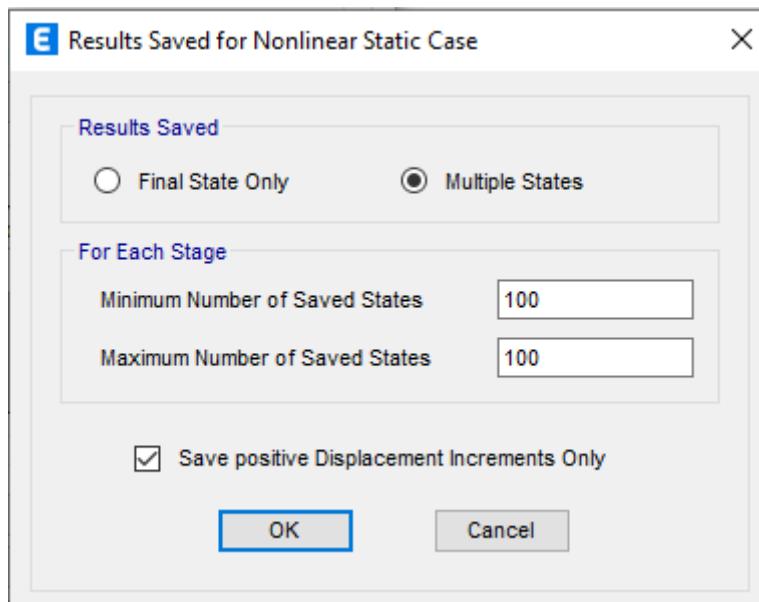
*Número mínimos y máximos de step dirección XX*



## Creación y modificación de parámetros de carga pushover “ANLE YY”



## Número mínimos y máximos de step dirección YY



- **Creación de espectro de demanda**
  - Cálculo de coeficiente de reducción sísmica “R”
    - *Cálculo de tiempo de periodo de retorno de sismo*

$$Tr1 = \frac{30}{\ln(1 - 50\%)} = 43 \text{ años}$$

$$Tr2 = \frac{50}{\ln(1 - 50\%)} = 72 \text{ años}$$

$$Tr3 = \frac{50}{\ln(1 - 10\%)} = 475 \text{ años}$$

$$Tr4 = \frac{50}{\ln(1 - 5\%)} = 975 \text{ años}$$

- *Cálculo de coeficiente de fuerza*

$$F1 = \left(\frac{43}{475}\right)^{0.35} = 0.431$$

$$F2 = \left(\frac{72}{475}\right)^{0.35} = 0.517$$

$$F3 = \left(\frac{475}{475}\right)^{0.35} = 1$$

$$F4 = \left(\frac{975}{475}\right)^{0.35} = 1.286$$

- *Cálculo de coeficiente de reducción sísmica “R”*

$$R1 = \frac{1}{0.431} = 2.32$$

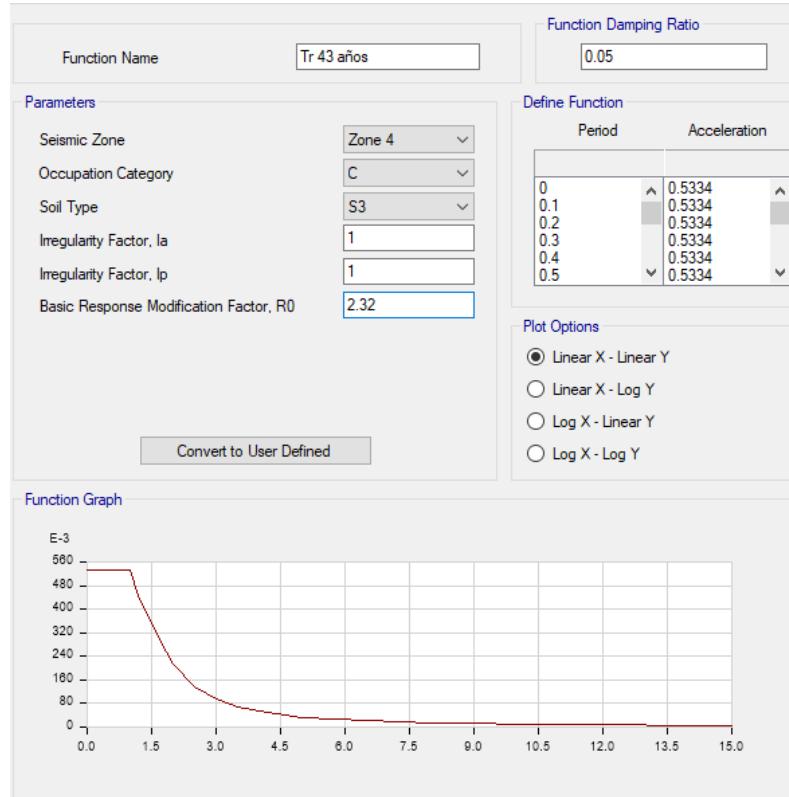
$$R2 = \frac{1}{0.517} = 1.934$$

$$R3 = \frac{1}{1} = 1$$

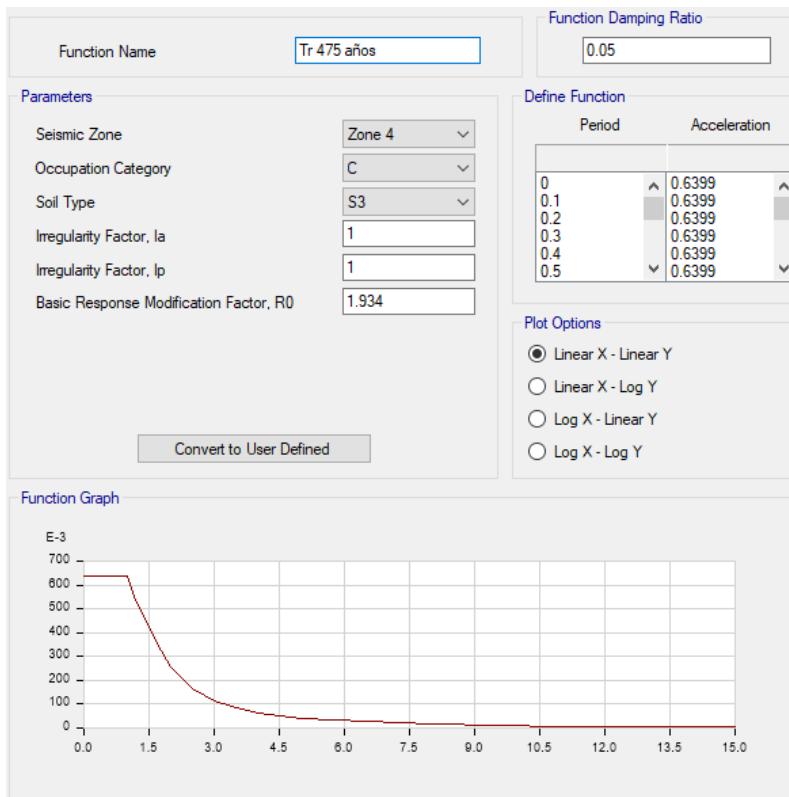
$$R4 = \frac{1}{1.286} = 0.778$$

➤ Creación de espectro de periodo de retorno

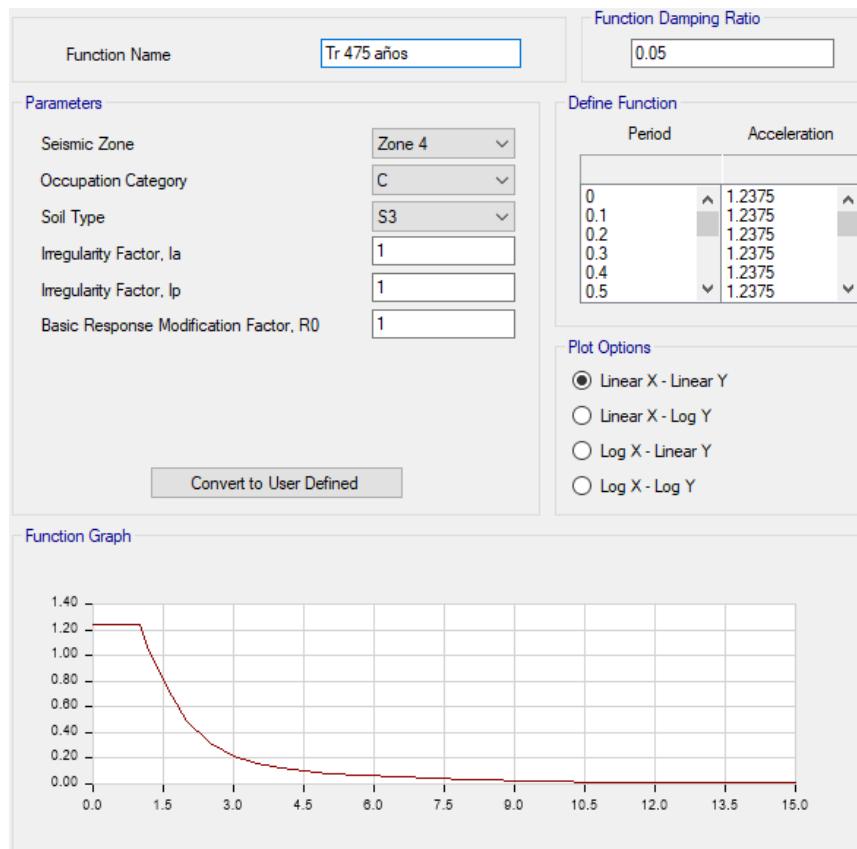
*Espectro Tr 43 años*



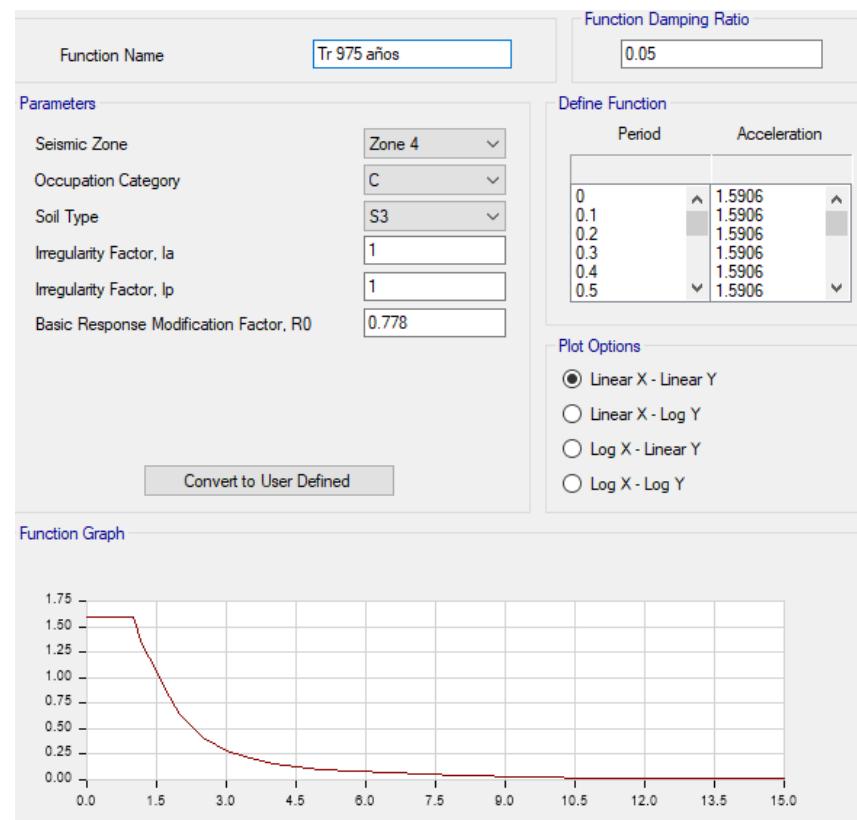
*Espectro Tr 72 años*



## Espectro Tr 475 años



## Espectro Tr 975 años



## D) Asignación de rotulas plásticas

- Vigas

*Creación automática de rotulas plásticas para vigas*

**E Frame Assignment - Hinges**

Frame Hinge Assignment Data		Location Type	Relative Distance	Distance from End m
Hinge Property				
Auto	Relative to clear length	0		
Auto M3	Relative to clear length	0		
Auto M3	Relative to clear length	1		

Add  
Modify  
Delete

**Auto Hinge Assignment Data**

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

Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

OK Cancel

*Utilización de tabla ASCE41-17, evaluada para el caso de carga “Peso”*

**E Auto Hinge Assignment Data**

**Auto Hinge Type**  
From Tables In ASCE 41-17

**Select a Hinge Table**  
Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i

**Degree of Freedom**  
 M2  
 M3

**Hysteresis Type** Isotropic      Modify/Show

**V Value From**  
 Case/Combo Peso  
 User Value V2 tonf

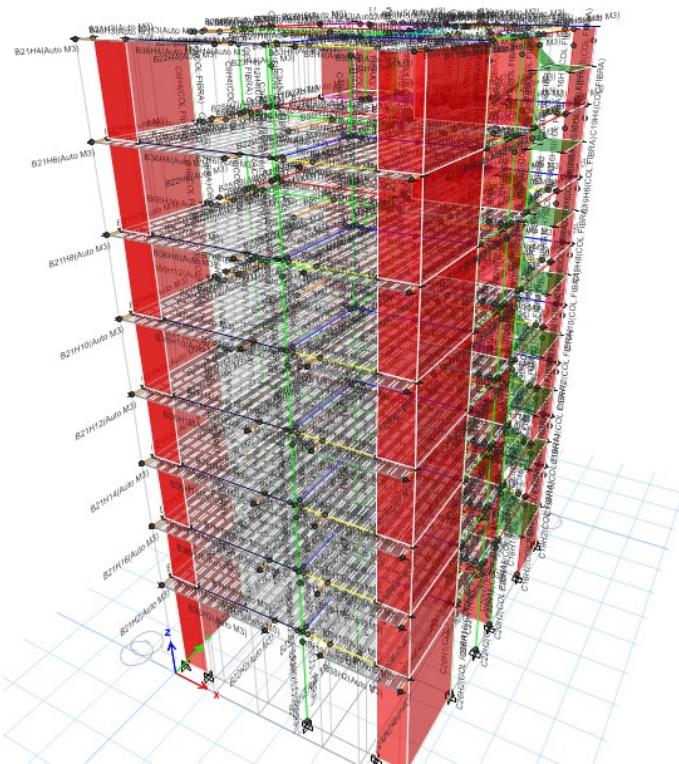
**Transverse Reinforcing**  
 Transverse Reinforcing is Conforming

**Reinforcing Ratio ( $p - p'$ ) / pbalanced**  
 From Current Design  
 User Value (for positive bending)

**Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity**  
 Drops Load After Point E  
 Is Extrapolated After Point E

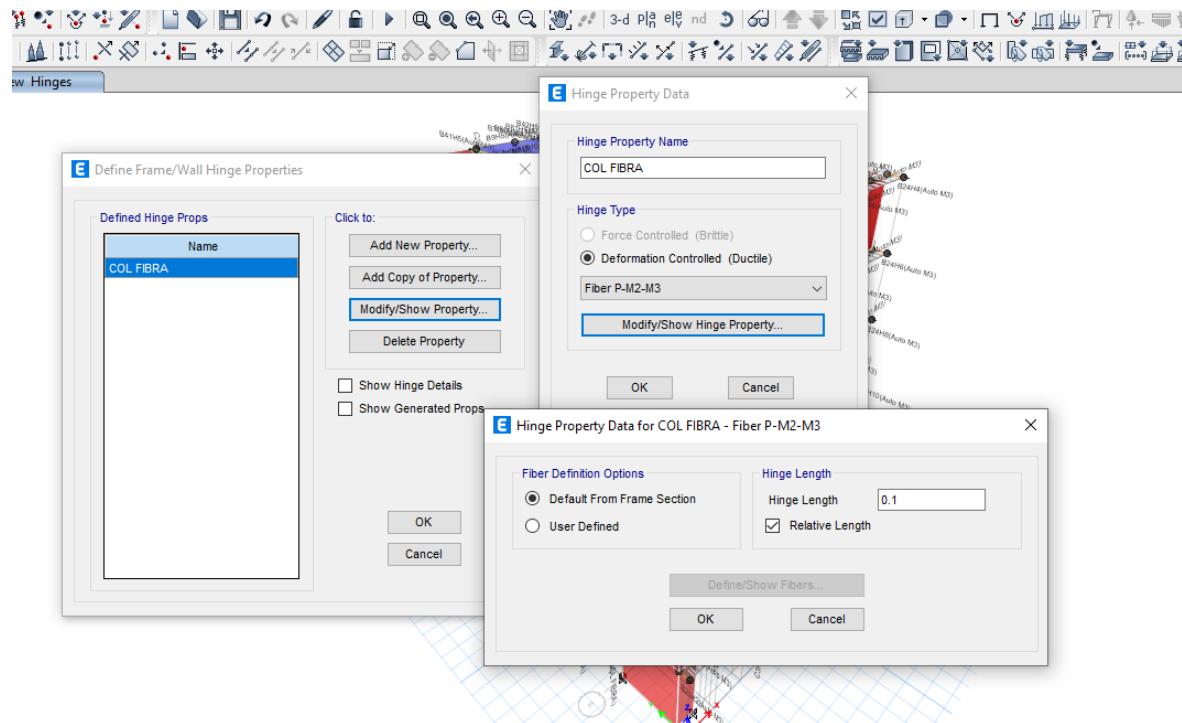
OK Cancel

## Asignación automática de rotulas plásticas para vigas

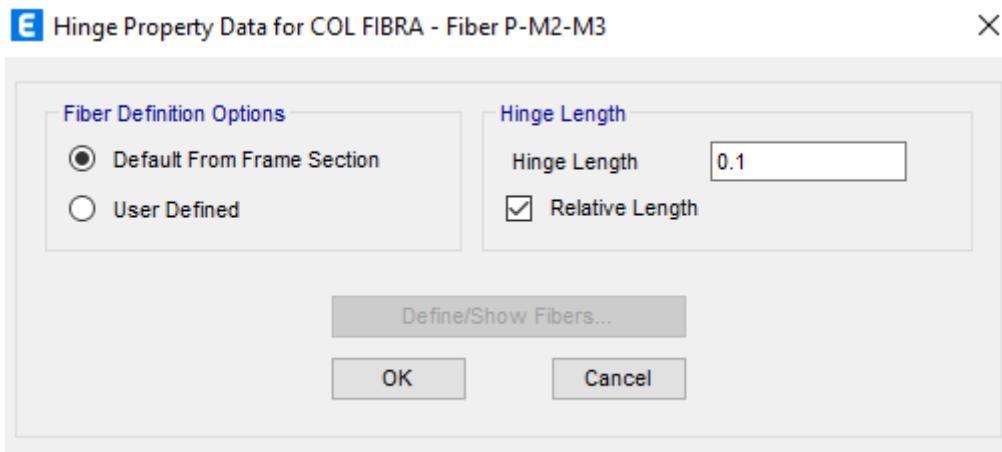


- Columnas

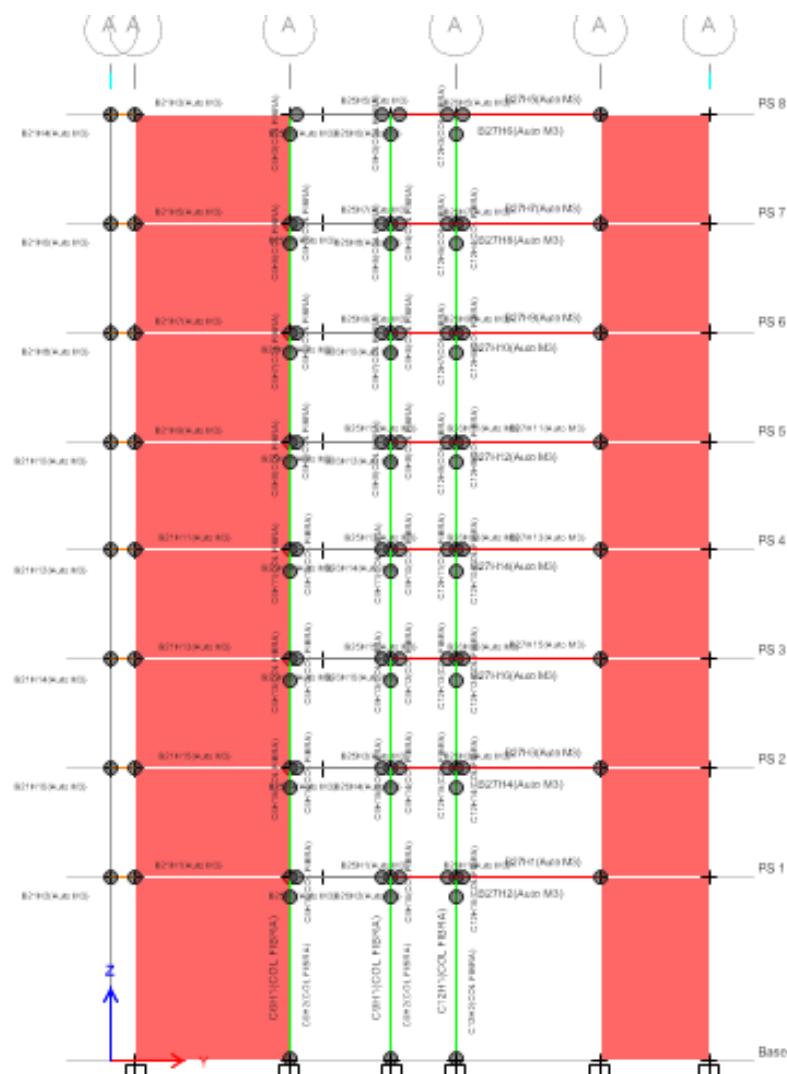
## Creación automática de rotulas plásticas para columnas



## Utilización modelo rotula (Hinge) tipo fibra para P-M2-M3

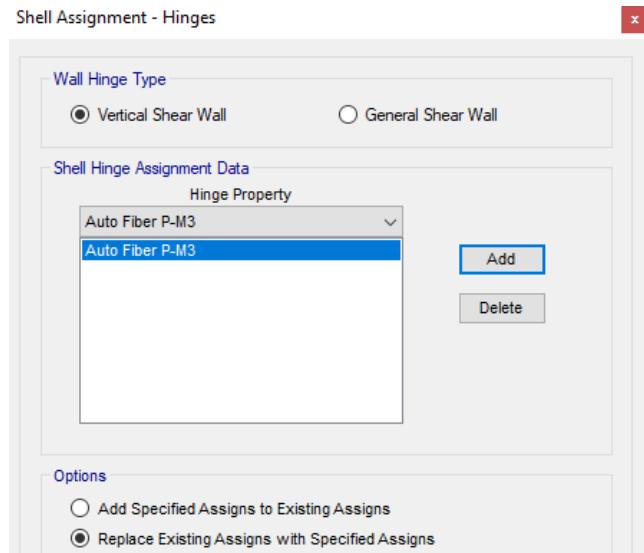


### Asignación automática de rotulas plásticas para columnas



- Placas

*Creación automática de rotulas tipo fibra para muros de corte*

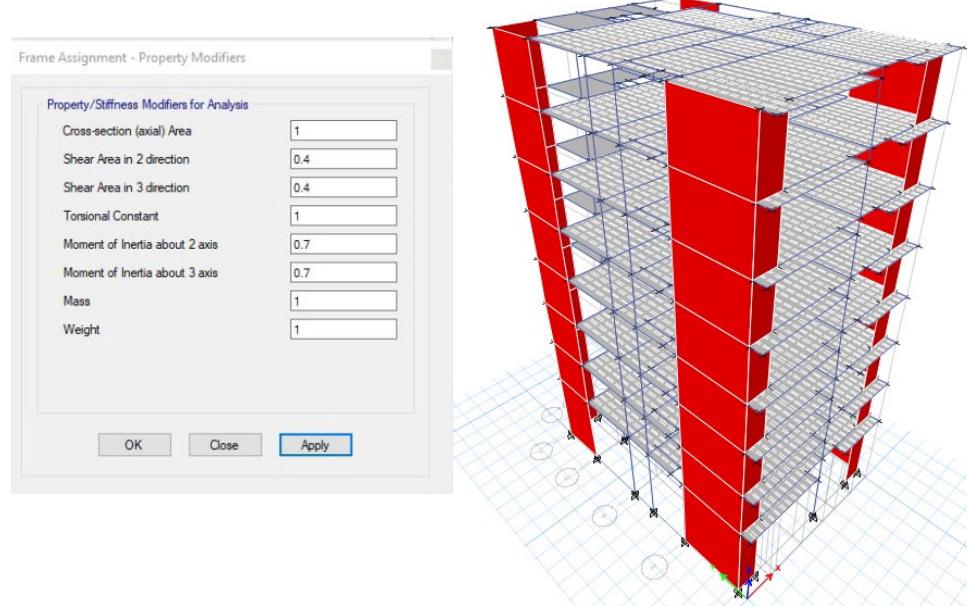


*Asignación automática de rotulas plásticas para muros de corte*

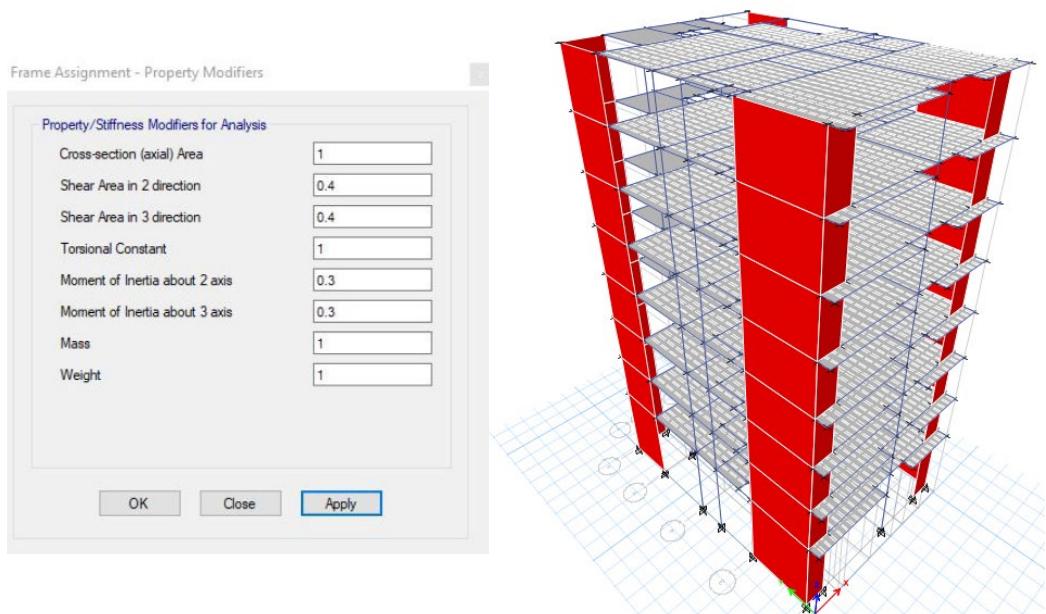


## E) Asignación de rigidez efectiva

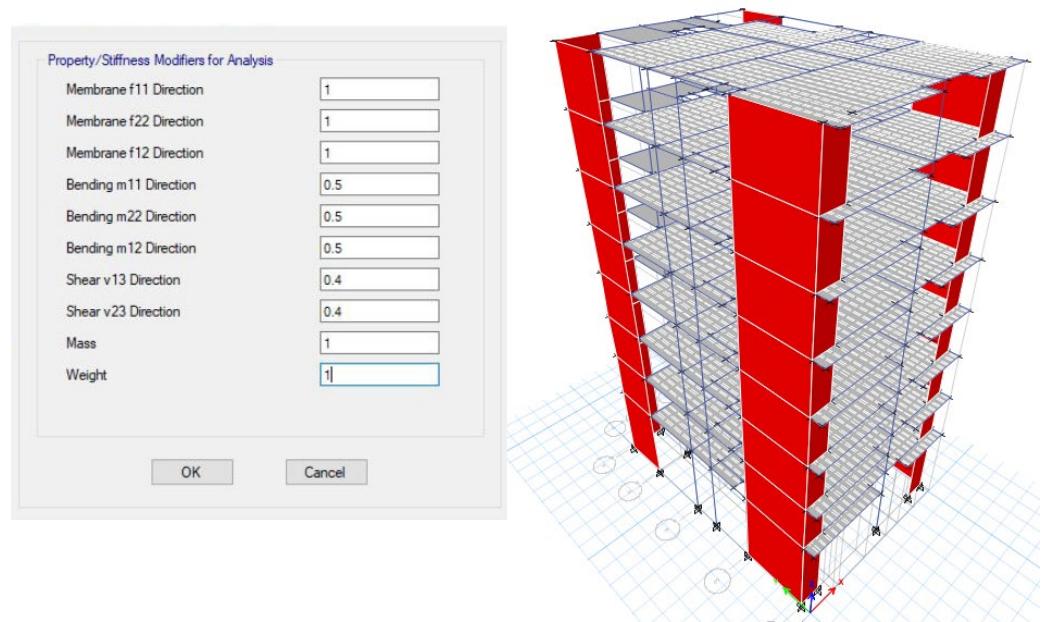
*Rigidez efectiva para columnas*



*Rigidez efectiva para vigas*

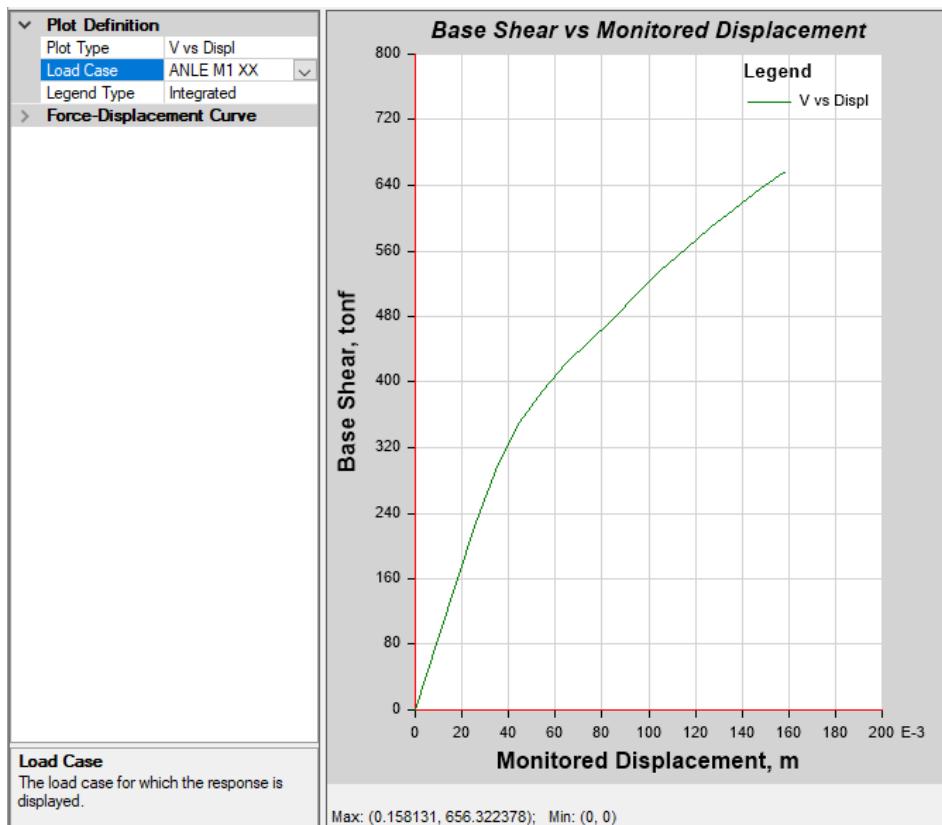


## Rigidez efectiva para muros estructurales

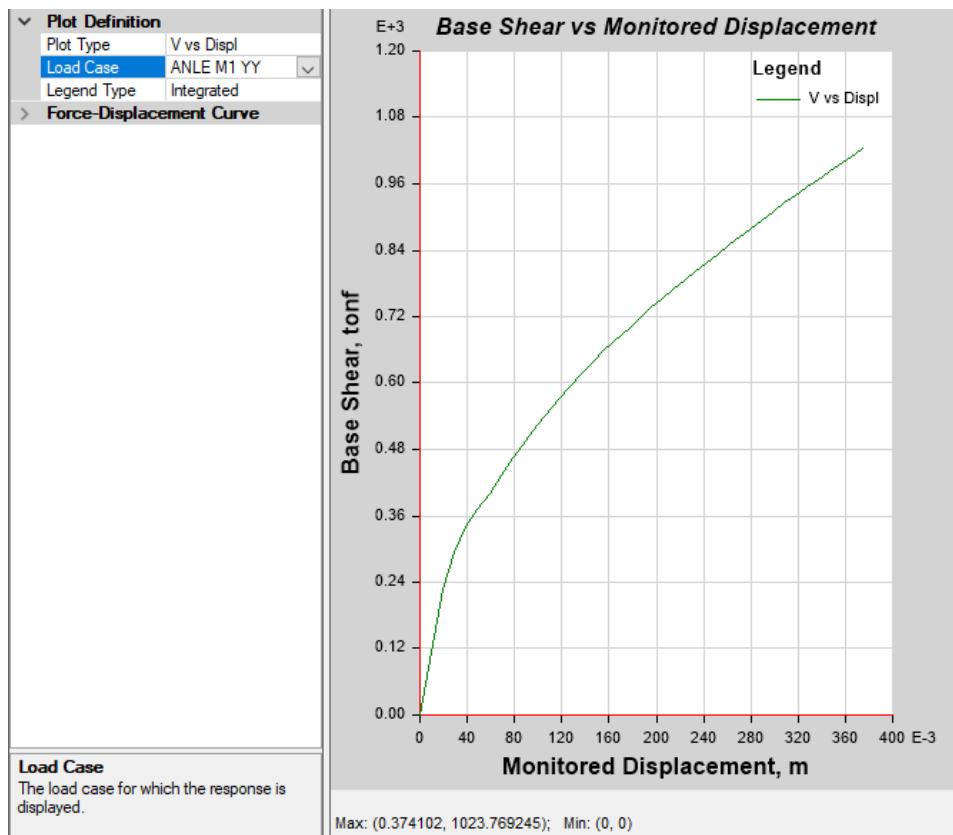


## F) Curva Demanda capacidad

*Curva demanda capacidad ANLE M1 XX*

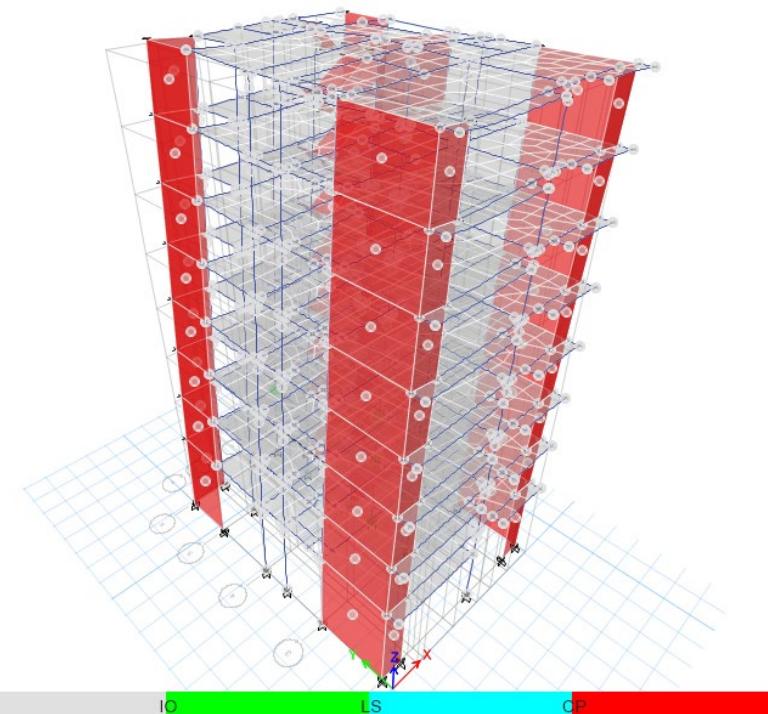


*Curva demanda capacidad ANLE M1 YY*

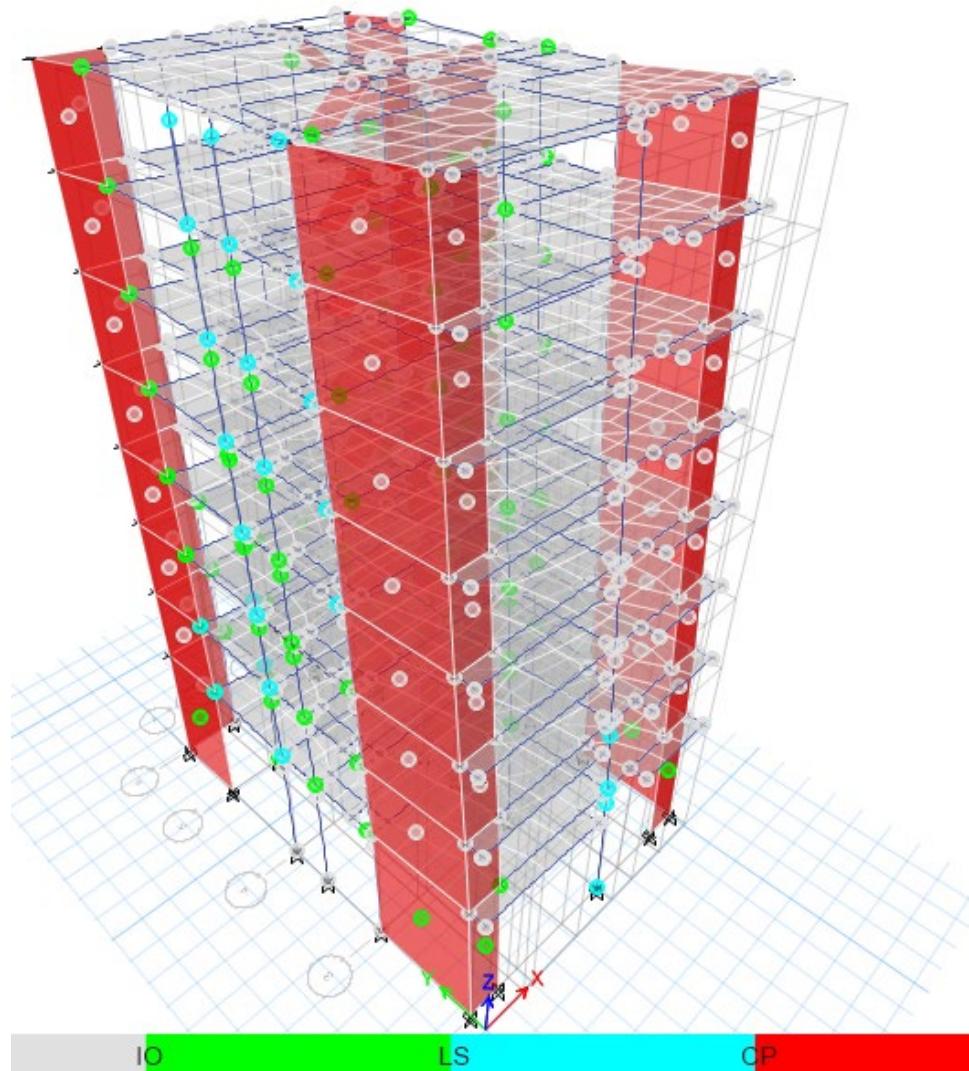


## G) Rotula plástica Modulo 1

*Concentración de rotulas plásticas dirección XX*

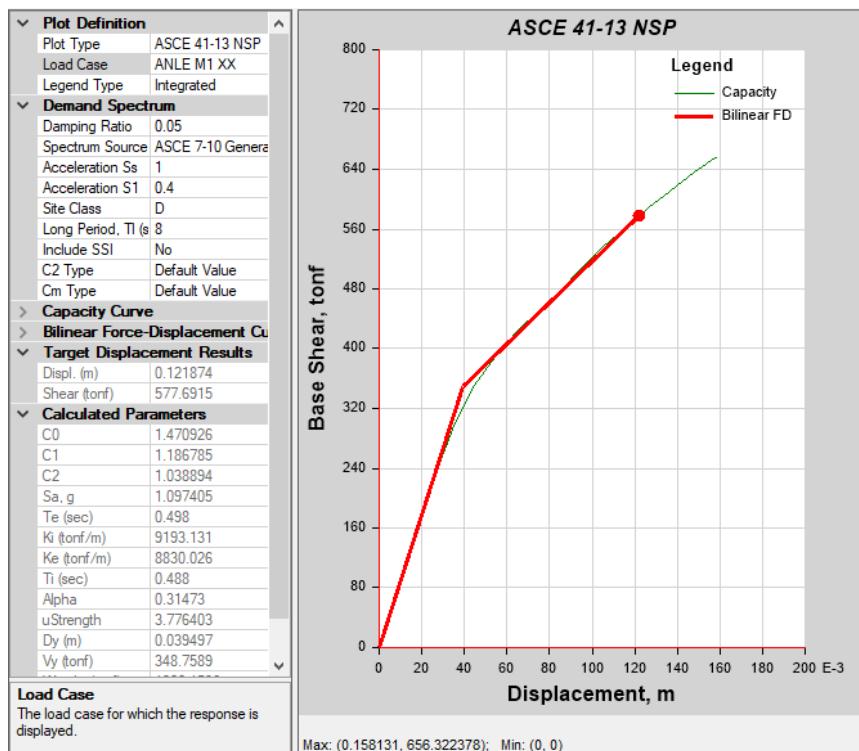


*Concentración de rotulas plásticas dirección YY*

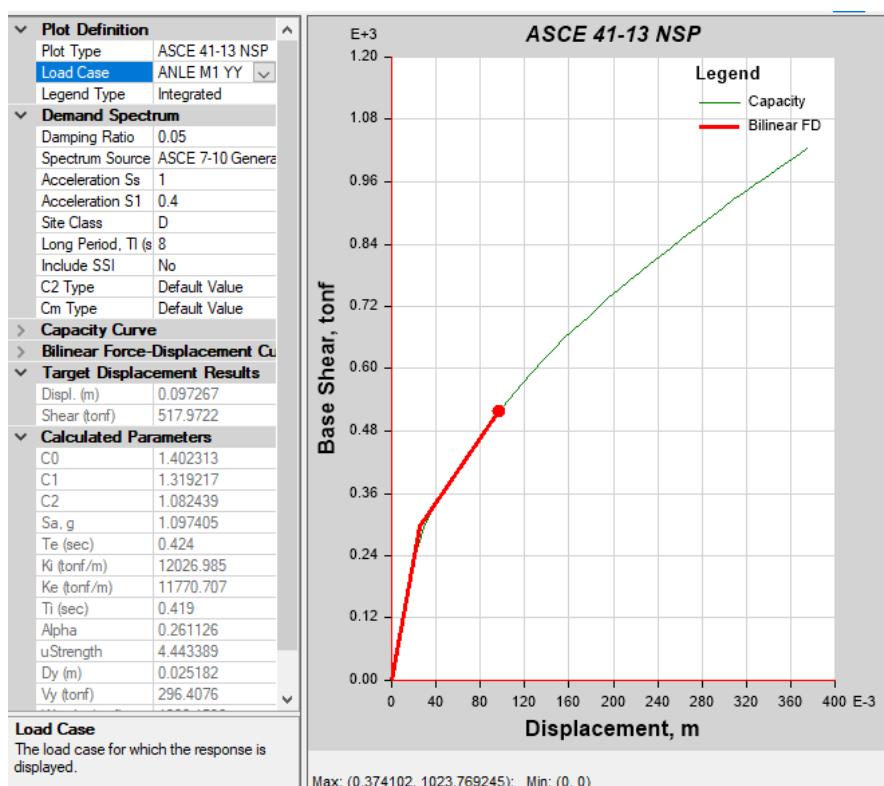


## H) Punto de desempeño

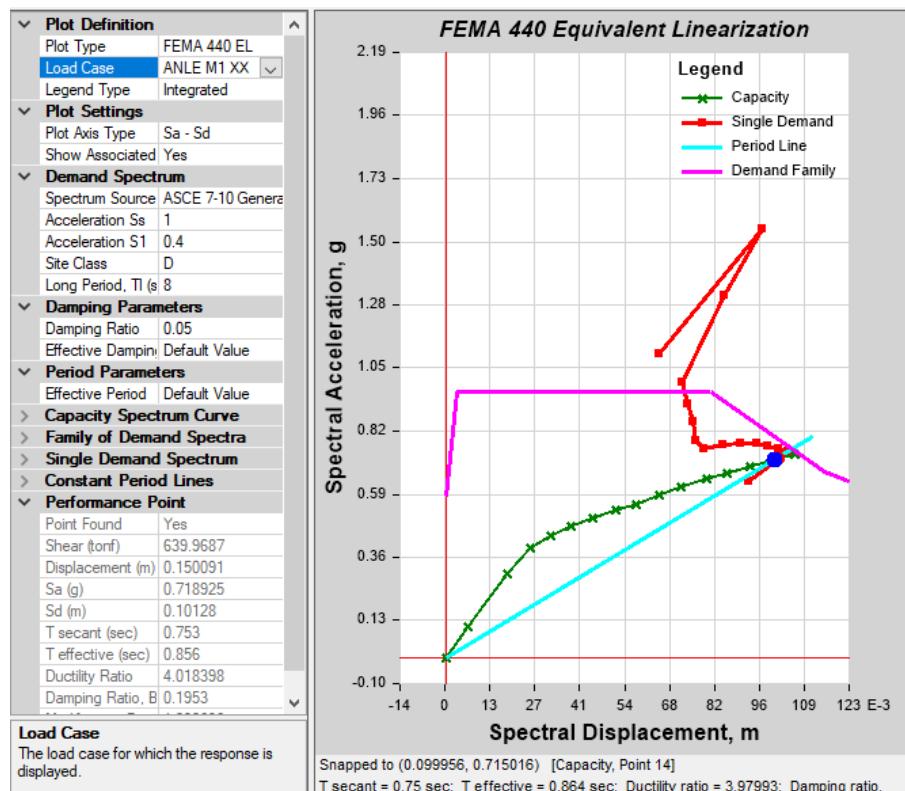
*Punto de desempeño general por ASCE41-13 XX*



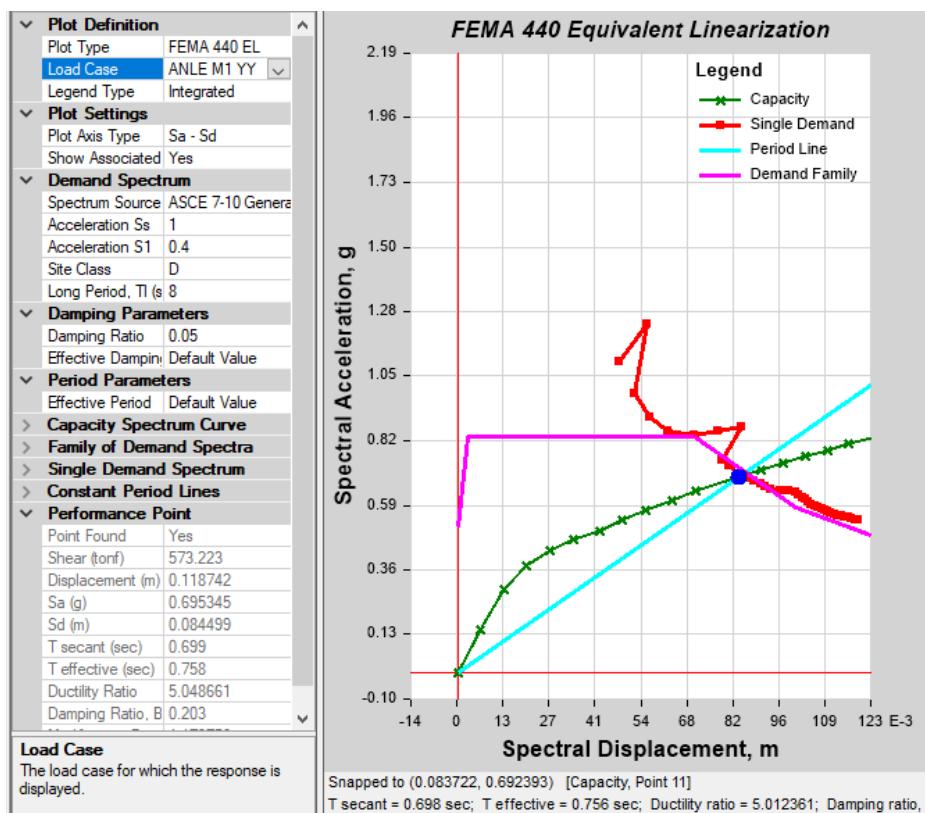
*Punto de desempeño general por ASCE41-13 YY*



## Punto de desempeño general por FEMA 440 XX



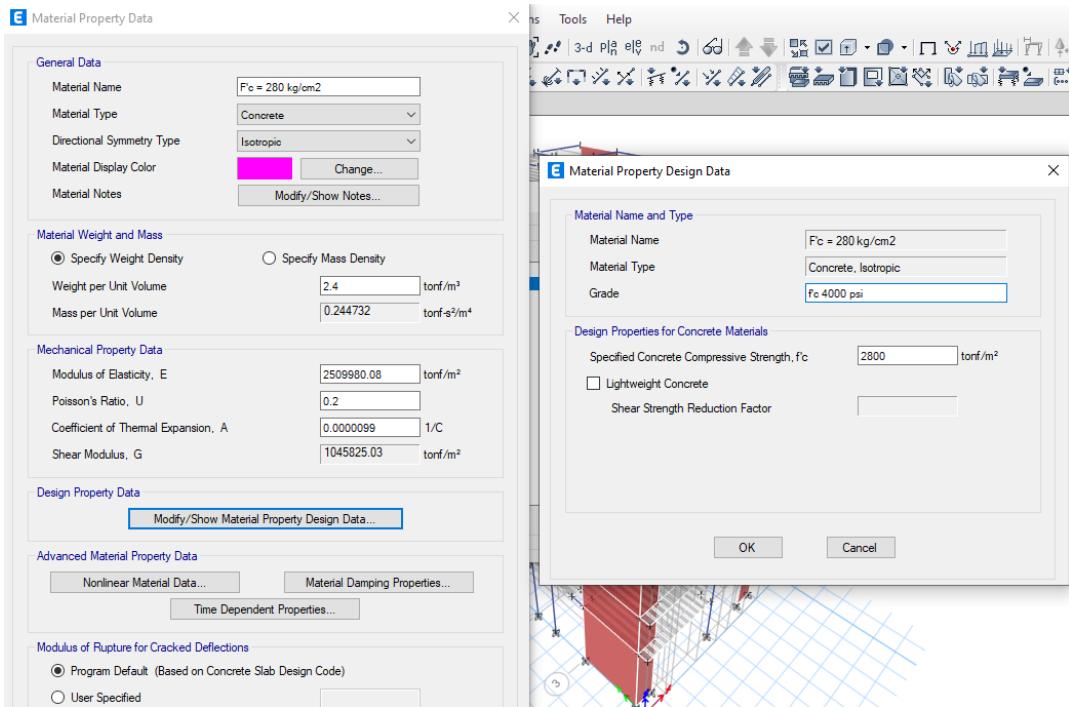
## Punto de desempeño general por FEMA 440 YY



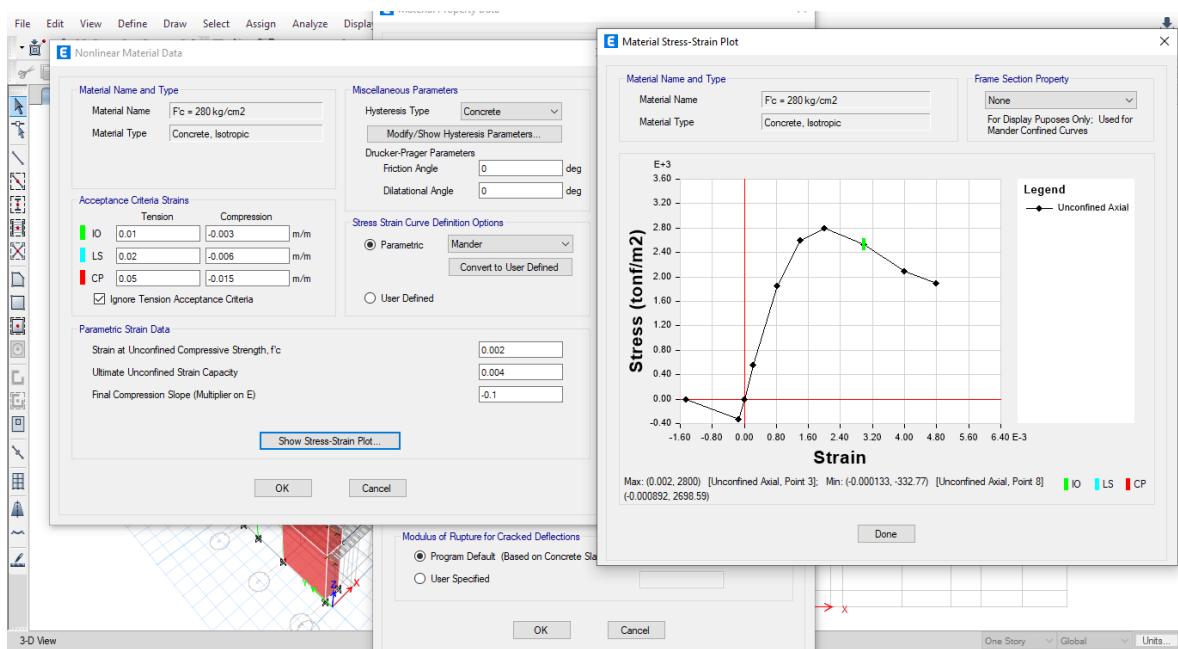
## B) Modulo 2

### Definición de materiales

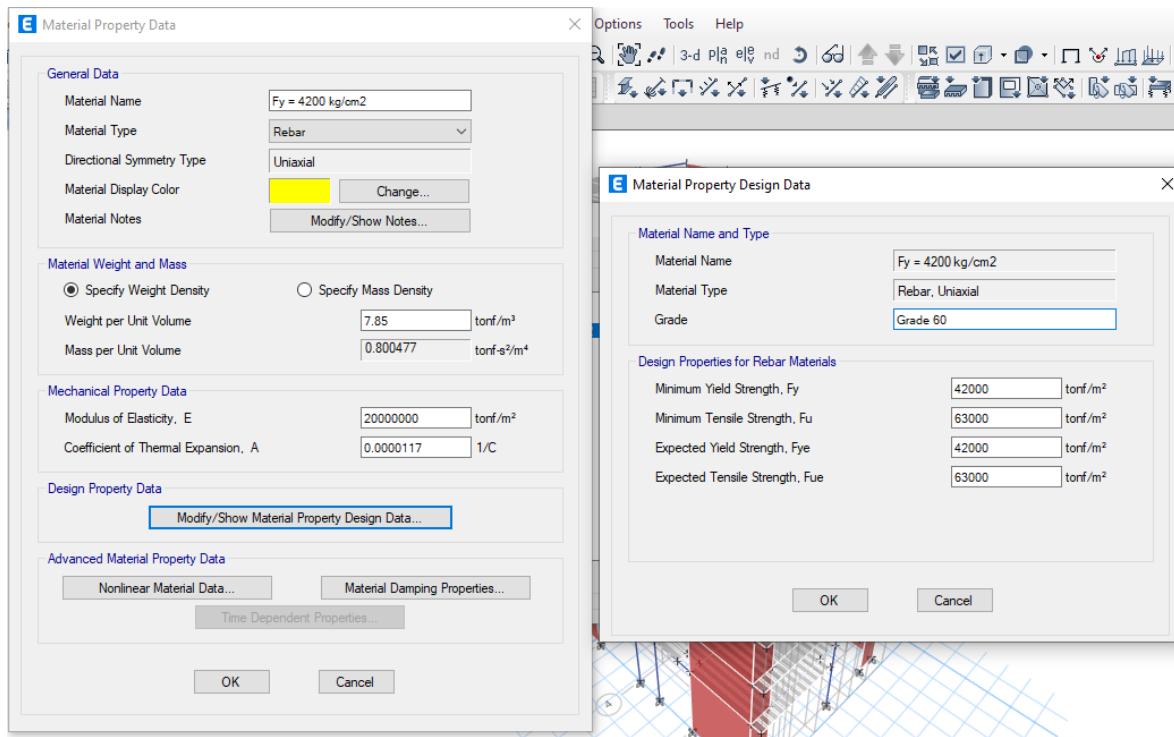
*Definición de concreto  $F_c = 280\text{kg/cm}^2$*



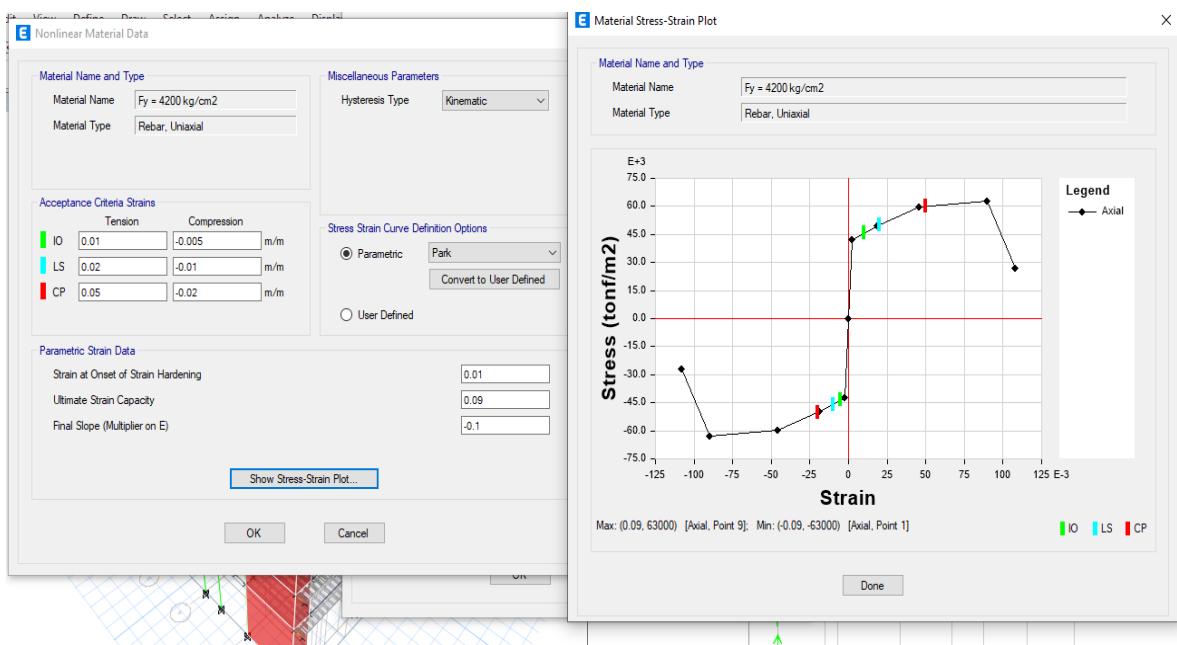
*Propiedades no lineales de concreto  $F_c = 280\text{kg/cm}^2$*



## Definición de acero corrugado $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



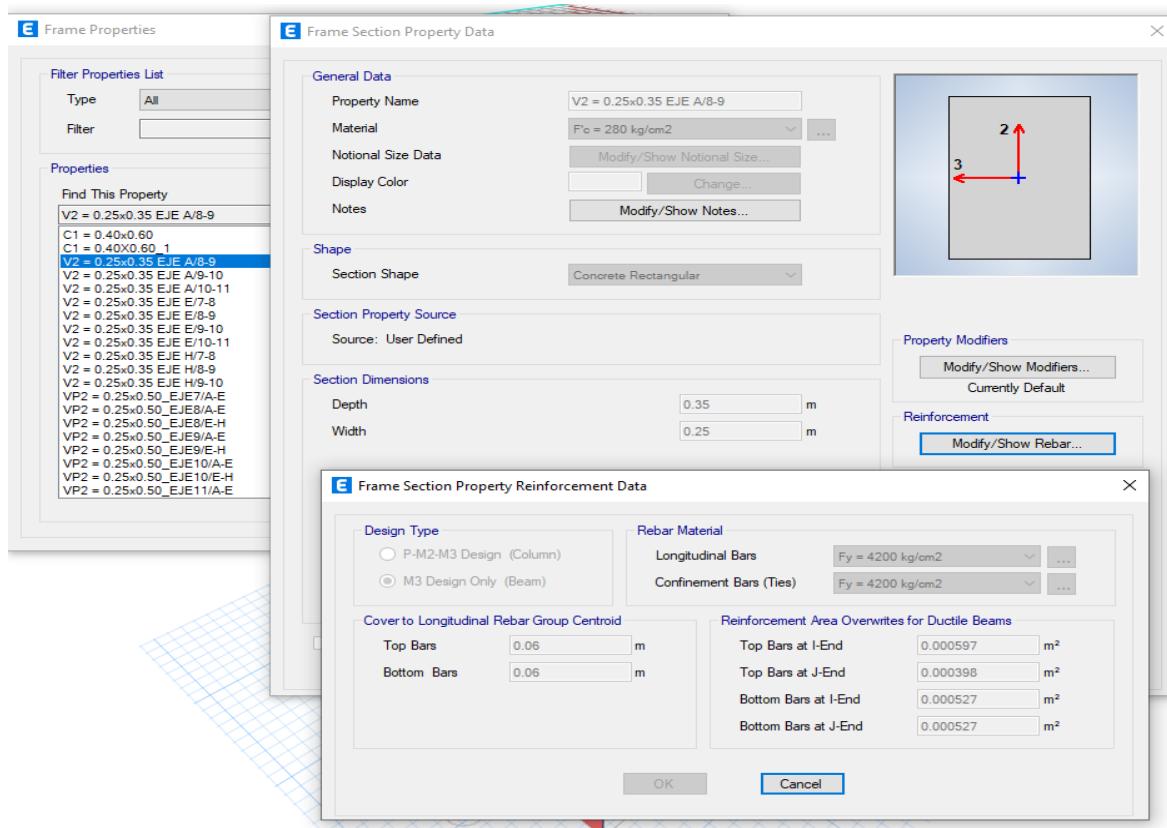
## Propiedades no lineales de concreto $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



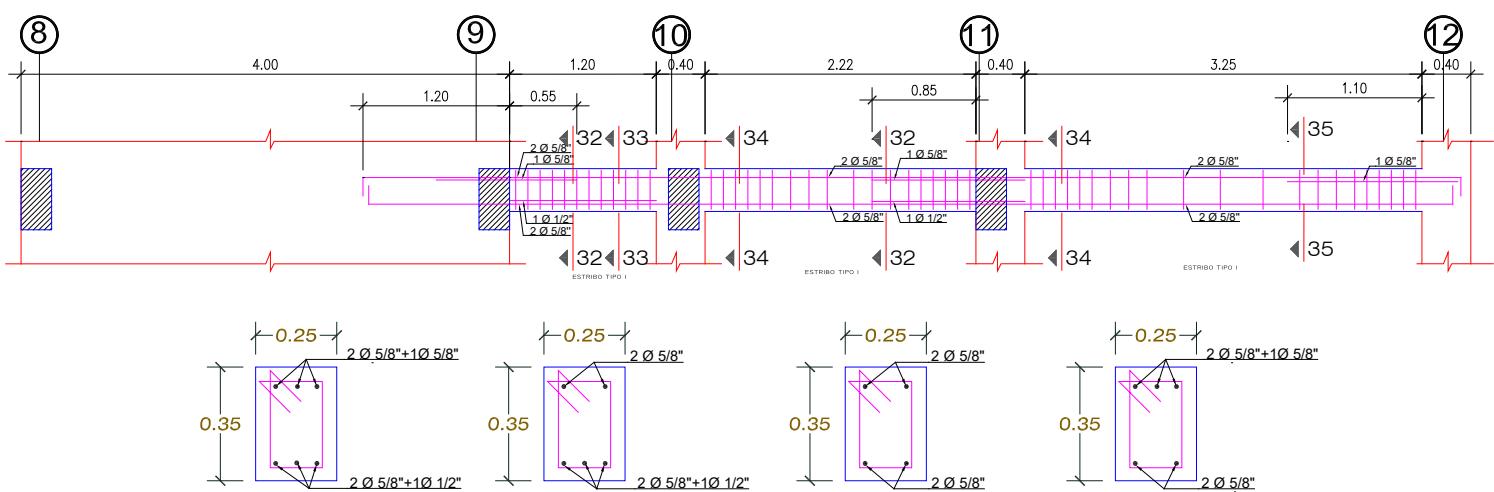
## C) Colocación de acero estructural en elementos estructurales

- Vigas

*Creación de cada viga que conforma la estructura y colocación de refuerzo según los detalles en el plano estructural.*



*Detalle de refuerzo en plano estructural V2- 25x35 EJE A/8-9*



Secc 32-32

ESC. 1/25

Secc 33-33

ESC. 1/25

Secc 34-34

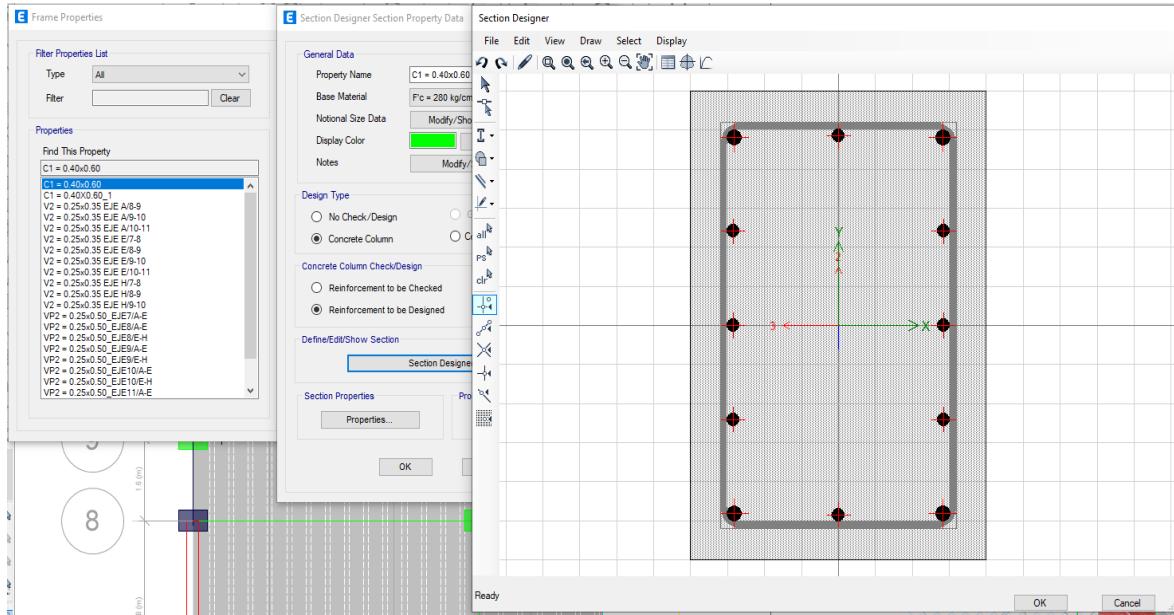
ESC. 1/25

Secc 35-35

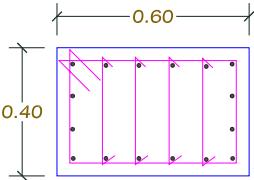
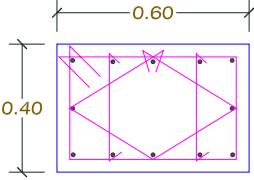
ESC. 1/25

- Columna

*Creación de cada columna que conforma la estructura y colocación de refuerzo según los detalles en el plano estructural.*



*Detalle de refuerzo en plano estructural C1=0.4x0.6*

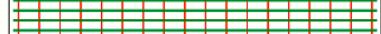
TIPO	SECCIÓN	ACERO	ESTRIBOS	F'c
C-6		4 03/4" 12 05/8"	1er Piso  Ø 3/8"; 1@0.05, 8@0.10, resto@.20  2do al 8vo Piso  Ø 3/8"; 1@0.05, 5@0.10, resto@.20	280 kg/cm <sup>2</sup>
C-1		4 03/4" 8 05/8"	1er Piso  Ø 3/8"; 1@0.05, 8@0.10, resto@.20  2do al 8vo Piso  Ø 3/8"; 1@0.05, 5@0.10, resto@.20	280 kg/cm <sup>2</sup>

- Placas

*Colocación de refuerzo en muros de corte según los detalles en el plano estructural.*

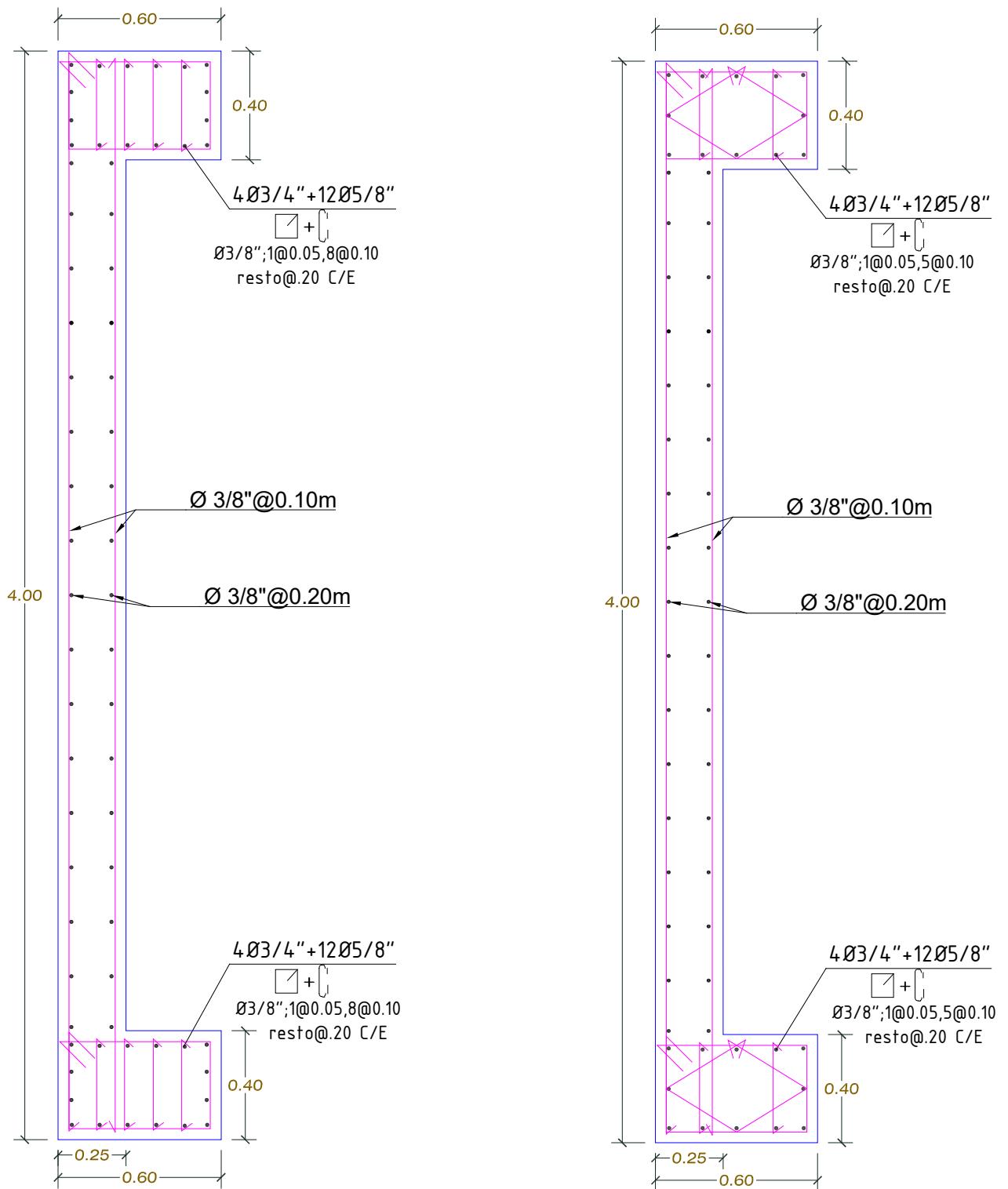
### PLACA 1

**Wall Hinge Reinforcement**

<b>Wall Design Type</b>	<input checked="" type="radio"/> Pier	<input type="radio"/> Spandrel					
<b>Rebar Layout</b>							
 							
<b>Rebar Material and Clear Cover</b>							
Material Flexure	Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>						
Material Shear	Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>						
Bar Clear Cover	0.04	m					
<b>Geometry</b>							
Start X (m)	Start Y (m)	End X (m)	End Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	Start Zone Size (m)	End Zone Size (m)
0	14.79	0	18.37	3.58	0.25	0	0
<b>Reinforcement</b>							
<b>Flexural Detail - Each Face</b>				<b>Flexural Detail (Additional Individual Bars)</b>			
Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Number of Bars	*	Material	Distance (m)	Area (m <sup>2</sup> )
Start	3/8	0.15	19	*			
Center	3/8	0.1	19				
End	3/8	0.15	0				
<b>Shear/Confinement Detail</b>							
Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Confined				
Start	3/8	0.15	No				
Center	3/8	0.1	No				
End	3/8	0.15	No				

**OK**      **Cancel**

*Detalle de refuerzo en plano estructural: Placa 1*



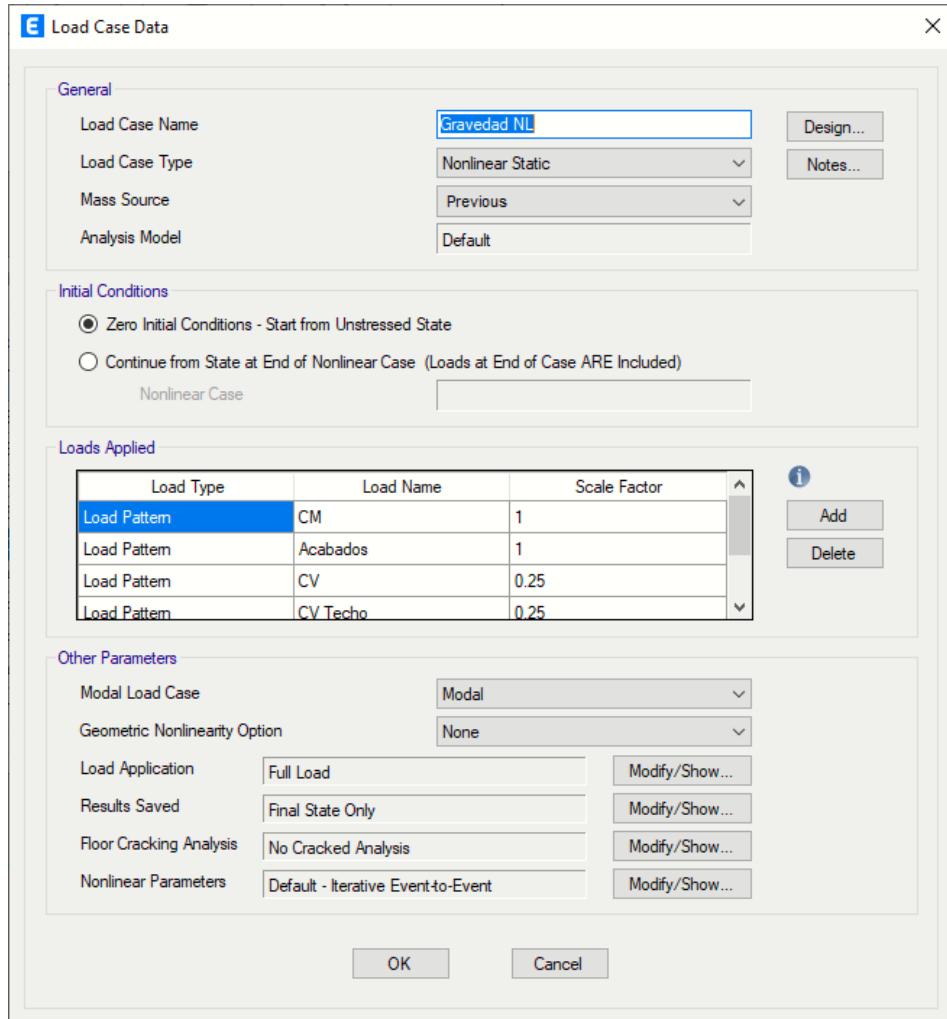
**P5 - 1ºPISO**

**P5-B - 2ºPISO AL 8ºPISO**

## D) Creación de caso de carga no lineal

- Caso de carga no lineal por gravedad

*Creación de caso de carga “GRAVEDAD NL”*



Tipos de carga incluidas en “GRAVEDAD NL”

$$CM = 100\%$$

$$Lad Techo = 100\%$$

$$CV = 25\%$$

$$Tabiqueria = 100\%$$

$$CV Techo = 100\%$$

$$Acabados = 100\%$$

- Caso de carga de fuerza laterales proporcionales al peso en cada nivel

*Fuerzas laterales dirección XX*

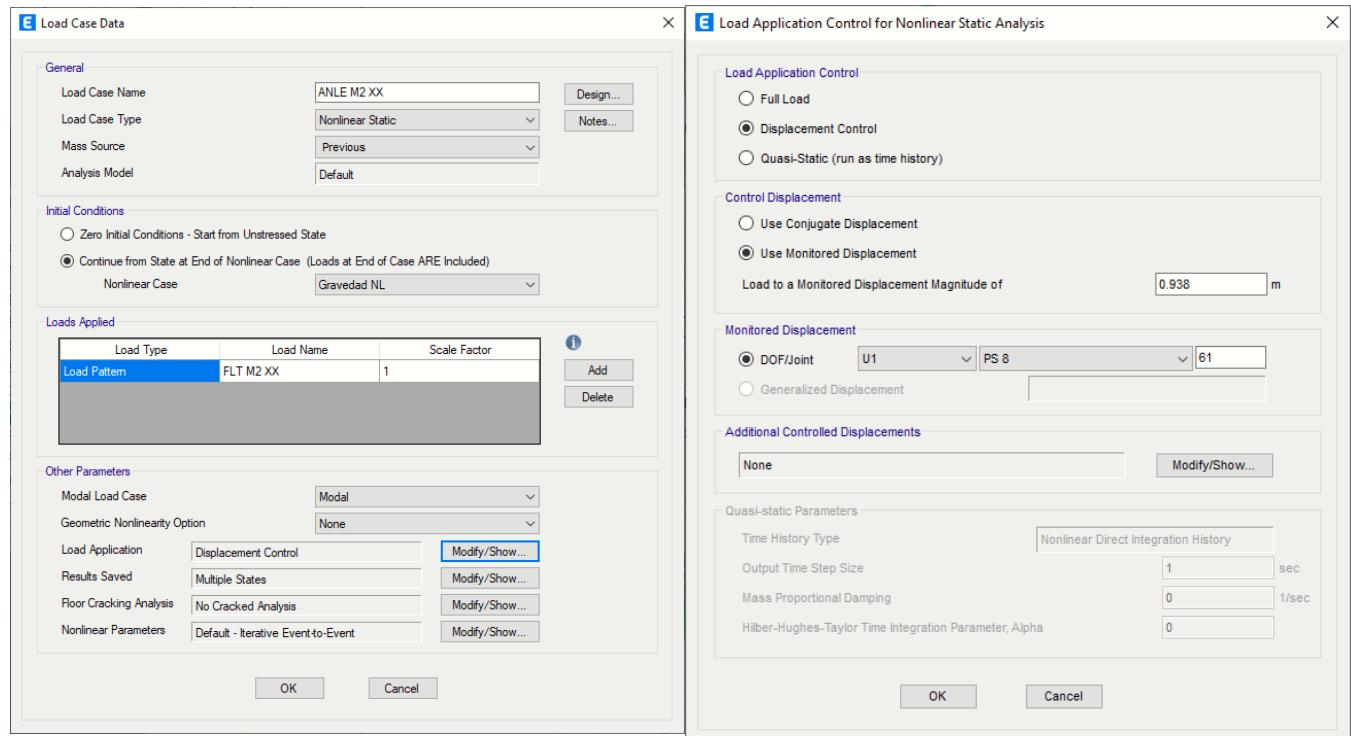
Load Set 1 of 1				
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
PS 8	D8	6.9068	0	0
PS 7	D7	3.6753	0	0
PS 6	D6	3.1971	0	0
PS 5	D5	2.7189	0	0
PS 4	D4	2.2406	0	0
PS 3	D3	1.7624	0	0
PS 2	D2	1.2841	0	0
PS 1	D1	1	0	0

*Fuerzas laterales dirección YY*

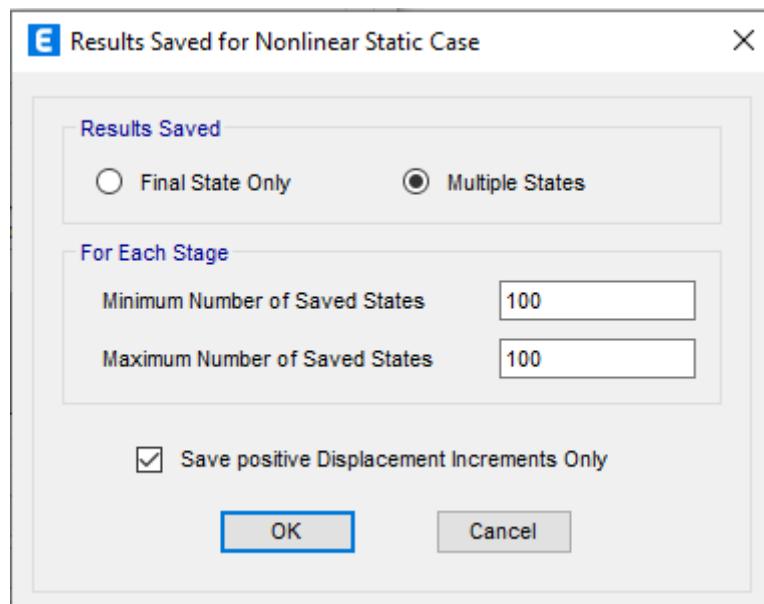
Load Set 1 of 1				
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
PS 8	D8	0	6.9068	0
PS 7	D7	0	3.6753	0
PS 6	D6	0	3.1971	0
PS 5	D5	0	2.7189	0
PS 4	D4	0	2.2406	0
PS 3	D3	0	1.7624	0
PS 2	D2	0	1.2841	0
PS 1	D1	0	1	0

- Caso de carga pushover “ANLE”

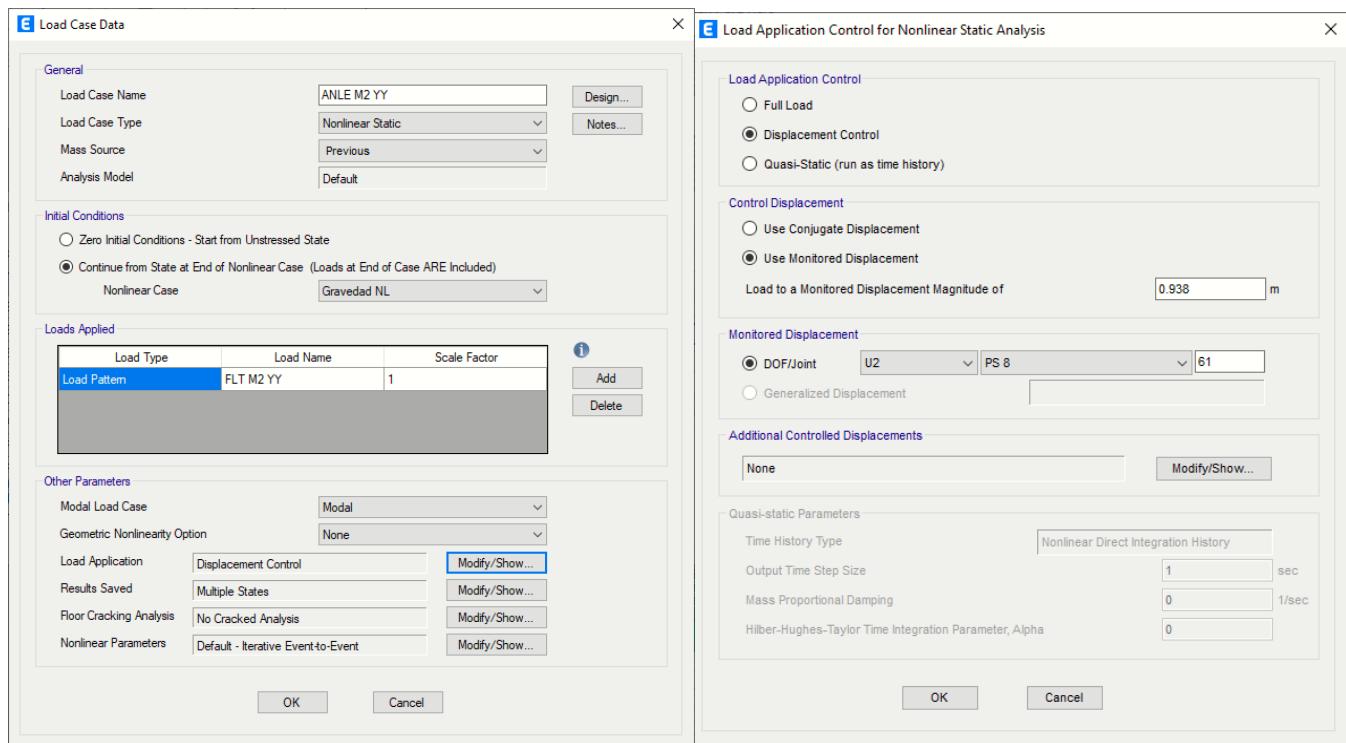
*Creación y modificación de parámetros de carga pushover “ANLE XX”*



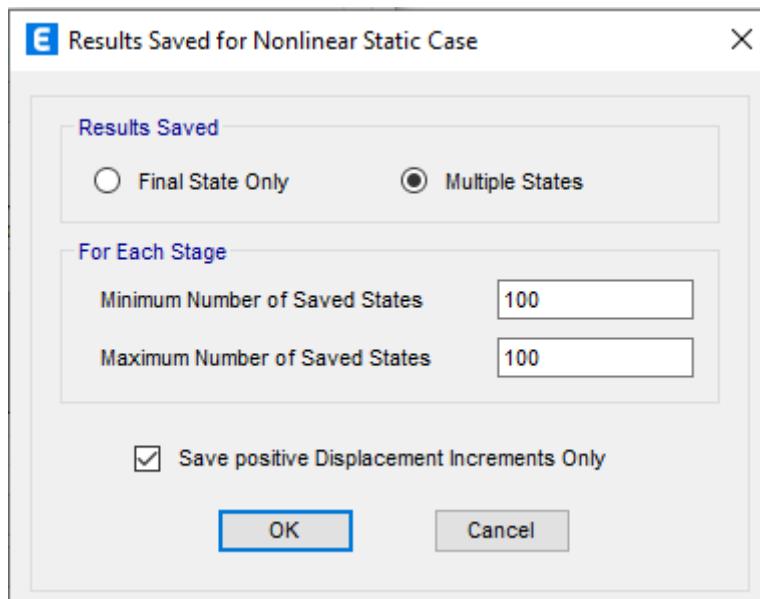
*Número mínimos y máximos de step dirección XX*



## Creación y modificación de parámetros de carga pushover “ANLE YY”



## Número mínimos y máximos de step dirección YY



- **Creación de espectro de demanda**
  - Cálculo de coeficiente de reducción sísmica “R”
    - *Cálculo de tiempo de periodo de retorno de sismo*

$$Tr1 = \frac{30}{\ln(1 - 50\%)} = 43 \text{ años}$$

$$Tr2 = \frac{50}{\ln(1 - 50\%)} = 72 \text{ años}$$

$$Tr3 = \frac{50}{\ln(1 - 10\%)} = 475 \text{ años}$$

$$Tr4 = \frac{50}{\ln(1 - 5\%)} = 975 \text{ años}$$

- *Cálculo de coeficiente de fuerza*

$$F1 = \left(\frac{43}{475}\right)^{0.35} = 0.431$$

$$F2 = \left(\frac{72}{475}\right)^{0.35} = 0.517$$

$$F3 = \left(\frac{475}{475}\right)^{0.35} = 1$$

$$F4 = \left(\frac{975}{475}\right)^{0.35} = 1.286$$

- *Cálculo de coeficiente de reducción sísmica “R”*

$$R1 = \frac{1}{0.431} = 2.32$$

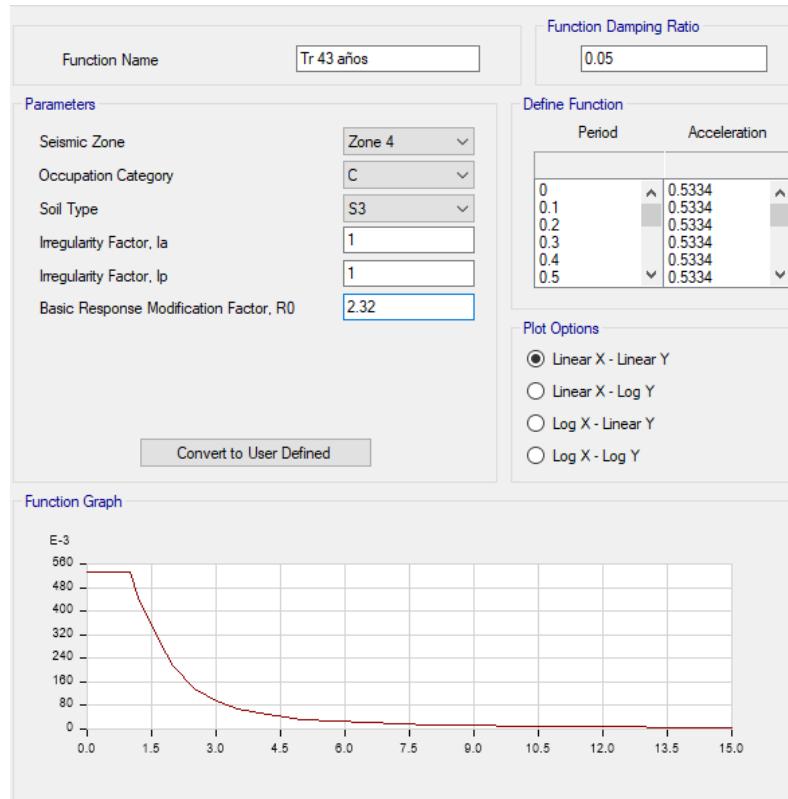
$$R2 = \frac{1}{0.517} = 1.934$$

$$R3 = \frac{1}{1} = 1$$

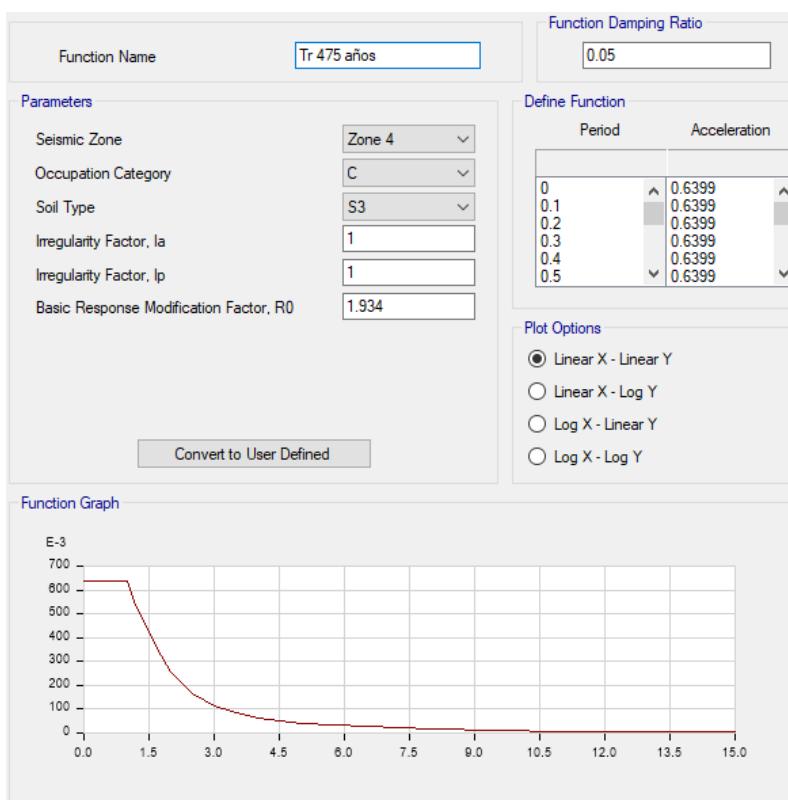
$$R4 = \frac{1}{1.286} = 0.778$$

➤ Creación de espectro de periodo de retorno

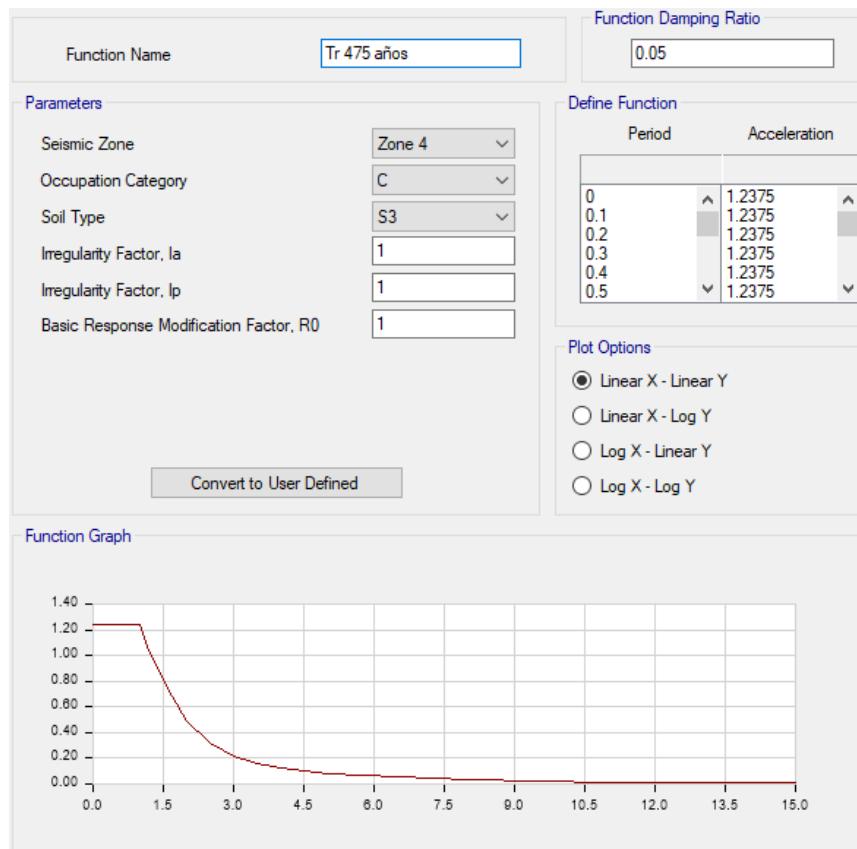
*Espectro Tr 43 años*



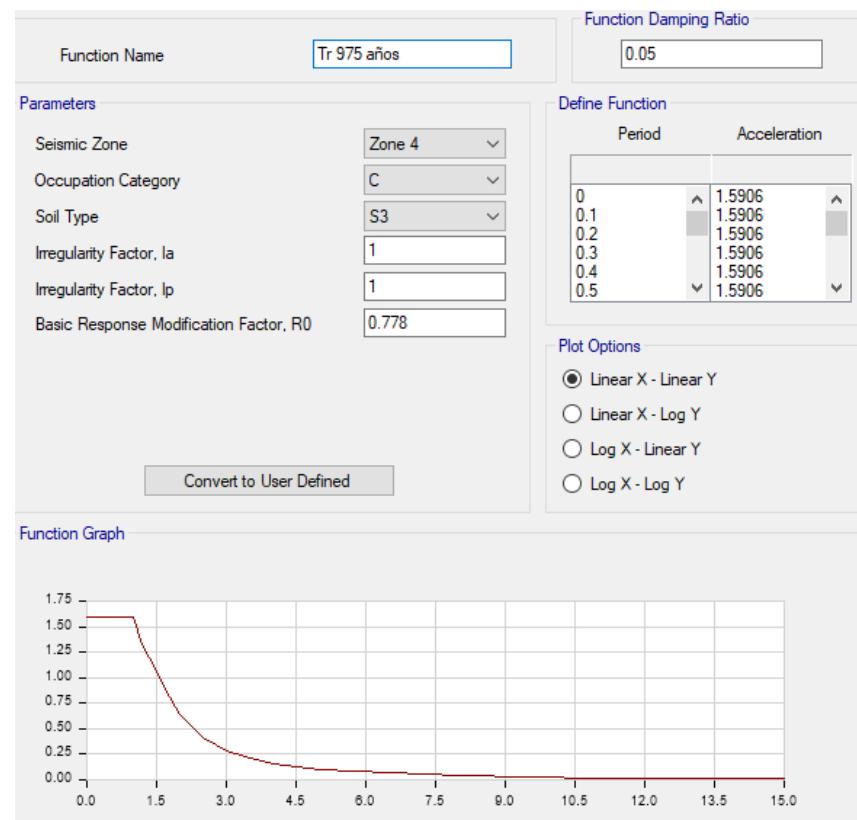
*Espectro Tr 72 años*



## Espectro Tr 475 años



## Espectro Tr 975 años



## E) Asignación de rotulas plásticas

- Vigas

*Creación automática de rotulas plásticas para vigas*

**Frame Assignment - Hinges**

Frame Hinge Assignment Data		Location Type	Relative Distance	Distance from End m
Hinge Property				
Auto	Relative to clear length	0		
Auto M3	Relative to clear length	0		
Auto M3	Relative to clear length	1		

**Auto Hinge Assignment Data**

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

[Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...](#)

**OK**    **Cancel**

*Utilización de tabla ASCE41-17, evaluada para el caso de carga “Peso”*

**Auto Hinge Assignment Data**

**Auto Hinge Type**  
From Tables In ASCE 41-17

**Select a Hinge Table**  
Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i

**Degree of Freedom**  
 M2  
 M3

**Hysteresis Type** Isotropic    [Modify/Show](#)

**V Value From**  
 Case/Combo Peso  
 User Value V2 tonf

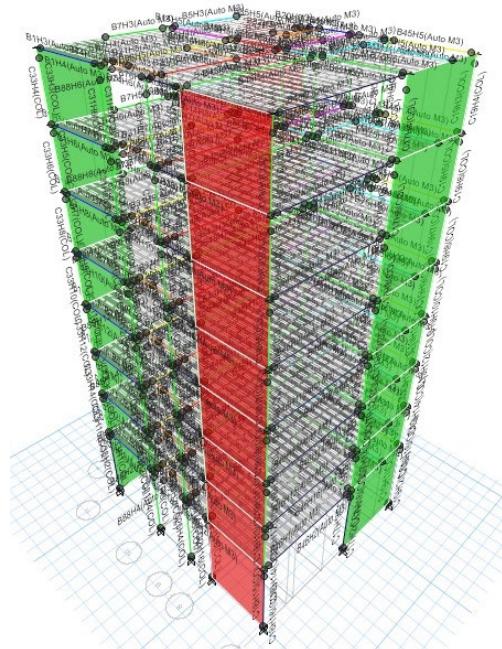
**Transverse Reinforcing**  
 Transverse Reinforcing is Conforming

**Reinforcing Ratio ( $p - p'$ ) / pbalanced**  
 From Current Design  
 User Value (for positive bending)

**Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity**  
 Drops Load After Point E  
 Is Extrapolated After Point E

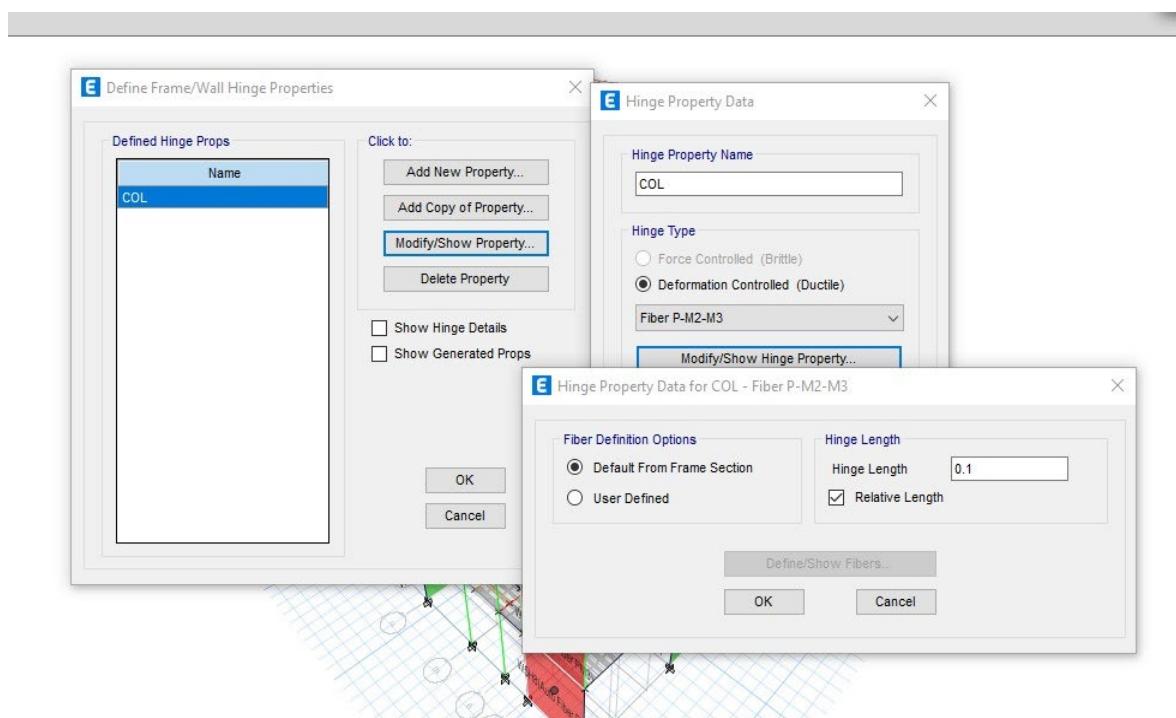
**OK**    **Cancel**

## Asignación automática de rotulas plásticas para vigas

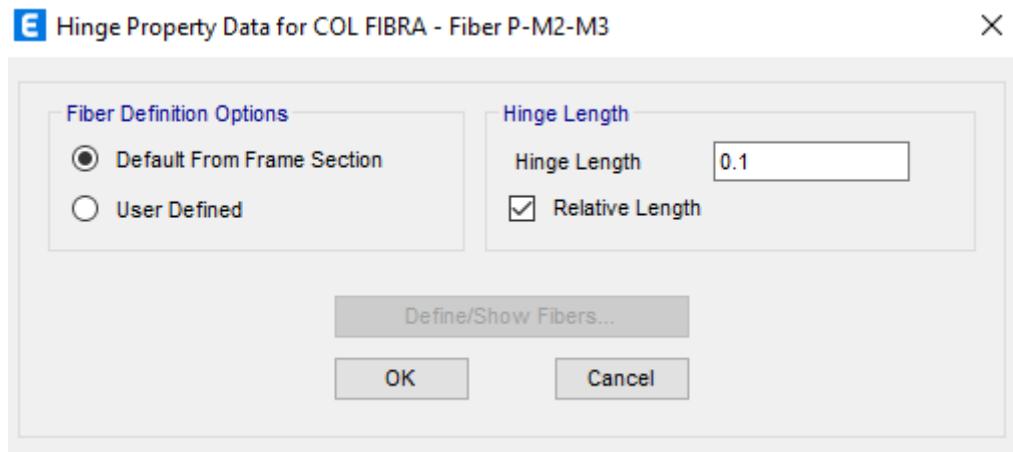


- Columnas

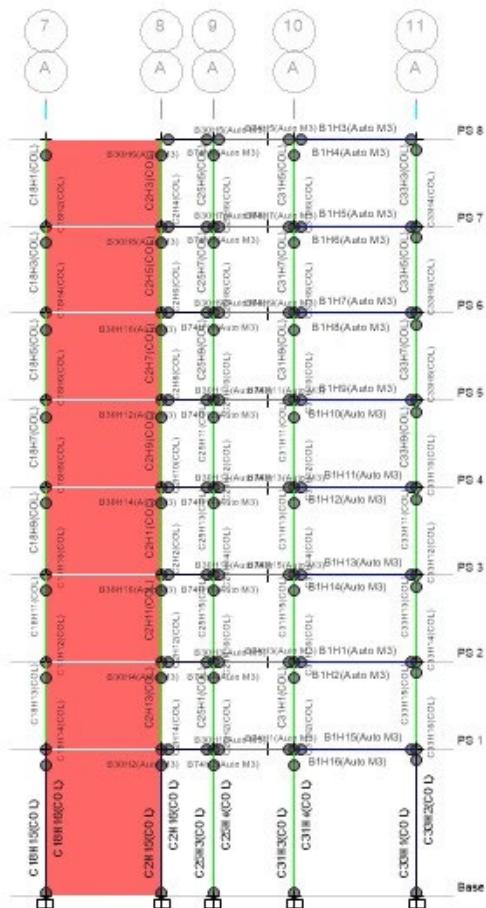
### Creación automática de rotulas plásticas para columnas



### *Utilización modelo rotula (Hinge) tipo fibra para P-M2-M3*

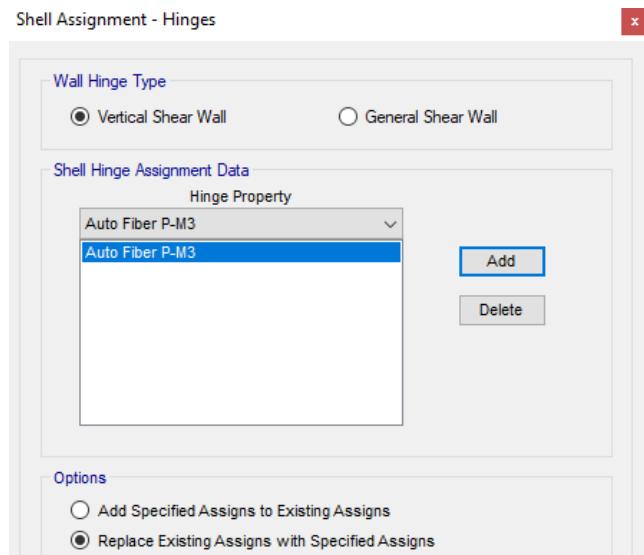


## *Asignación automática de rotulas plásticas para columnas*

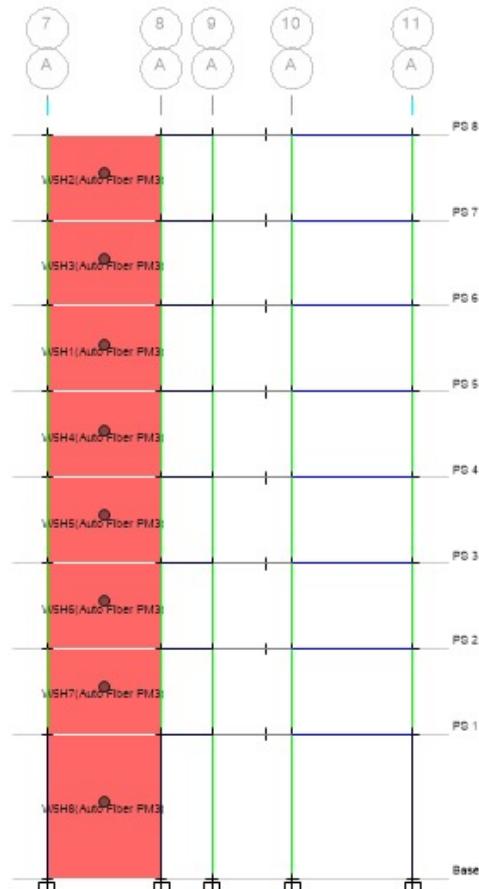


- Placas

*Creación automática de rotulas tipo fibra para muros de corte*

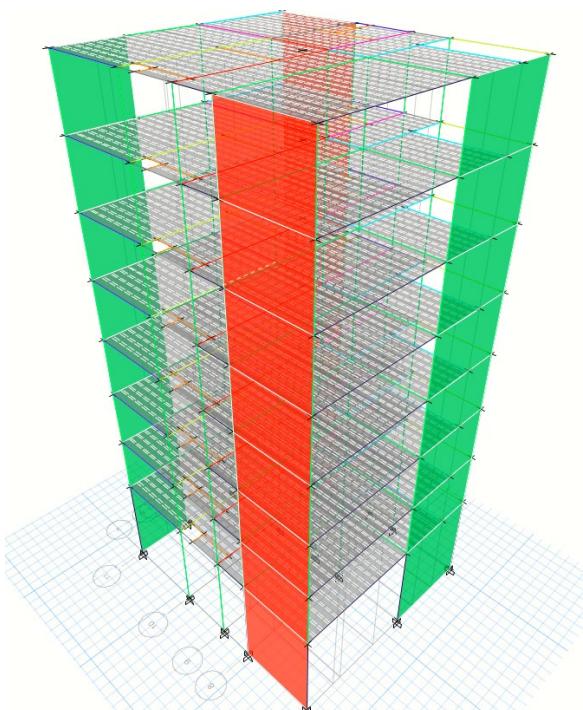
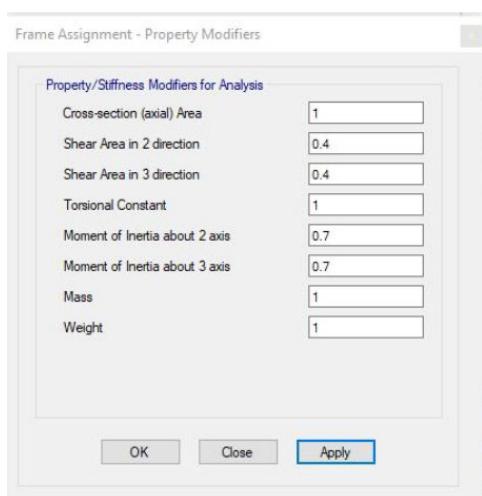


*Asignación automática de rotulas plásticas para muros de corte*

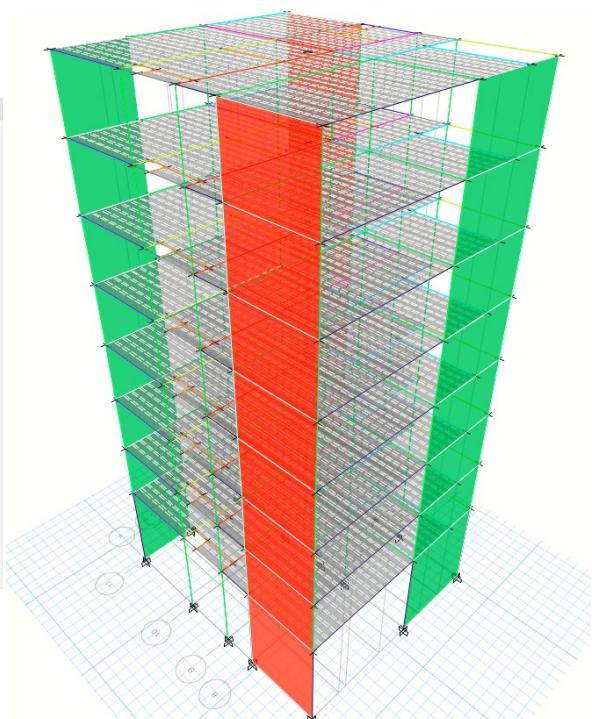
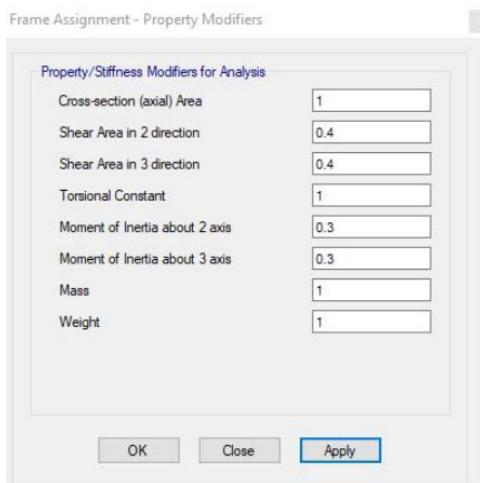


## F) Asignación de rigidez efectiva

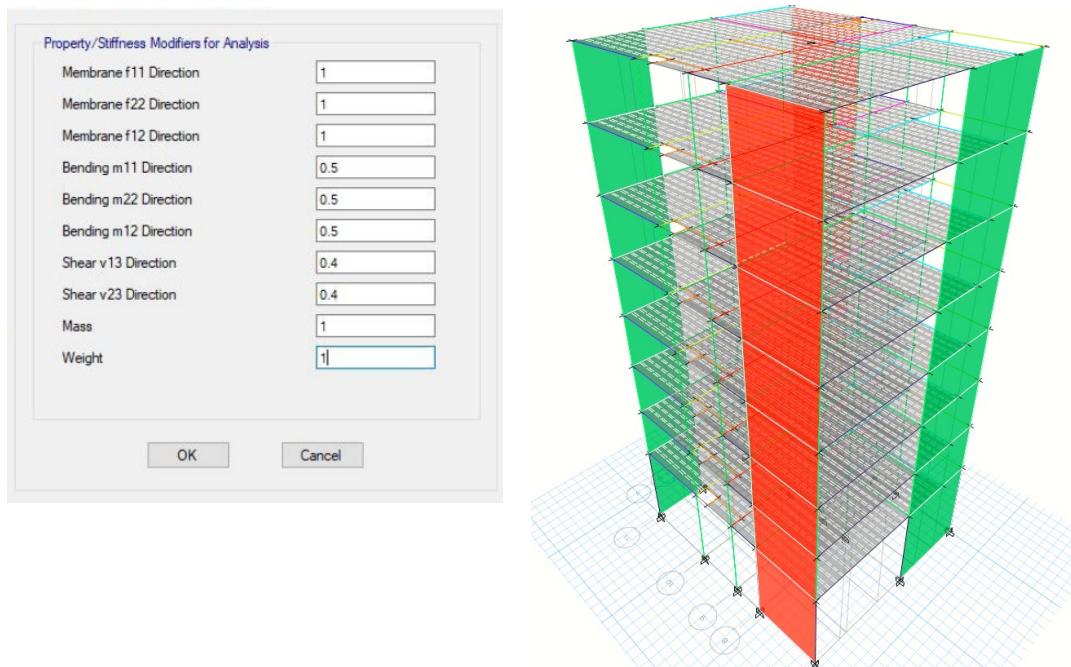
### Rigidez efectiva para columnas



### Rigidez efectiva para vigas

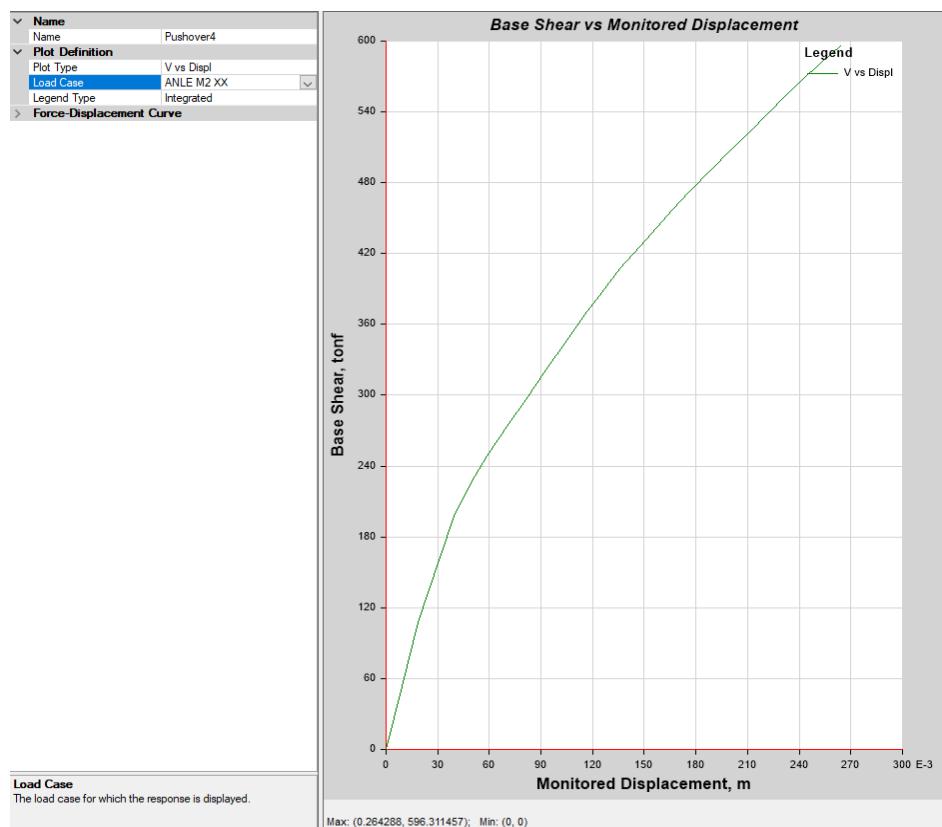


## Rigidez efectiva para muros estructurales

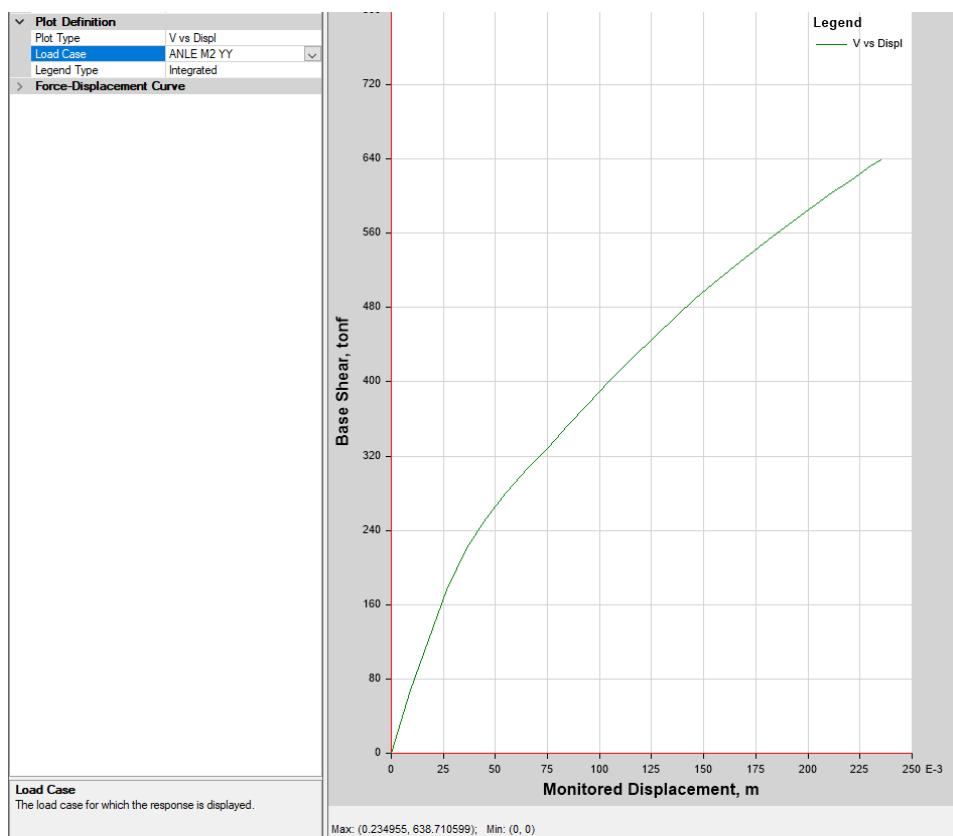


## G) Curva Demanda capacidad

*Curva demanda capacidad ANLE M2 XX*

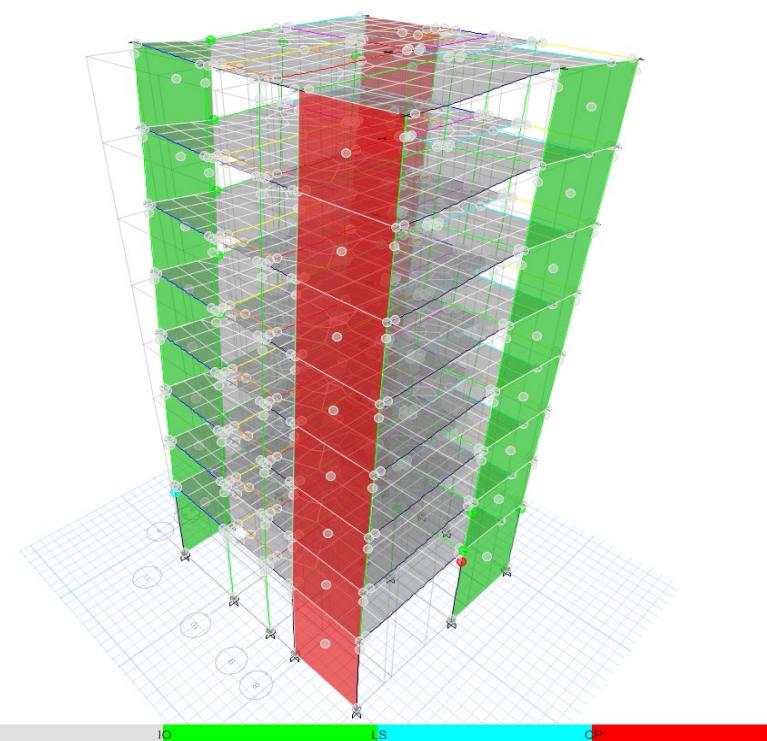


*Curva demanda capacidad ANLE M2 YY*

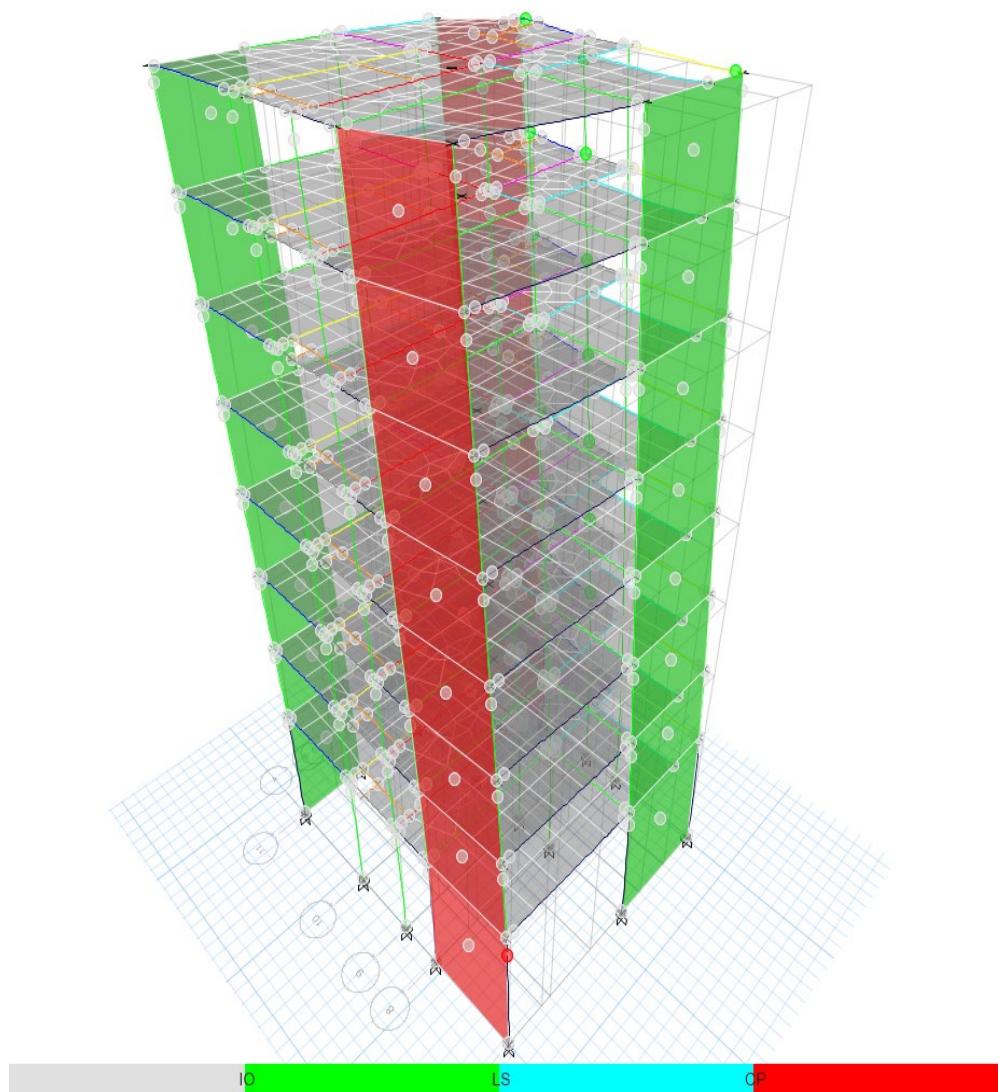


## H) Rotula plástica Modulo 2

*Concentración de rotulas plásticas dirección XX*

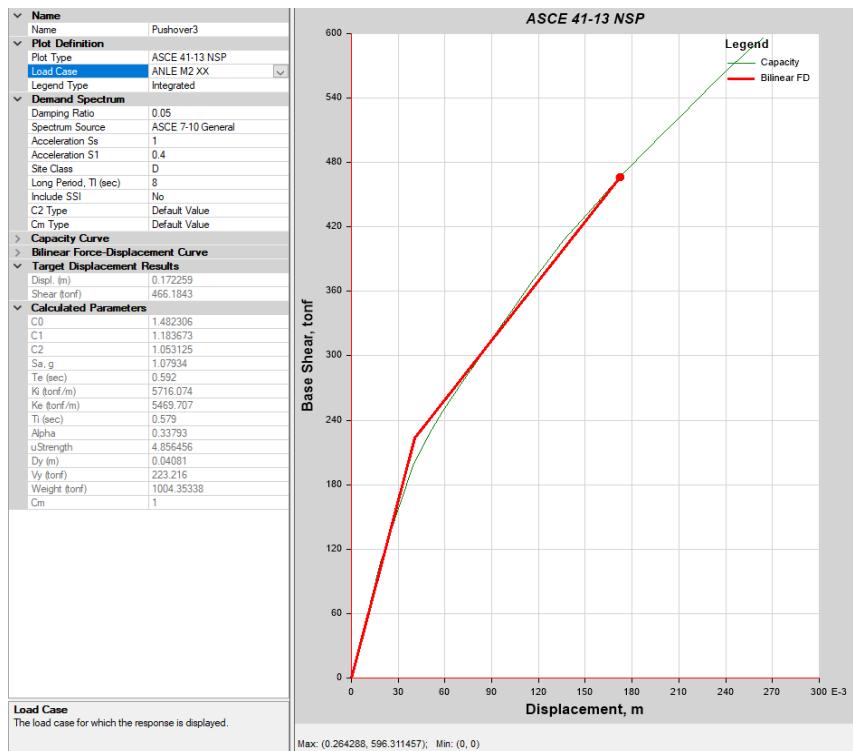


*Concentración de rotulas plásticas dirección YY*

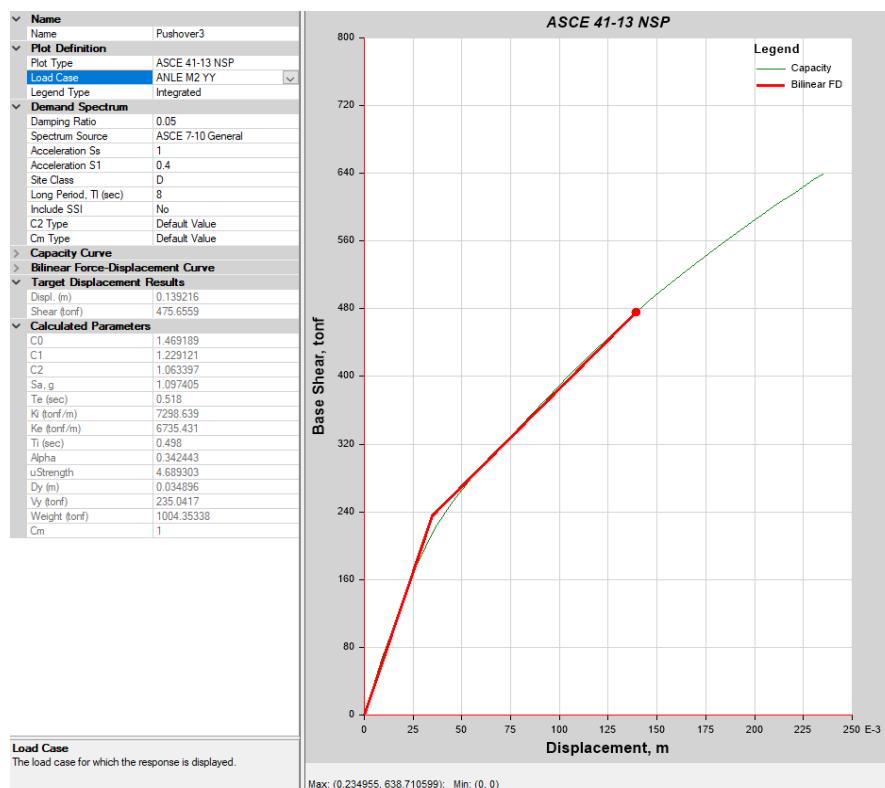


## I) Punto de desempeño

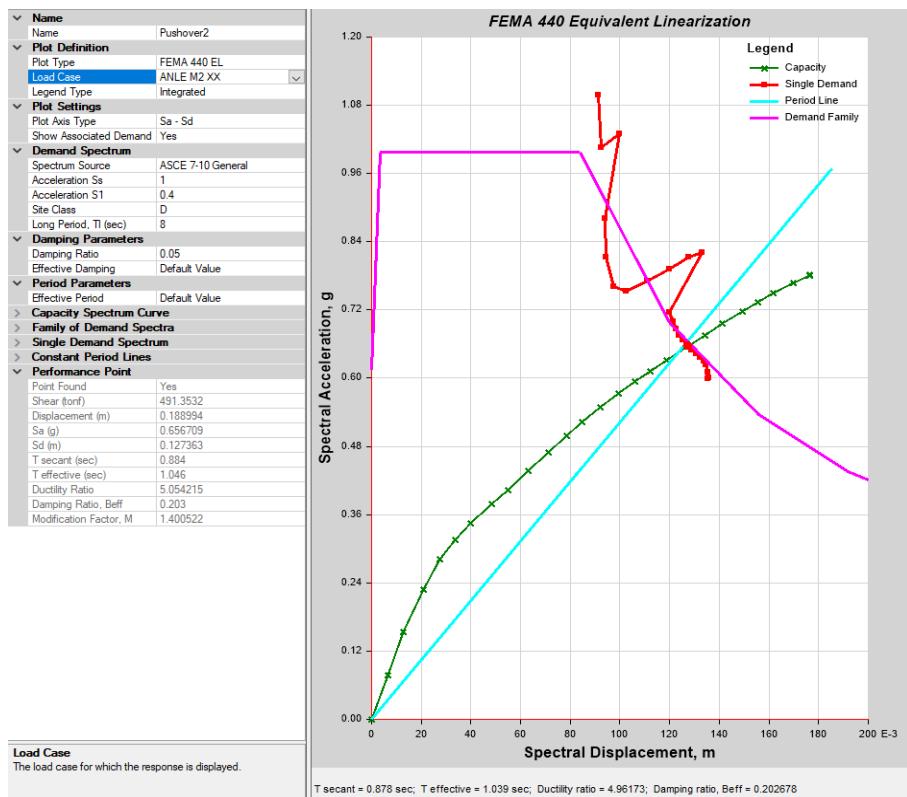
*Punto de desempeño general por ASCE41-13 XX*



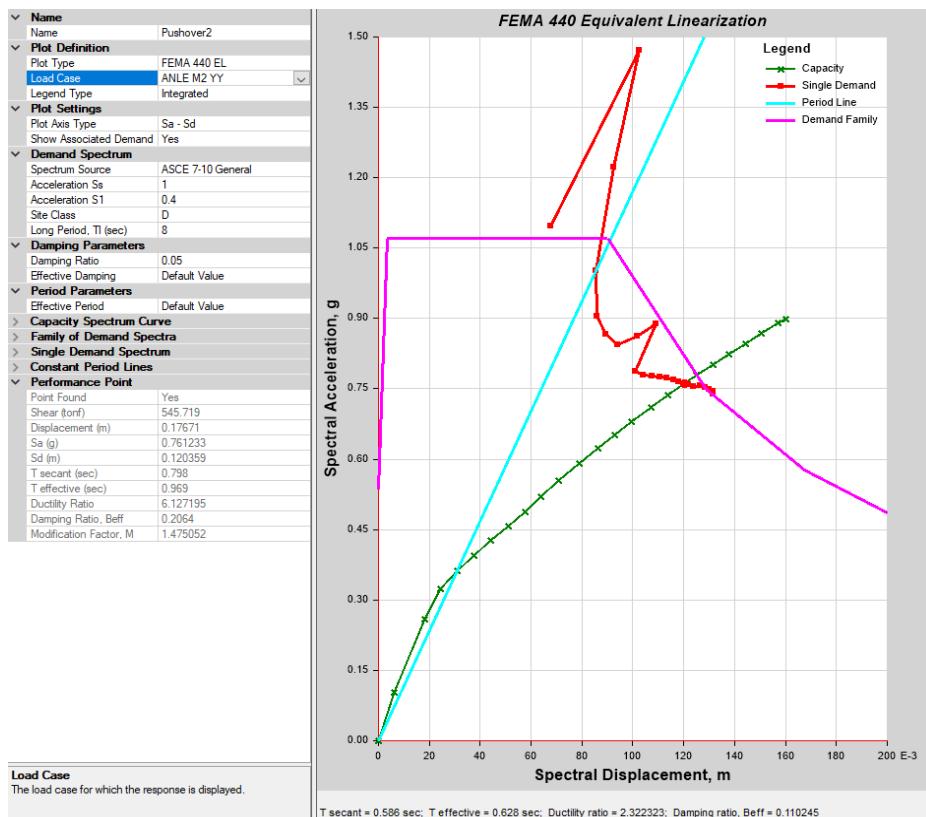
*Punto de desempeño general por ASCE41-13 YY*



## Punto de desempeño general por FEMA 440 XX



## Punto de desempeño general por FEMA 440 YY



**ANEXO 8**

**MECANICA DE SUELO**

INFORME TÉCNICO  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE  
CLASIFICACIÓN Y CIMENTACIÓN



PROYECTO:

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N°  
80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA  
ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

UBICACIÓN:

SECTOR : JERUSALÉN  
DISTRITO : LA ESPERANZA  
PROVINCIA : TRUJILLO  
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

OCTUBRE DEL 2019

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Soliz Alcalde  
EN EL DISEÑO DE LA MEJORIA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

## ÍNDICE

### ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CLASIFICACIÓN Y CIMENTACIÓN

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822  
SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD"

1. GENERALIDADES
2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD
3. ETAPAS DEL ESTUDIO
4. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE CIMENTACIÓN  
DEL PROYECTO
5. TRABAJOS EFECTUADOS
6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO
7. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y  
DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN
8. CALCULO DE ASENTAMIENTOS
9. ANÁLISIS Y PARÁMETROS SISMO RESISTENTES
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
11. RESULTADOS DE LABORATORIO
12. PANEL FOTOGRÁFICO
13. PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CLASIFICACIÓN Y CIMENTACIÓN**1. GENERALIDADES****1.1 Objetivo**

El presente informe técnico, corresponde al estudio de Mecánica de Suelos para la Cimentación del proyecto "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD", el cual ha sido solicitado al suscrito por La Municipalidad Distrital de La Esperanza.

Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que han permitido definir la estratigrafía del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos.

El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación y clasificación, se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones", del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**1.2 Problemas**

La construcción de obras civiles sin estudios de suelos previos, trae consigo la aparición posterior de problemas estructurales (asentamientos, fisuras y rajaduras en muros y losas, etc.).

**1.3 Ubicación y Descripción del Área en Estudio.**

El terreno, materia del presente estudio donde se hará el Mejoramiento De Los Servicios Educativos De La I.E. N° 80822 Santa María De La Esperanza, Distrito

INGEO MA  
Ingeniería y Geología

Ing. Roberto Carlos Zuluaga Alcalde

De La Esperanza - Trujillo - La Libertad, se encuentra ubicado en El Sector Jerusalén, perteneciente al Distrito de La Esperanza, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

El Distrito de La esperanza se encuentra ubicado en la costa norte del Perú, a unos 4 Km al norte del Centro Histórico de la ciudad de Trujillo, con un área geográfica de 15.55 km<sup>2</sup> y una altitud media de 77 m.s.n.m. Tiene como límites geográficos los siguientes distritos:

- Al norte : Distrito de Huanchaco
- Al sur : Distritos de Trujillo y Huanchaco
- Al este : Distritos de El Porvenir y Florencia de Mora
- Al oeste : Distrito de Huanchaco

En el Distrito de La Esperanza las lluvias son escasas, se dan de forma ocasional solo en los meses de verano (de diciembre hasta abril) las cuales pueden ser de débiles a ligeramente fuertes. En los meses de verano (diciembre a abril), las temperaturas máximas pueden oscilar entre los 26°C a 30°C con mínimas de entre 15°C a 17°C con cielos generalmente despejados. Sin embargo se puede llegar a superar estos valores cuando el fenómeno El niño está presente, llegando incluso hasta los 35°C. En los meses siguientes, en la época de otoño e invierno, las temperaturas fluctúan entre los 19°C y 12°C, con días muy frescos y con poca presencia solar.

## 2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

### 2.1 Geología

En el área de estudio no se determinó la presencia del Nivel de Aguas Freáticas (NAF) hasta la profundidad explorada de 3.00 m, reportada por el solicitante.

## 2.2 Sismicidad.

Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos las establecidas en las Normas Sismo - resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al país en cuatro zonas:

**Zona 1.-** Comprende la ciudad de Iquitos, parte del Departamento de Loreto, Ucayali, Madre de Dios y Puno; en esta región la sismicidad es baja.

**Zona 2.-** En esta zona la sismicidad es media. Comprende el resto de la región de la selva, parte de Loreto, Ucayali, Amazonas, Puno, Madre de Dios, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Ancash, Cajamarca, La Libertad y parte del Cusco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

**Zona 3.-** Es la zona de alta sismicidad. Comprende parte la costa peruana, de Tumbes a Tacna, la sierra norte y central, así como, parte de ceja de selva; es la zona más afectada por los fenómenos telúricos.

**Zona 4.-** Es la zona de más alta sismicidad. Comprende toda la costa peruana, de Tumbes a Tacna, la sierra norte y central, así como, es la zona más afectada por los fenómenos telúricos.

La ciudad en estudio, se encuentra en la Zona 4, de alta sismicidad. A pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que hayan influido en la estructura geológica de la zona.

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Solís Car Alcalde  
Ingeniero en Geología y Geofísica



FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones



FIGURA N° 2: Ubicación De La Provincia de Trujillo En El Contexto Departamental



FIGURA N° 3: Ubicación Del Distrito de La Esperanza En El Contexto Provincial



FIGURA N° 4: Ubicación De La I.E. N° 80622 Santa María De La Esperanza

### 2.3.1 Parámetros de Diseño Sismo Resistente

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y a la Norma Técnica E – 030 Diseño Sismo Resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de Zona \_\_\_\_\_  $Z = 0.45 (*)$

(b) Condiciones Geotécnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S<sub>3</sub>, que corresponde a suelos flexibles.

(c) Período de Vibración del Suelo \_\_\_\_\_  $T_p = 1.0 \text{ seg}$

(d) Factor de Amplificación del Suelo \_\_\_\_\_  $S = 1.1$

(e) Factor de Amplificación Sismica (C)

Se calculará en base a la siguiente expresión:

$$T < T_p \quad C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.50 \times (T_p/T)$$

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde  
EN EL ALCALDÍO DE MIRANDILLA

T<Tp

$$C = 2.50 \times (T_p \times T_L) / T^2$$

INGEO MÁ

Para T = Periodo de Vibración de la Estructura = H/Ct

(f) Categoría de la Edificación \_\_\_\_\_ A

(g) Factor de Uso \_\_\_\_\_ U = 1.5

(h) La Fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

Para:

V = CORTANTE BASAL

Z= FACTOR DE ZONA

U= FACTOR DE USO

S= FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO

C= FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

R = COEFICIENTE DE REDUCCION

P= PESO DE LA EDIFICACIÓN

\*El área en estudio, corresponde a la zona 4, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

INGEO MÁ

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
ESTUDIOS INGENIERIA HACIENDA Y MATERIALES

### 3. ETAPAS DEL ESTUDIO

Los trabajos se efectuaron en 3 etapas:

#### 3.1 Fase de Campo

El solicitante y el personal técnico del laboratorio hizo el respectivo sondeo y la recolección de muestras, con la finalidad de tener un perfil estratigráfico; las muestras fueron empaquetadas en bolsas plásticas para luego ser llevadas al laboratorio mecánica de suelos y materiales.

#### 3.2 Fase de Laboratorio

Las muestras obtenidas en campo fueron llevadas al laboratorio con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

#### 3.3 Fase de Gabinete

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye:

Análisis físicos de los perfiles hallados en la configuración estratigráfica, cálculo de la capacidad portante, así como profundidad de desplante de las estructuras, conclusiones y recomendaciones.

### 4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se trata de la construcción del Proyecto "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"; proyectada para una infraestructura educativa (edificación) de 3 niveles o pisos, para la cual según la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones" se realizó el estudio de mecánica de suelos a través de ocho (08) calicata a cielo abierto, para su posterior análisis y clasificación que ayudará a

determinar el tipo de sistema más idóneo para este fin ingenieril, así mismo se establece el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de suelo en análisis, la cual constara de una cimentación superficial, que cumple la función de soporte el cual servirá de apoyo para este proyecto, transmitiendo las cargas al terreno de fundación.

## 5. TRABAJOS EFECTUADOS

### 5.1 Trabajos de Campo

Las investigaciones de Campo estuvieron intimamente ligadas y elaboradas por el personal técnico del laboratorio de suelos y el solicitante. La exploración se realizó en lugares estratégicos, mediante 08 calicata a cielo abierto.

La profundidad máxima alcanzada fue de 3.00 m., computados a partir del terreno natural, lo que permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados.

El nivel de Aguas freáticas no fue encontrado hasta la profundidad explorada.

### 5.2 Trabajos de Laboratorio

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

#### 5.2.1 Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM-D-422)

Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
TÉCNICO DE LABORATORIO DE INGENIERÍA DE SUELOS Y MATERIALES

#### 5.2.2 Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)

Es un ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una porción de suelo en términos de su peso en seco.

#### 5.2.3 Peso Específico Relativo de Sólido (ASTM-D-854)

Se define también como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

#### 5.2.4 Límites de Consistencia

Límite Líquido: ASTM-D-423

Límite Plástico: ASTM-D-424

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40.

La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

#### 5.2.5 Peso Unitario Volumétrico (BS-1377)

El peso unitario volumétrico se define como la masa contenida en una determinada unidad de volumen, considerando su estado seco como húmedo. El peso de una sustancia porosa depende de su estado como seca (Los poros de masa de los sólidos están ocupados solo por aire).

#### 5.2.6 Corte Directo (ASTM-D-3080)

Ensayo que nos brinda los parámetros de ángulo de fricción y cohesión, fundamentales en la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se

permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

## **6.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

De acuerdo a la exploración efectuada mediante la C-01 a la C-08, tal como se observa en el récord del estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntados; el perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

CALICATA N° 01 (COORDENADAS: E = 714364,608 N = 9107697,750)

E-1 / 0.00 - 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.82 % que pasa la malla nº 200, clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo “SP” y de acuerdo a la clasificación “AASHTO”, como un suelo “A-3 (0)”. Con una humedad natural de 2.98 % y un Peso Unitario de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> a condiciones de estado seco.

CALICATA N° 02 (COORDENADAS: E = 714357.250 N = 9107710.077)

E-1 / 0.00 - 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

*Ing. Roberto Carlos Solizter Alcalde*

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.67 % que pasa la malla nº 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.11 %.

**CALICATA N° 03 (COORDENADAS: E = 714399.352 N = 9107709.811)**

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.65 % que pasa la malla nº 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.14 %.

**CALICATA N° 04 (COORDENADAS: E = 714371.597 N = 9107747.265)**

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 3.99 % que pasa la malla nº 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.71 % y un Peso Unitario de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> a condiciones de estado seco.

## CALICATA N° 05 (COORDENADAS: E = 714308.841 N = 9107723.508)

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.88 % que pasa la malla n° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.29 %.

## CALICATA N° 06 (COORDENADAS: E = 714371.096 N = 9107641.036)

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.25 % que pasa la malla n° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.50 %.

## CALICATA N° 07 (COORDENADAS: E = 714343.086 N = 9107633.720)

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.45 % que pasa la malla n° 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)".



Ing. Roberto Carlos Ruiz Alcalde  
EN INGENIEROS DE MEJORAS DE SUELOS Y MATERIALES

(0)". Con una humedad natural de 3.17 % y un Peso Unitario de 1.65 gr/cm<sup>3</sup> a condiciones de estado seco.

CALICATA N° 08 (COORDENADAS: E = 714334.986 N = 9107662.817)

E-1 / 0.00 – 0.30 m. Estrato compuesto por Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico.

E-2 / 0.30 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.59 % que pasa la malla nº 200, clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 3.62 %

**7. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

**7.1 Parámetros e Hipótesis de Cálculo**

7.1.1 Se trata de una cimentación sobre arena pobremente graduada "SP" (E-2)

7.1.2 Por el Tipo de material aplicaremos las fórmulas de capacidad de carga dadas por Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte local que está dada por la fórmula que luego se describe.

INGEOMA  
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
SISTEMAS INGENIERÍA GEOTECNICA

BIBLIOGRAFIA: PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES (AUTOR: BRAJA M. DAS)

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE CIMENTACION (PAGINA 156 - 161)

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expuso la capacidad de carga última en la forma:

**PARA FALLA GENERAL POR CORTE**

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{3} \gamma B N_y \quad (\text{Cimentación corrida})$$

$$q_u = 1.3 cN_c + qN_q + 0.4 \gamma B N_y \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 1.3 cN_c + qN_q + 0.3 \gamma B N_y \quad (\text{Cimentación circular})$$

Sobrecarga efectiva ( $\gamma$ )

$\gamma = \gamma D_f$  Siendo:

$\gamma$  = peso específico del suelo

o peso unitario del suelo

$D_f$  = profundidad de desplante

o profundidad de cimentación

Los factores de capacidad de carga  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_y$  serán según Tabla 3.1 (pag. 158)

Donde:

$q_u$  = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA

$c$  = cohesión

$q$  = sobrecarga en la base de la cimentación (sobrecarga efectiva)

$B$  = Base o lado (si es cuadrada), ancho si es rectangular.

**MODIFICACIONES PARA CIMENTACIONES QUE EXIBEN FALLA LOCAL POR CORTE**

$$q_u = 0.7 cN'_c + qN'_q + \frac{1}{3} \gamma B N'_y \quad (\text{Cimentación corrida})$$

$$q_u = 0.867 cN'_c + qN'_q + 0.4 \gamma B N'_y \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 0.867 cN'_c + qN'_q + 0.3 \gamma B N'_y \quad (\text{Cimentación circular})$$

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_y$  son los factores de capacidad de carga modificada. La variación con el ángulo de fricción del suelo se da en Tabla 3.2 (pag. 160)

$N'_q$  = Factor unidimensional de capacidad de carga, dependiente del ancho y de la zona de empuje pasivo función del ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), considera la influencia del peso del suelo.

$N'_y$  = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna. La sobrecarga se halla representada por el peso por unidad de área  $\gamma^* D_f$  del suelo que rodea la zapata.

$N'_c$  = Factor de capacidad de carga, función de la cohesión.

FS = Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:

- (a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
- (b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.
- (c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.
- (d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos  $FS$  igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.

De acuerdo a estas referencias podemos asumir parámetros con valores mínimos de acuerdo a las inspecciones de campo de tal forma de estar del lado de la seguridad.

El valor del ángulo de fricción interna y cohesión, parámetros importantes de la resistencia del suelo se reporta mediante el ensayo de corte directo (Norma Técnica Peruana 339.171), realizado en el laboratorio, cuyos resultados son:

Callesta	Ángulo de Fricción $\phi$	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Por Falla Local	
			Ángulo de Fricción $\phi$	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>
C-01	31.0	0.000	22.0	0.000
C-04	31.5	0.000	22.2	0.000
C-07	31.3	0.000	22.1	0.000

#### 8. CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamiento Totales y los Asentamiento Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que

podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = C_s q B \left( \frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

Donde:

$S$  = asentamiento (cm)

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo arcilloso donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de  $E = 1800 \text{ Tn/m}^2$  y un coeficiente de Poisson de  $\nu = 0.20$ .

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentaciones rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

## 9. ANÁLISIS Y PARÁMETROS SISMO RESISTENTES

9.1.- De acuerdo con la norma Técnica de Edificación E-030 Diseño Sismo - resistente y el predominio del suelo de la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismo-resistente de las edificaciones, los siguientes parámetros:

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| a). Zonificación:                   | Zona 4 Factor Zona (Z) = 0.45 g. |
| b). Tipo de Suelo:                  | $S_3$                            |
| c). Período Predominante ( $T_p$ ): | 1.0 s                            |
| d). Factor de Suelo ( $S_f$ ):      | 1.1                              |

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde  
ASOCIADO DE INGENIERÍA DE SUELOS Y MATERIALES

e). Uso (U):	1.5
f). Amplificación sísmica (C):	2.50

9.2.- Para la zona de estudio se puede notar los siguiente Parámetros Dinámicos del suelo de cimentación:

Módulo de Poisson ( $\nu$ ) = 0.20      Modulo de elasticidad (E) = 180.00 Kg. /cm<sup>2</sup>.

9.3.- Según el ensayo el suelo es considerado un Suelo Flexible (S<sub>f</sub>):

$$\checkmark \quad T_f(S) = 1.0 \quad S = 1.1$$

#### **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

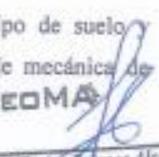
10.1 De acuerdo a la información proporcionada, El Proyecto "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA LE. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD" está destinada para una infraestructura educativa (edificación) que

tendrá una altura equivalente a 3 niveles o pisos, la misma que se desarrollará y ubicará en el Sector Jerusalén, Distrito de La Esperanza, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

10.2 Según las calicatas ensayada en la zona de estudio, se concluye que el terreno en fundación explorado mediante la (C-1 a la C-8) presenta 2 estratos, teniendo así el primer estrato de 0.30 mts conformado por suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts conformado por Arena Pobremente Graduada, de compacidad media, no presenta plasticidad, de color beige (SP) según la clasificación SUCS, hasta la profundidad explorada de 3.00 metros.

10.3 La cimentación superficial recomendable e idónea para este tipo de suelo proyecto es cimentación cuadrada, la cual según el estudio de mecánica de

INGEOMA



Ing. Roberto Cárdenas Gómez Alcalde  
INGEOMA

suelos y criterio técnico nos brinda una capacidad de carga admisible de tal forma que se aplique al terreno una carga no mayor para cada calicata según cuadro:

Calicata	Cimentación Cuadrada		Cimentación Corrida	
	Capacidad Portante Kg/cm <sup>2</sup>	Asentamiento cm	Capacidad Portante Kg/cm <sup>2</sup>	Asentamiento cm
C-1	1.26	1.13	0.76	0.62
C-4	1.29	1.16	0.78	0.63
C-7	1.28	1.15	0.77	0.63

Se usará este tipo de cimiento para las Zapatas siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a 1.80 m. ( $A \times B = 1.50\text{ m} \times 1.50\text{ m}$ ), y para Cimiento Corrido la profundidad de desplante igual a 1.50 m. ( $B = 0.60\text{ m}$ ) considerado a partir del nivel del terreno natural.

10.4 El terreno en estudio reporta una capacidad admisible regular para la construcción de elementos estructurales, por lo cual se recomienda no sobrecargar al terreno a fin de evitar asentamientos y deslizamientos del suelo.

10.5 Se recomienda cortar el suelo de 20 – 30 cm de material, a fin de mejorar el terreno antes de construir los solados, y otros elementos de concreto, el suelo de la superficie debe ser eliminado y cambiado por una capa de material granular (Afirmado) de preferencia GP y/o GW, compactado al 95% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S) del ensayo de Proctor Modificado, a fin de dar mayor estabilidad y resistencia al terreno.

10.6 Para edificaciones de 3 y 4 niveles que es el caso, optar por zapatas aisladas, corridas o continuas. Cada zapata corrida tendrá un nervio formado por una viga principal, que nace desde el fondo de la zapata, de tal manera que el conjunto de

INGEO MA  
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
2013 CEJAC/CONCEPCION DE LOS SISTEMAS DE SUELO Y TERRA

viga - zapata forme una "T" invertida. Estas zapatas corridas, deben estar unidas por vigas de conexión, en la dirección secundaria.

- 10.7 Los resultados del Análisis Químico de los estratos analizados en el EMS donde se plantea realizar la cimentación (profundidad de desplante), reportan leves concentraciones de cloruros y sales solubles totales cumpliendo con los valores permisibles, a su vez presenta moderadas concentraciones de sulfatos, no cumpliendo con el valor mínimos permisibles e indicando la agresividad tanto al concreto como a la armadura de la cimentación, por tal motivo se recomienda emplear el uso de cemento tipo MS.
- 10.8 El curado de las estructuras de concreto será inmediatamente después del desenofrado y las losas tendrán que ser inmediatamente después de iniciado la fragua inicial del concreto, el curado será con una membrana o aditivo curador de buena calidad.
- 10.9 Las dimensiones de la cimentación (B X L) fueron asumidas para efectos de cálculo de la capacidad portante del suelo, sin embargo, el estructural deberá calcular las dimensiones reales de acuerdo a las solicitudes de carga requerida para el tipo de estructura recomendada, dejando en consideración las recomendaciones antes mencionadas bajo criterio del Ingeniero Estructural.
- 10.10 En base a los trabajos de campo, Ensayos de laboratorio, Perfiles y Registros Estratigráficos y características de las estructuras, se recomienda cimentar, a una profundidad de cimentación mínima de acuerdo a la condición de la sub-estructura que se está planteando, para el presente estudio.
- 10.11 Las Conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico, son sólo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores o a otros fines.

Trujillo, Octubre del 2019,

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
ESTUDIO INTEGRAL DE SUELOS Y MATERIALES

## 11. RESULTADOS DE LABORATORIO

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA.  
UBICACION : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

Muestra

Peso de muestra seca

Peso perdido por lavado

COORDENADAS: E = 714364.606 N = 9107687.750

C-01 Estracto 02

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	104.35
Bs + Tara	101.84
Tara	10.68
Peso Agua	2.71
Peso Suelo Seco	90.95
Humedad(%)	2.98

Tamaños ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido		% que pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA	
			Parcial	Acumulado		Líq. Líquido	NP
S*	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico	NP
2.12*	53.550	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico	NP
2*	39.850	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico	NP
1.12*	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS	SP
1*	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO	A-3 (I)
1/2*	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2*	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8*	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/8*	6.355	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.4	4.175	0.00	0.00	0.00	100.00		
8	2.380	4.162	0.83	0.83	99.17		
16	2.000	9.120	1.42	2.25	87.34		
32	1.180	4.260	0.85	3.51	86.49		
64	0.850	3.110	0.82	4.13	85.87		
128	0.600	4.520	0.92	5.05	84.95		
256	0.420	11.280	2.25	7.31	82.25		
512	0.300	20.380	5.32	12.83	87.37		
1024	0.250	46.350	9.27	21.90	78.10		
2048	0.180	102.370	20.47	42.37	57.63	ESPEZOR (m) :	(0.30 - 3.00)
4096	0.150	152.440	31.49	72.86	27.14	ESTRATO C-01:	E-02
8192	0.074	111.630	22.33	95.18	4.82		
< 200		24.08	4.82	100.00	0.00		
Total		500.00					

## CURVA GRANULOMETRICA



INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Sanchez Alcalde  
Dpto. DE LABORATORIO DE MECHANICA DE SUELOS

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA  
DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2018

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-159	J-11
Peso de Tarro (gr.)	10,17	11,18
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	103,95	104,75
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	101,15	102,12
Peso de Suelo Seco (gr.)	90,98	90,94
Peso de Agua (gr.)	2,80	2,63
% de Humedad (%)	3,08	2,89
% De Humedad Promedio (%)		2,98

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
Dpto. DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

D-854

DESCRIPCIÓN	M-100	M-101
Peso de Muestra Seca (gr.)	55.00	55.00
Fiole (ml.)	250	250
Peso de la Fiole (gr.)	91.10	91.10
Peso de Fiole + Agua (gr.)	340.20	340.20
Peso de Fiole + Agua + Muestra (gr.)	374.42	374.52
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.65	2.66
Peso Específico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )	2.65	

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
ELABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA  
DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

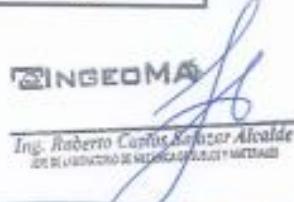
## CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso del Suelo Húmedo + Tara (gr.)	104.35
Peso del Suelo Seco + Tara (gr.)	101.64
Tara	10.68
Peso del Agua (gr.)	2.71
Peso del Suelo Seco (gr.)	90.96
Contenido de Humedad (%)	2.98

## PESO UNITARIO FINO

Peso del Molde (gr.)	80.84	80.84
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	1481.26	1470.92
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1380.42	1390.08
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	817.18	817.18
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.70
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )		1.70

Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66
--	------


 INGEO MA

 Ing. Roberto Carlos Sánchez Alcalde  
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3090

**INGEOMA**

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA  
 ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 Ubicación : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 Calicata : C-1 AASHTO: A-3 (0)  
 Muestra : Estrato 2 SUCS: SP  
 Profundidad : 3.00 mts. Estado: Remoldeado

Esfuerzo Normal		(Kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 Kg/cm <sup>2</sup>		1 Kg/cm <sup>2</sup>		1.5 Kg/cm <sup>2</sup>	
Altura	Lado	(cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Densidad Húmeda:		(gn/cm <sup>3</sup> )	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad		(%)	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Densidad Seca		(gn/cm <sup>3</sup> )	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98
			1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.10	0.05	0.08	0.08	0.05	0.15	0.10
0.10	0.12	0.23	0.10	0.31	0.31	0.10	0.35	0.22
0.20	0.15	0.30	0.20	0.38	0.38	0.20	0.43	0.29
0.35	0.17	0.34	0.35	0.42	0.42	0.35	0.54	0.38
0.50	0.19	0.39	0.50	0.45	0.45	0.50	0.60	0.40
0.75	0.20	0.41	0.75	0.50	0.50	0.75	0.66	0.44
1.00	0.21	0.43	1.00	0.52	0.52	1.00	0.70	0.47
1.25	0.23	0.45	1.25	0.54	0.54	1.25	0.75	0.50
1.50	0.24	0.47	1.50	0.56	0.56	1.50	0.79	0.53
1.75	0.25	0.49	1.75	0.58	0.58	1.75	0.82	0.55
2.00	0.26	0.52	2.00	0.59	0.59	2.00	0.84	0.56
2.50	0.27	0.54	2.50	0.60	0.60	2.50	0.88	0.58
3.00	0.28	0.56	3.00	0.62	0.62	3.00	0.88	0.58
3.50	0.29	0.58	3.50	0.63	0.63	3.50	0.89	0.59
4.00	0.29	0.58	4.00	0.64	0.64	4.00	0.90	0.60
4.50	0.29	0.58	4.50	0.65	0.65	4.50	0.91	0.61
5.00	0.29	0.58	5.00	0.66	0.66	5.00	0.91	0.61
5.50	0.29	0.58	5.50	0.66	0.66	5.50	0.91	0.61
6.00	0.29	0.58	6.00	0.66	0.66	6.00	0.91	0.61
7.00	0.29	0.58	7.00	0.66	0.66	7.00	0.91	0.61
8.00	0.29	0.58	8.00	0.66	0.66	8.00	0.91	0.61
9.00	0.29	0.58	9.00	0.66	0.66	9.00	0.91	0.61
10.00	0.29	0.58	10.00	0.66	0.66	10.00	0.91	0.61
11.00	0.29	0.58	11.00	0.66	0.66	11.00	0.91	0.61
12.00	0.29	0.58	12.00	0.66	0.66	12.00	0.91	0.61

**INGEOMA**  
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y PROYECTOS

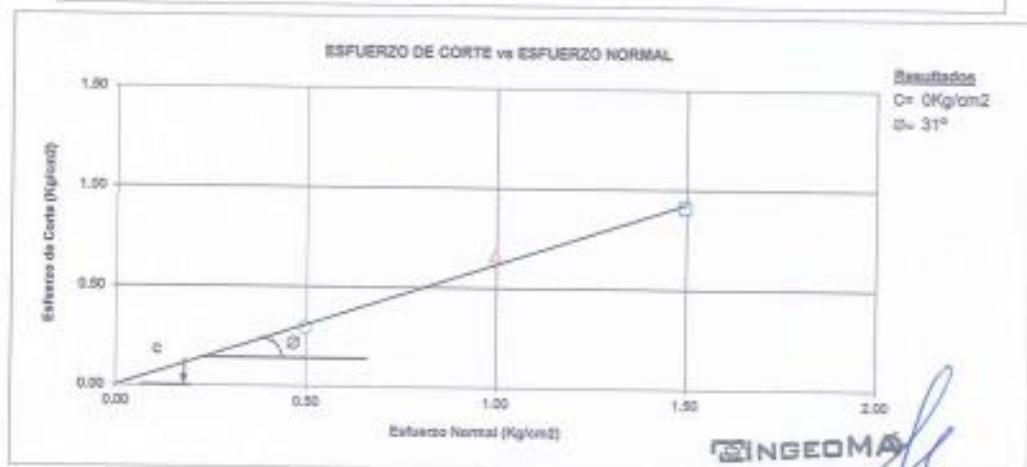
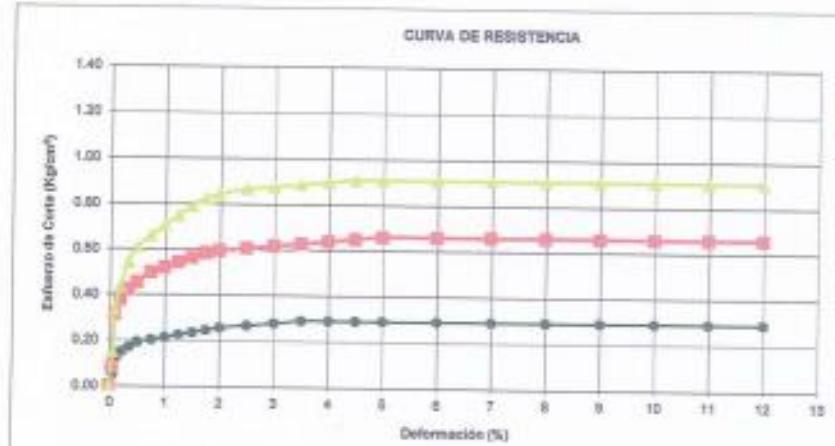
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INGEO MA

ENSAZO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA.I.E, N° 80822 SANTA MARÍA DE LA  
ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
Ubicación : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
Calicata : C-1 AASHTO: A-3 (0)  
Muestra : Extrato 2 SUCS: SP  
Profundidad : 3.00 mts. Estado: Remoldeado



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
EN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOTECNICAS

## ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COORDENADAS: E = 714364.808 N = 9107697.760

INGEOMA

CALICATA N° 01 - ESTRATO E-02 / PROFUNDO. 0.30 - 3.00 m

FECHA : MM.10.11

## CAPACIDAD DE CARGA

$$(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975):$$

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_y S_y$$

## FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{(\tan \phi)^2} \tan^2 \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

## ASENTAMIENTO INICIAL

## Teoría Básica

$$S = C_s q B \left( \frac{1 - v^2}{E_s} \right)$$

## FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} N_c$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_y = 1 - 0.4 \frac{B}{L} > 0.8$$

Peso unitario suelo encima NNF

γ' = 1.00 ton/m³

Relación de Poisson

v' = 0.20

Peso unitario suelo debajo NNF

γ' = 1.00 ton/m³

Módulo de elasticidad del suelo

E\_s = 185.00

Profundidad de cimentación (ZAPATA)

1.00 m

Factor de forma y rigidez cimentación corrida

C\_f = 354.00 cm/m

Factor de seguridad

3.00

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada

C\_f = 112.00 cm/m

Prof. ciment. corriente (ingresar dato, si hay)

1.00

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular

C\_f = 163.00 cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación

q = γD = 2.97 ton/m²

Sobrecarga en la base del cimiento corriente

q = γD = 2.48 ton/m²

## Criterio de Falla Local:

Ángulo de cohesión fricción φ c (kg/cm²)	Nc	Nq	Ny (Vesic)	Nq/Nc	Tan φ
23.00	5.303	16.983	7.021	3.06	0.404

Ensayo Corte Directo	
Ángulo de cohesión	fricción φ c (kg/cm²)
21.00	0.00

B= Ancho de la cimentación  
L= Longitud de cimentación

## CIMENTACION CORRIDA

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm²)	q <sub>ad</sub> (kg/cm²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.17	0.72	0.39
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.29	0.79	0.39
0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.41	0.86	0.87
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.62	0.84	1.14
1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.84	0.88	1.40

## CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm²)	q <sub>ad</sub> (kg/cm²)	S (cm)
1.00	1.00	1.43	1.43	0.00	3.00	1.23	0.88
1.00	1.00	1.43	1.43	0.00	3.22	1.24	0.96
1.00	1.00	1.43	1.43	0.00	3.76	1.38	1.00
2.00	2.00	1.43	1.43	0.00	3.87	1.32	1.50
3.00	3.00	1.43	1.43	0.00	4.32	1.44	2.33

## CIMENTACION RECTANGULAR

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm²)	q <sub>ad</sub> (kg/cm²)	S (cm)
1.00	1.00	1.51	1.27	0.73	3.38	1.13	0.92
1.00	1.00	1.51	1.38	0.75	3.64	1.20	0.98
2.00	3.00	1.31	1.27	0.73	2.01	1.27	2.07
3.00	0.00	1.23	1.23	0.80	4.20	1.48	3.43

Se puede considerar como valor único de diseño:

Racimero™	1.26 kg/cm²
Racimero™	12.64 t/m²
Q <sub>u</sub>	18.95 t/m
S =	1.13 cm

CARACTERISTICAS DEL SUELO DEL SITIO			
BASE	: SP		
ANCHO	= A-3 (B)		
COLOR	: A-1	e (Kg/cm²)	P. u. (Kg/cm²)
SOSE	: 21	3.000	1.05



Ingeniero Civil Roberto Carlos Salazar Alcalde  
Ingeniería Geotécnica y Construcción Civil

**INFORME DE ANALISIS QUÍMICO****LASACI N° 0844-2019- IQUNT**

Solicitante: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822  
SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Muestra: Arena Pobremente Graduada - SP

Procedencia: -1.8 m de profundidad - C-01

Fecha de Ingreso: Octubre del 2019

Muestra recibida en Laboratorio

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES ADM. MAX.
<b>ANIONES</b>			
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	ppm	776	6000
SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ppm	1156	1000
SALES SOLUBLES	ppm	812	5000
pH		5.0	10

Conclusiones: Según los resultados obtenidos se concluye que el suelo en análisis cumple con los valores permisibles en cloruros, sales solubles y pH, pero con lo que respecta a contenido de sulfatos supera el valor admisible máximo, considerándose como presencia moderada de sulfatos.



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INSEOMA

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 1	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2		
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHE:	OCTUBRE	2018	DIST.	LA ESPERANZA	
		SECTOR	JERUSALEN		

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

CALICATA Nº 1

Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.82 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 2.96 % y un peso unitario de 1.65 g/cm<sup>3</sup> en estadio seco.  
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada

INSEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Arcos  
SISTEMA DE MEDICIÓN DE VALORES FISIQUOS

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

## PROYECTO

'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA LE. N° 80822 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'

## SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

## UBICACION

LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

## FECHA

OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

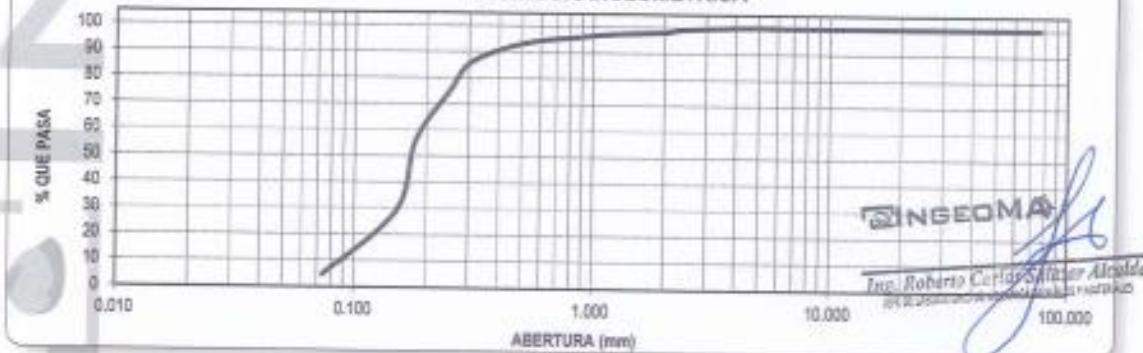
Muestra  
Peso de muestra seca  
Peso perdido por lavado

COORDENADAS: E = 714357.250 N = 9107710.077  
C-02 Estero 02

HUMEDAD NATURAL	
Gr. # Tara	97.51
Gr. + Tara	94.98
Tara	10.32
Peso Agua	2.83
Peso Suelo Seco	94.57
Humedad(%)	3.11

Tamizas ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
-5	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2.10*	53.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2*	50.900	0.00	0.00	0.00	100.00	
1.10*	35.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1*	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4*	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2*	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
5/8*	9.325	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8*	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No.4	4.178	0.00	0.00	0.00	100.00	
8	2.360	4.230	0.85	0.85	99.15	
16	2.000	5.282	1.08	1.90	88.10	
32	1.180	4.990	0.52	2.52	97.18	
64	0.890	6.350	1.27	4.05	95.91	
128	0.600	7.110	1.42	5.51	94.49	
256	0.420	15.720	3.14	8.65	91.34	
512	0.300	29.680	5.94	14.59	85.41	
1024	0.200	51.200	10.24	24.83	75.17	
2048	0.150	95.470	19.09	43.93	35.07	ESPESOR (m) : (0.30 - 3.00)
4096	0.100	135.260	27.05	70.98	29.02	ESTRATO C-02 : E-02
< 200	0.074	121.740	34.35	95.33	4.67	
1000		23.31	4.67	100.00	0.00	
10000		500.00				

## CURVA GRANULOMETRICA



INGEOMA

Ingenieros Civiles y Geólogos

Avda. 28 de Julio 1000 - Oficina 1001 - La Libertad - Perú

Telf: (041) 2500000 - Fax: (041) 2500000

E-mail: [ingeoma@ingema.com.pe](mailto:ingeoma@ingema.com.pe)

www.ingema.com.pe

www.ingemar.com.pe

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-173	J-153
Peso de Tarro (gr.)	10.48	10.15
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	98.65	96.37
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	96.05	93.71
Peso de Suelo Seco (gr.)	85.57	83.58
Peso de Agua (gr.)	2.60	2.66
% de Humedad (%)	3.04	3.18
% De Humedad Promedio (%)	3.11	

INGEO MA

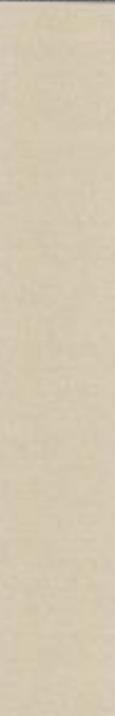
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
2021-2024

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

SINGER MA

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"		
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA		
CALIFICA/TA:	N° 2	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.
FECHA:	OCTUBRE	2019	DIST.
		SECTOR	LA ESPERANZA
			JERUSALEM

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts.	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
CALCATA N° 2						
		E-1	Suelo Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	300000000001	X0000000000X	
		E-2	Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.67 % que pase la malla N° 200, con una humedad natural de 3.11 %. NFM= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada.	SP	A-3 (0)	

Ing. Roberto Carlos Selsas Alcalde  
EN LA ASISTENCIA AL COLEGIO DE INGENIEROS

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

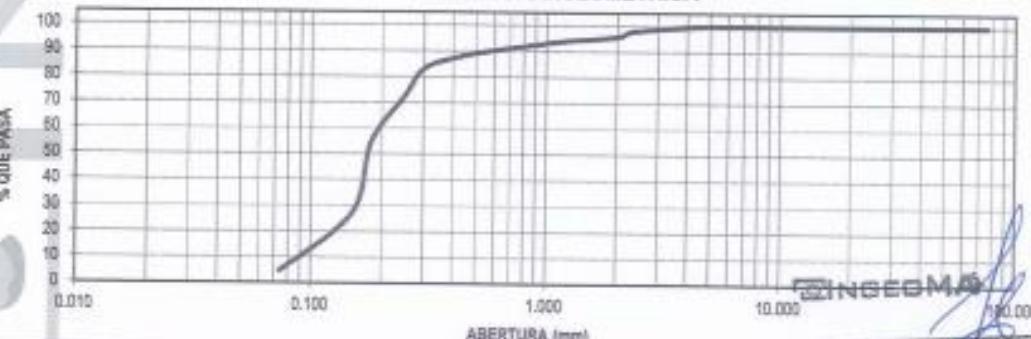
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACION : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019DATOS DEL ENSAYO  
Muestra  
Peso de muestra seca  
Peso perdido por lavadoCOORDENADAS: E = 714389.352 N = 9107709.811  
C-03 Estrato 02  
500.00  
23.27

HUMEDAD NATURAL	
Su + Tara	96.03
Ss + Tara	93.41
Tara	10.96
Peso Agua	2.82
Peso Suelo Seco	83.15
Umedad(%)	3.14

Tamaño ASTM en mm.	Abertura	Peso	% Retenido		% que Pasa	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
			Parcial	Acumulado		L. Líquido	L. Plástico
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2 1/2"	53.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/4"	18.040	0.00	0.00	0.00	100.00	Cias. SUCS	SP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Cias. AASHTO	A-3 (0)
3/8"	9.535	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No.4	4.175	1.130	0.23	0.23	99.77		
8	2.350	8.110	1.82	2.05	97.95		
16	2.000	11.290	2.25	4.30	95.75		
32	1.185	9.120	1.82	6.13	93.87		
64	0.882	8.650	1.73	7.88	92.14		
128	0.600	8.450	1.89	8.75	90.25		
256	0.430	12.220	2.54	12.29	87.71		
512	0.300	23.180	4.93	16.82	83.08		
1024	0.250	31.880	10.37	27.30	72.70		
2048	0.180	89.520	17.46	45.20	54.80	ESPEZOR	(m) : (0.30 - 3.00)
4096	0.150	137.480	27.49	72.69	27.31	ESTRATO	C-03 : E-02
8192	0.074	113.260	22.86	95.35	4.65		
<200		23.27	4.65	100.00	0.00		
Total		500.00					

## CURVA GRANULOMETRICA

INGEOMA  
Ing. Roberto Carlos Muñoz Alcalde  
EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS INGEOMA

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD".  
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-150	J-151
Peso de Tarro (gr.)	10.29	9.83
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	98.61	93.45
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	95.87	90.95
Peso de Suelo Seco (gr.)	85.58	81.12
Peso de Agua (gr.)	2.74	2.50
% de Humedad (%)	3.20	3.08
% De Humedad Promedio (%)		3.14

INGEOMA

Ing. Roberto Cervantes Júarez Alcalde  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

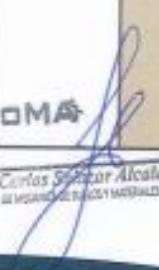
INGEOMA

PROYECTO:	'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 3	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2		
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. TRUJILLO			
FECHA:	OCTUBRE 2019	DIST. LA ESPERANZA			
		SECTOR JERUSALEN			

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excaración	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

CALICATA Nº 3

Ing. Roberto Carlos Sánchez Alcalde  
ESTUDIANTES DE INGENIERIA EN MINAS Y PETROLEO.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACION : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2016

## DATOS DEL ENSAYO

Muestra  
Peso de muestra seca  
Peso perdido por lavado

COORDENADAS: E = 714371.597 N = 9107747.265

C-04 Estrato 02

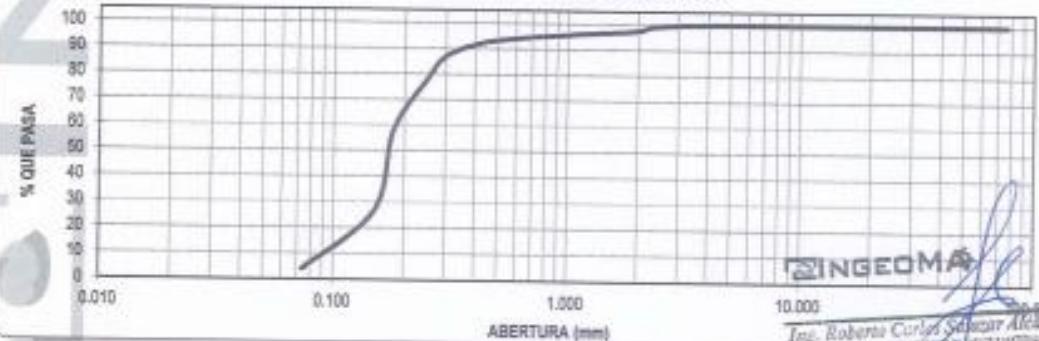
500.00

19.94

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 25.31
Ss + Tara	: 27.75
Tara	: 10.68
Peso Agua	: 3.05
Peso Suelo Seco	: 82.09
Humedad(%)	: 3.71

Tamaños ASTM en mm.	Abertura	Peso	% Retenido		% que pasó	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
			Retenido	Parcial		Peso	Líquido
3"	78.200	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido
2 1/2"	53.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico
2"	39.800	0.00	0.00	0.00	100.00		NP
1 1/2"	28.100	0.00	0.00	0.00	100.00		NP
1"	23.400	0.00	0.00	0.00	100.00		NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		SP
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO
3/8"	9.525	0.000	0.00	0.00	100.00		A-3 (D)
1/4"	6.350	0.000	0.00	0.00	100.00		
No4	4.175	0.000	0.00	0.00	100.00		
8	2.380	4.250	0.85	0.85	99.15		
16	1.100	8.692	1.73	2.58	97.42		
32	1.180	8.310	1.26	3.84	95.18		
64	0.850	4.520	0.50	4.75	95.25		
128	0.500	5.870	1.17	5.92	94.98		
256	0.420	10.290	2.05	7.97	92.03		
512	0.300	25.300	5.09	13.03	85.97		
1024	0.200	44.950	8.99	22.02	77.98		
2048	0.130	98.470	13.32	41.32	58.08	ESPEZOR	(m) : (0.30 - 3.00)
4096	0.100	159.820	31.95	73.28	26.72	ESTRATO	C-04 : E-02
8192	0.074	113.650	22.73	98.01	1.99		
< 200		19.94	3.99	120.00	0.00		
100%		500.00					

## CURVA GRANULOMETRICA



INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Sánchez Alarcón  
Diseñador Civil - C.P. 80310 MEXICO D.F.

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-159	J-11
Peso de Tarro (gr.)	10.17	11.18
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	97.28	94.33
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	94.11	91.41
Peso de Suelo Seco (gr.)	83.94	80.23
Peso de Agua (gr.)	3.17	2.92
% de Humedad (%)	3.78	3.64
% De Humedad Promedio (%)	3.71	

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

D-854

DESCRIPCIÓN	M-100	M-101
Peso de Muestra Seca (gr.)	55.00	55.00
Fiole (ml.)	250	250
Peso de la Fiole (gr.)	91.10	91.10
Peso de Fiole + Agua (gr.)	340.20	340.20
Peso de Fiole + Agua + Muestra (gr.)	374.51	374.58
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.66	2.67
Peso Específico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )	2.66	

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde

DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y MEDIO AMBIENTAL

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso del Suelo Húmedo + Tara (gr.)	97.28
Peso del Suelo Seco + Tara (gr.)	94.11
Tara	3.17
Peso del Agua (gr.)	3.17
Peso del Suelo Seco (gr.)	63.94
Contenido de Humedad (%)	3.78

## PESO UNITARIO FINO

Peso del Molde (gr.)	80.84	80.84
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	1475.68	1485.83
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1394.84	1404.79
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	817.18	817.18
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.72
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	

Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65
--	------

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Beltrán Alcalde  
 Dpto. de Asistencia Técnica y Control de Proyectos



**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**INGEO MA**

ASTM - D3080

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA  
 ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 Ubicación : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 Calicata : C-4 AASHTO: A-3-(0)  
 Muestra : Estrato 2 SUCS: SP  
 Profundidad : 3.00 mts. Estado: Remoldeado

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.5 Kg/cm <sup>2</sup>		1 Kg/cm <sup>2</sup>		1.5 Kg/cm <sup>2</sup>	
Altura (cm)	Lado (cm)						
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )		1.71		1.71		1.71	
Humedad (%)		3.78		3.78		3.78	
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.65		1.65		1.65	
0.5Kg/cm <sup>2</sup>		1Kg/cm <sup>2</sup>		1.5Kg/cm <sup>2</sup>			
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.17
0.10	0.13	0.26	0.10	0.33	0.33	0.10	0.36
0.20	0.18	0.32	0.20	0.40	0.40	0.20	0.46
0.30	0.18	0.36	0.35	0.44	0.44	0.35	0.56
0.40	0.20	0.41	0.50	0.47	0.47	0.50	0.62
0.75	0.21	0.43	0.75	0.51	0.51	0.75	0.87
1.00	0.23	0.45	1.00	0.53	0.53	1.00	0.71
1.25	0.24	0.47	1.25	0.55	0.55	1.25	0.76
1.50	0.25	0.49	1.50	0.57	0.57	1.50	0.80
1.75	0.28	0.52	1.75	0.59	0.59	1.75	0.83
2.00	0.27	0.54	2.00	0.60	0.60	2.00	0.85
2.50	0.28	0.56	2.50	0.62	0.62	2.50	0.88
3.00	0.29	0.58	3.00	0.63	0.63	3.00	0.89
3.50	0.30	0.60	3.50	0.64	0.64	3.50	0.90
4.00	0.30	0.60	4.00	0.65	0.65	4.00	0.91
4.50	0.30	0.60	4.50	0.66	0.66	4.50	0.92
5.00	0.30	0.60	5.00	0.67	0.67	5.00	0.93
6.00	0.30	0.60	6.00	0.67	0.67	6.00	0.93
7.00	0.30	0.60	7.00	0.67	0.67	7.00	0.93
8.00	0.30	0.60	8.00	0.67	0.67	8.00	0.93
9.00	0.30	0.60	9.00	0.67	0.67	9.00	0.93
10.00	0.30	0.60	10.00	0.67	0.67	10.00	0.93
11.00	0.30	0.60	11.00	0.67	0.67	11.00	0.93
12.00	0.30	0.60	12.00	0.67	0.67	12.00	0.93

Ing. Roberto Carlos Villegas Alcalde  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS MATERIALES

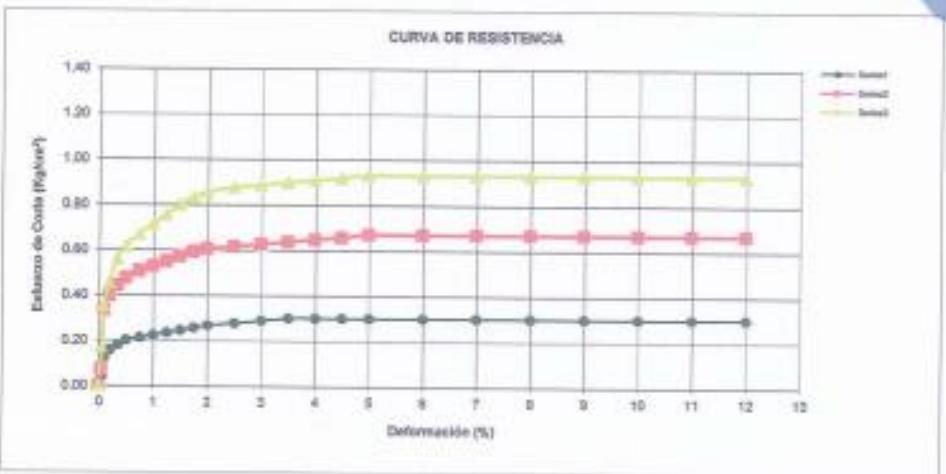
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INGEO MA

ENSAZO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3060

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA  
 ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 Ubicación : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 Calicata : C-4 AASHTO: A-3 (0)  
 Muestra : Estrato 2 SUCS: SP  
 Profundidad : 3.00 mts. Estado: Remolido



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 2018-01-10

## ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

INGEO MA

COORDENADAS: E = 714371.597 N = 9107747.265

CALCATA N° 04 - ESTRATO E-02 / PROFUND. 0.30 + 3.00 m

FECHA: xx.10.10

## CAPACIDAD DE CARGA

$$(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)$$

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{Y}{2} N_y S_y$$

ASENTAMIENTO INICIAL  
Teoría Elástica

$$S = C_s \cdot q \cdot B \left( \frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

## FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi / (N_q - 1)$$

$$N_q = a^{1/\tan^2 \phi} \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

## FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_y = 1 - 0.4 \frac{B}{L} > 0.6$$

Peso unitario suelo ensimma NNF

 $\gamma' = 1.01$  ton/m<sup>3</sup>

Relación de Poisson

 $\nu = 0.20$ 

Peso unitario suelo descajado NNF

 $\gamma' = 1.05$  ton/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad del suelo

 $E_s = 150.00$ 

Profundidad de cimentación (ZAPATA)

 $1.00$  m

Factor de forma y rigidez cimentación comisa

 $C_{cr} = 294.00$  cm/m

Factor de seguridad

 $2.00$ 

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada

 $C_{cq} = 112.00$  cm/m

Prof. cimentación comisa (ingresar datos, si hay)

 $1.00$ 

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular

 $C_{cr} = 153.00$  cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación

 $q_u + q_u = 2.97$  ton/m<sup>2</sup>

Relación de Poisson

 $\nu = 0.20$ 

Sobrecarga en la base del cimiento comiso

 $q_u + q_u = 2.48$  ton/m<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad del suelo

 $E_s = 150.00$ 

## Criterio de Falla Local:

Angulo de cohesión

 $N_c = 17.100$ Fricción  $\phi$  (kg/cm<sup>2</sup>) $N_q = 0.497$ Profundidad  $z$  (m) $N_y = 7.962$ 

Relación de Poisson

 $\nu = 0.497$ 

Factor de seguridad

 $Tan \phi = 0.497$ 

## Ensayo Corte Directo

Angulo de cohesión

 $q_u = 31.00$  kg/cm<sup>2</sup>Fricción  $\phi$  (kg/cm<sup>2</sup>) $31.00$  $B_m$  Ancho de la cimentación $L_m$  Longitud de cimentación

## CIMENTACION CORRIERA

 $B$  (m) L (m) $S_c$  $S_q$  $S_y$  $q_u$  (kg/cm<sup>2</sup>) $q_u$  (kg/cm<sup>2</sup>) $S$  (ton)

0.40

1.00

1.00

2.22

0.74

0.80

1.00

1.00

2.34

0.74

0.80

1.00

1.00

2.40

0.82

1.00

1.00

1.00

2.68

0.88

1.20

1.00

1.00

2.70

0.90

1.40

1.00

1.00

2.70

0.98

1.60

1.00

1.00

2.70

1.06

1.80

1.00

1.00

2.70

1.13

2.00

1.00

1.00

2.70

1.20

2.20

1.00

1.00

2.70

1.26

2.40

1.00

1.00

2.70

1.33

2.60

1.00

1.00

2.70

1.40

2.80

1.00

1.00

2.70

1.46

3.00

1.00

1.00

2.70

1.53

3.20

1.00

1.00

2.70

1.60

3.40

1.00

1.00

2.70

1.66

3.60

1.00

1.00

2.70

1.73

3.80

1.00

1.00

2.70

1.79

4.00

1.00

1.00

2.70

1.86

4.20

1.00

1.00

2.70

1.92

4.40

1.00

1.00

2.70

1.98

4.60

1.00

1.00

2.70

2.04

4.80

1.00

1.00

2.70

2.10

5.00

1.00

1.00

2.70

2.16

5.20

1.00

1.00

2.70

2.22

5.40

1.00

1.00

2.70

2.28

5.60

1.00

1.00

2.70

2.34

5.80

1.00

1.00

2.70

2.40

6.00

1.00

1.00

2.70

2.46

6.20

1.00

1.00

2.70

2.52

6.40

1.00

1.00

2.70

2.58

6.60

1.00

1.00

2.70

2.64

6.80

1.00

1.00

2.70

2.70

7.00

1.00

1.00

2.70

2.76

7.20

1.00

1.00

2.70

2.82

7.40

1.00

1.00

2.70

2.88

7.60

1.00

1.00

2.70

2.94

7.80

1.00

1.00

2.70

3.00

8.00

1.00

1.00

2.70

3.06

8.20

1.00

1.00

2.70

3.12

8.40

1.00

1.00

2.70

3.18

8.60

1.00

1.00

2.70

3.24

8.80

1.00

1.00

2.70

3.30

9.00

1.00

1.00

2.70

3.36

9.20

1.00

1.00

2.70

3.42

9.40

1.00

1.00

2.70

3.48

9.60

1.00

1.00

2.70

3.54

9.80

1.00

1.00

2.70

3.60

10.00

1.00

1.00

**INFORME DE ANALISIS QUÍMICO****LASACI N° 0845-2019- IQUNT**

Solicitante: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822  
SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Muestra: Arena Pobremente Graduada - SP

Procedencia: -1.8 m de profundidad - C-04

Fecha de Ingreso: Octubre del 2019

Muestra recibida en Laboratorio

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES ADM. MAX.
<b>ANIONES</b>			
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	ppm	771	6000
SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ppm	1163	1000
SALES SOLUBLES	ppm	816	5000
pH		5.1	10

Conclusiones: Según los resultados obtenidos se concluye que el suelo en análisis cumple con los valores permisibles en cloruros, sales solubles y pH, pero con lo que respecta a contenido de sulfatos supera el valor admisible máximo, considerándose como presencia moderada de sulfatos.



INGEO MA  
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80522 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 4	MUESTRA:	ESTRATO 6-1, 6-2		
UBICACIÓN:	DEP.: LA LIBERTAD	PROV.:	TRUJILLO		
FECHA:	OCTUBRE	2019	DIST.:	LA ESPERANZA	
		SECTOR:	JERUSALEN		

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

CALICATA N° 4

Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 3.99 % que pasa la malla N° 200, con una humedad natural de 3.71 % y un peso unitario de 1.65 g/cm<sup>3</sup> en estado seco.  
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada.

E-2

SP

A-3 (0)



Ing. Roberto Carlos Sánchez Alcalde  
EN INGENIERIA DE MATERIALES Y MEDIO AMBIENTAL

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

## PROYECTO :

'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'

## SOLICITANTE :

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

## UBICACION :

## FECHA :

OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

## Muestra:

Peso de muestra seca

Peso perdido por lavado

COORDENADAS: E = 714306.841 N = 9107723.508

C-05 ESTRATO 02

500.00

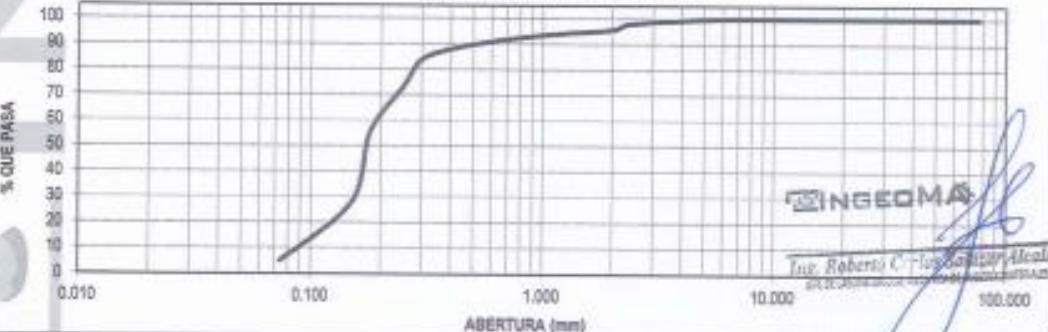
24.38

## HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	55.43
Ss + Tara	33.88
Tara	10.08
Peso Agua	2.75
Peso Suelo Seco	83.62
Humedad(%)	3.28

Tamaños ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido		% que pasa Pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
			Parcial	Acumulado		
2"	19.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
3 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCG : SP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-3 (3)
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00	
3/8"	8.525	0.000	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.380	0.000	0.00	0.00	100.00	
No.8	4.178	2.650	0.53	0.53	99.47	
8	2.380	7.850	1.57	2.10	97.80	
10	2.000	11.250	2.25	4.35	95.65	
15	1.180	8.350	1.67	6.02	93.55	
20	0.850	5.510	1.30	7.32	92.55	
30	0.550	9.150	1.81	9.16	90.84	
40	0.420	12.450	2.50	11.65	88.35	
50	0.330	22.550	4.51	16.16	83.84	
60	0.250	52.850	10.53	26.69	73.31	
80	0.185	89.260	17.85	44.54	55.46	ESPEZOR (m) : (0.30 - 3.00)
100	0.135	138.550	21.71	72.25	27.75	ESTRATO C-05 : E-02
200	0.074	114.350	22.87	95.12	4.88	
< 200		24.38	4.88	100.00	0.00	
Total		500.00				

## CURVA GRANULOMETRICA



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-150	J-151
Peso de Tarro (gr.)	10.29	9.83
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	95.62	97.24
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	92.91	94.45
Peso de Suelo Seco (gr.)	82.62	84.62
Peso de Agua (gr.)	2.71	2.79
% de Humedad (%)	3.28	3.30
% De Humedad Promedio (%)	3.29	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOMA

PROYECTO:	'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 5	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2		
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. TRUJILLO			
FECHA:	OCTUBRE 2018	DIST. LA ESPERANZA			JERUSALEN

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación BUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

CALICATA Nº 5

Suelo Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico  
 Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.88 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 3.29 %. NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada.

E-2

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 INGEOMA - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REINDEERMA

## **ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422**

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 50822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD".  
**SOLICITANTE :** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
**UBICACIÓN :** LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

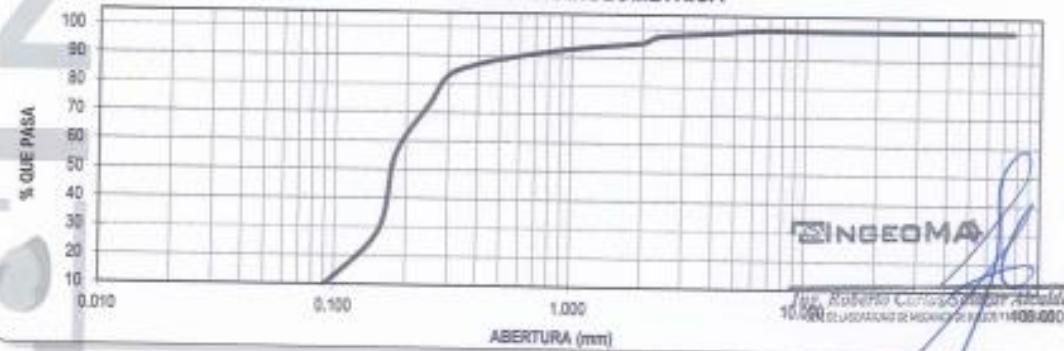
Muestra  
Peso de muestra seca  
Peso perdido por levado

COORDENADAS: E = 714371,096 N = 9107541,038  
Censo Estatal 02  
500,00

HUMEDAD NATURAL	
Gr + Tara	97.25
Sa + Tara	94.31
Tara	10.08
Pasto Agua	234
Pasto Sabor Seco	64.20
Humedad%	3.50

Láminas ASTM	Anchura mm.	Peso Residuo	% Rebasado Parcial	% Rebasado Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00	A3 (0)
3/8"	9.505	0.000	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.000	0.00	0.00	100.00	
No4	4.175	5.300	1.07	1.07	98.93	
8	2.380	7.240	1.45	2.52	97.44	
10	2.000	11.650	2.33	4.65	95.15	
15	1.192	5.750	1.75	6.60	93.40	
20	0.850	7.160	1.45	8.05	91.97	
30	0.600	9.630	1.55	9.05	90.04	
40	0.420	12.510	2.25	12.52	87.48	
50	0.300	22.310	4.46	16.89	83.02	
60	0.250	40.250	10.06	27.74	77.52	
80	0.180	88.320	17.25	44.73	55.30	ESPESOR (m) : (0.30 - 3.00)
100	0.152	139.350	27.92	72.62	27.38	
200	0.074	115.680	23.13	95.75	4.25	ESTRATO C-02 : E-02
< 200		21.28	4.25	100.00	5.00	
Total		500.00				

## CURVA GRANULOMETRICA



Journal of Aging Studies, Vol. 23, No. 3, June 2009, 303–310

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA  
 DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

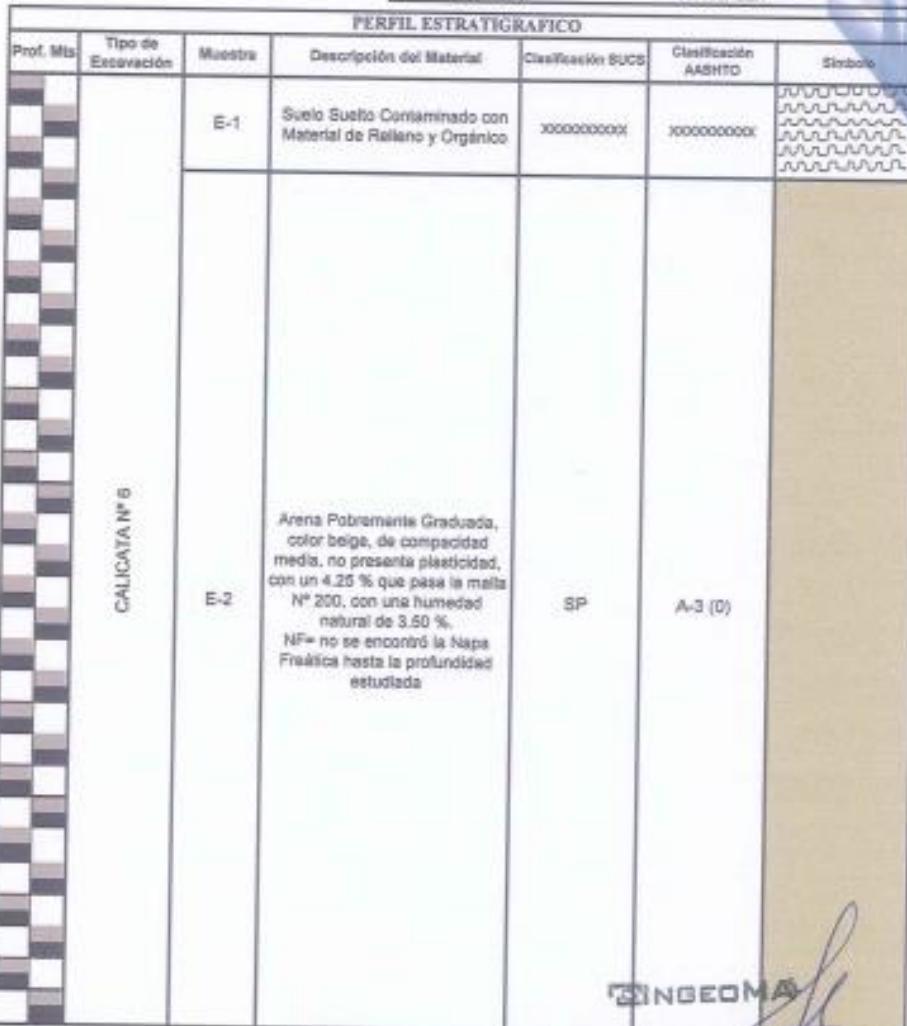
D-2216

DESCRIPCIÓN	J-150	J-151
Peso de Tarro (gr.)	10.29	9.83
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	98.15	98.35
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	93.23	95.36
Peso de Suelo Seco (gr.)	82.94	85.55
Peso de Agua (gr.)	2.92	2.97
% de Humedad (%)	3.52	3.47
% De Humedad Promedio (%)	3.50	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOMA

PROYECTO:	'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA IE, N° 80622 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 6	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2		
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO		
FECHA:	OCTUBRE	DIST.	LA ESPERANZA		
		SECTOR	JERUSALEN		



Ingeniería Civil  
Ingeniería de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Roberto Carlos Sánchez Alcalde

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO :

'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA IE. N° 80822 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'

SOLICITANTE :

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

UBICACION :

LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA :

OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

Muestra

Peso de muestra seca

Peso perdido por lavado

COORDENADAS: E = 714343.066 N = 9107633.720

C-07 Estrato 02

500.00

22.28

HUMEDAD HAYDRAUL.

Se + Tara

Se + Tara

Tara

Peso Agua

Peso Suelo Seco

Humedad(%)

37.38

94.71

12.32

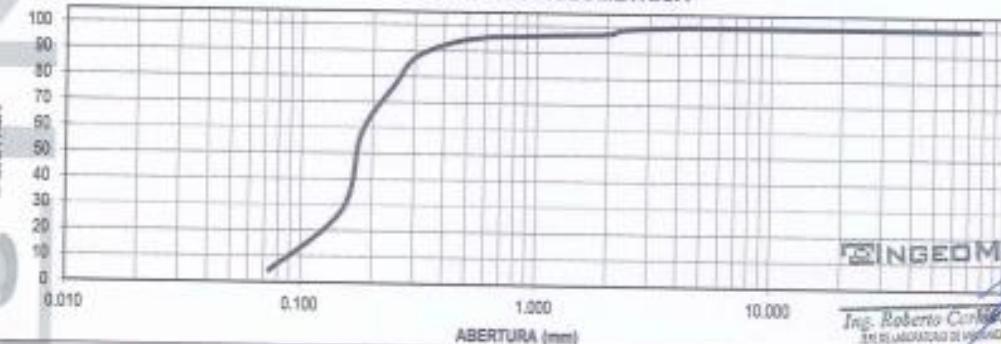
2.88

84.40

3.17

Tamizos ASTM	Abertura en mm.	Peso Residuo	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	75.250	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido NP
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS SP
3/4"	18.080	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO A-3 (0)
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.000	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.380	0.000	0.00	0.00	100.00	
No4	4.178	0.000	0.00	0.00	100.00	
8	2.380	5.280	1.00	1.00	98.94	
16	2.000	8.840	1.77	2.82	97.18	
32	1.180	3.250	0.65	3.47	95.53	
64	0.855	2.750	0.55	4.02	95.98	
128	0.600	3.035	0.81	4.83	95.37	
256	0.420	13.040	2.61	7.34	92.76	
512	0.300	25.190	5.84	12.88	87.12	
1024	0.250	45.350	8.87	22.75	77.25	
2048	0.180	35.120	19.22	41.87	58.03	ESPEZOR (m) : (0.30 - 3.00)
4096	0.120	149.750	29.95	71.82	28.68	
8192	0.074	118.120	23.52	95.35	4.45	ESTRATO C-07 : E-02
< 200		22.28	4.45	100.00	0.00	
Total		500.00				

## CURVA GRANULOMETRICA

Ing. Roberto Carrión Solís Alcalde  
EN INGENIEROS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA.

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-173	J-153
Peso de Tarro (gr.)	10.48	10.15
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	100.09	94.68
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	97.35	92.07
Peso de Suelo Seco (gr.)	86.87	81.82
Peso de Agua (gr.)	2.74	2.61
% de Humedad (%)	3.15	3.19
% De Humedad Promedio (%)	3.17	

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA  
DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

D-854

DESCRIPCIÓN	M-100	M-101
Peso de Muestra Seca (gr.)	55.00	55.00
Fiole (mL)	250	250
Peso de la Fiole (gr.)	91.10	91.10
Peso de Fiole + Agua (gr.)	340.20	340.20
Peso de Fiole + Agua + Muestra (gr.)	374.42	374.35
Peso Específico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.66	2.64
Peso Específico Promedio (gr./cm <sup>3</sup> )		2.64

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

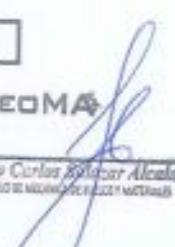
Peso del Suelo Húmedo + Tara (gr.)	100.09
Peso del Suelo Seco + Tara (gr.)	97.35
Tara	10.48
Peso del Agua (gr.)	2.74
Peso del Suelo Seco (gr.)	86.87
Contenido de Humedad (%)	3.15

## PESO UNITARIO FINO

Peso del Molde (gr.)	80.84	80.84
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	1471.26	1476.92
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1390.42	1396.08
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	817.18	817.18
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.71
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	

Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85
--	------

Ing. Roberto Carlos Vásquez Alcalde  
 Jefe del LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS INGEO MA



ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
ENSAZO DE CORTE DIRECTO

INGEO MA

ASTM - D3080

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

Projects

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E, N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Ubicación : LA ESPERANZA - TRIUNFO - LA VICTORIA

LA ESPERANZA - FRUJILLO - LA LIBERTAD  
C-7

Muestra: Estudio 00

AASHTO A-3 (

Profundidad: 3.00 mts

SUCS: SP

Esfuerzo Normal		(Kg/cm <sup>2</sup> )	0.6 Kg/cm <sup>2</sup>		1 Kg/cm <sup>2</sup>		1.5 Kg/cm <sup>2</sup>	
Altura		(cm)	2.00		2.00		2.00	
Lado		(cm)	6.00		6.00		6.00	
Densidad Humeda		(gr/cm <sup>3</sup> )	1.70		1.70		1.70	
Humedad		(%)	3.15		3.15		3.15	
Densidad Seca		(gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		1.65		1.65	
0.5Kg/cm <sup>2</sup>			1Kg/cm <sup>2</sup>			1.5Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	0.08	0.05	0.08	0.08	0.05	0.18	0.12
0.10	0.14	0.28	0.10	0.34	0.34	0.10	0.37	0.24
0.20	0.19	0.38	0.20	0.41	0.41	0.20	0.48	0.31
0.35	0.23	0.45	0.35	0.45	0.45	0.35	0.57	0.38
0.50	0.24	0.47	0.50	0.48	0.49	0.50	0.63	0.42
0.75	0.25	0.49	0.75	0.52	0.52	0.75	0.68	0.45
1.00	0.26	0.52	1.00	0.54	0.54	1.00	0.72	0.48
1.25	0.27	0.54	1.25	0.56	0.56	1.25	0.77	0.51
1.50	0.28	0.58	1.50	0.58	0.58	1.50	0.81	0.54
1.75	0.29	0.58	1.75	0.60	0.60	1.75	0.84	0.58
2.00	0.30	0.60	2.00	0.62	0.62	2.00	0.88	0.58
2.50	0.31	0.62	2.50	0.63	0.63	2.50	0.88	0.59
3.00	0.31	0.62	3.00	0.64	0.64	3.00	0.91	0.61
3.50	0.31	0.62	3.50	0.65	0.65	3.50	0.92	0.61
4.00	0.31	0.62	4.00	0.66	0.66	4.00	0.93	0.62
4.50	0.31	0.62	4.50	0.67	0.67	4.50	0.94	0.63
5.00	0.31	0.62	5.00	0.68	0.68	5.00	0.94	0.63
6.00	0.31	0.62	6.00	0.68	0.68	6.00	0.94	0.63
7.00	0.31	0.62	7.00	0.68	0.68	7.00	0.94	0.63
8.00	0.31	0.62	8.00	0.68	0.68	8.00	0.94	0.63
9.00	0.31	0.62	9.00	0.68	0.68	9.00	0.94	0.63
10.00	0.31	0.62	10.00	0.68	0.68	10.00	0.94	0.63
11.00	0.31	0.62	11.00	0.68	0.68	11.00	0.94	0.63
12.00	0.31	0.62	12.00	0.68	0.68	12.00	0.94	0.63

Ing. Roberto Carlos Sepúlveda Alcalde

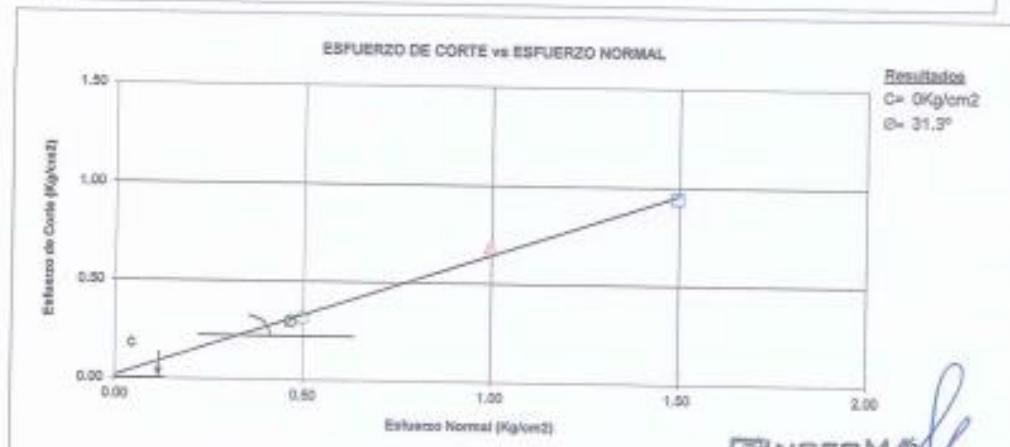
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INGEOMA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA.  
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA  
ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"  
Ubicación : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
Calicata : C-7  
Muestra : Estrato 02 AASHTO: A-3 (0)  
Profundidad : 3.00 mts SUCS: SP  
Estado: Remoldeado



Ing. Roberto Cortés Salazar Alcalde  
EN INGENIERIA DE MATERIALES

INGEOMA

## ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COORDENADAS: E = 714343.086 N = 9107633.720

INGEO MA

CALCATA N° 07 - ESTRATO E-02 / PROFUND. 0.30 - 3.00 m

FECHA : 22.10.18

## CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)  
 $q_u = c' N_c S_c + q' N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_y S_y$ 

## ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Bielaica:

$S = C_s q B \left( \frac{1 - v^2}{E_s} \right)$

## FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

 $N_c = c' \cdot \cot \phi \cdot (N_q - 1)$ 

$N_q = e^{c' \tan \phi} + \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$

$N_y = 2(Nq + 1) \tan \phi$

## FACTORES DE FORMA (Vesic)

$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$

$S_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi$

$S_y = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad > 0.5$

Peso unitario suelo encima NNF:  $\gamma' =$ 1.00 ton/m<sup>3</sup>

Relación de Poisson

v' m: 0.30

Peso unitario suelo debajo NNF:  $\gamma' =$ 1.00 ton/m<sup>3</sup>Módulo de elasticidad del suelo:  $E_s =$ 

180.00

Profundidad de cimentación (ZAPATA):

1.00 m

Factor de forma y rigidez cimentación corrida:  $C_{sr} =$ 

254.00 cm/m

Factor de seguridad:

2.00

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada:  $C_{sq} =$ 

112.00 cm/m

Prof. ciment. corrida (ingresar dato, si hay):

1.00

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular:  $C_{sr} =$ 

152.00 cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación:  $q + yD_w =$ 2.97 ton/m<sup>2</sup>Sobrecarga en la base del cimiento corrido:  $q + yD_w =$ 2.48 ton/m<sup>2</sup>

## Criterio de Falta Local:

Ángulo de cohesión Modelo # c (kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>y</sub> (Vesic)	N <sub>y</sub> /N <sub>c</sub>	Tan φ
22.10 0.800	16.995	7.901	7.220	0.466	0.406

B= Ancho de la cimentación:

L= Longitud de cimentación:

## CIMENTACION CORRIDA

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>ad</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
0.40		1.00	1.00	1.00	2.19	0.79	0.46
0.60		1.00	1.00	1.00	2.31	0.79	0.66
1.00		1.00	1.00	1.00	2.43	0.81	0.88
1.20		1.00	1.00	1.00	2.55	0.83	1.08

## CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>ad</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
1.20	1.20	1.48	1.41	0.60	3.73	1.24	0.89
1.30	1.30	1.48	1.41	0.60	3.78	1.25	0.91
1.50	1.50	1.48	1.41	0.60	3.84	1.25	0.98
2.00	2.00	1.48	1.41	0.60	4.02	1.34	1.66
3.00	3.00	1.48	1.41	0.60	4.37	1.46	2.81

## CIMENTACION RECTANGULAR

B (m)	L (m)	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>y</sub>	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>ad</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
1.00	1.00	1.21	1.27	0.73	3.42	1.14	0.93
1.20	1.20	1.28	1.30	0.70	3.68	1.18	1.08
2.00	3.00	1.21	1.27	0.73	3.86	1.29	2.10
3.00	9.00	1.23	1.29	0.83	4.05	1.42	3.47

Se puede considerar como valor límite de diseño:

q<sub>ad</sub> = 1.35 kg/cm<sup>2</sup>q<sub>ad</sub> = 12.75 t/m<sup>2</sup>CARGA ADMISIBLE BRUTA: D<sub>r</sub> = 15.18 t/m<sup>2</sup>

S = 1.15 cm

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO			
DENSIDAD: SP			
ABRILTO: A-3 (E)			
DOLK	D <sub>r</sub>	C (kg/cm <sup>2</sup> )	P <sub>r</sub> (T/m <sup>2</sup> )
6000	14.3	6.86	1.32

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde

ANALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**INFORME DE ANALISIS QUÍMICO****LASACI N° 0846-2019- IQUNT**

Solicitante: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA.

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822  
SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA -  
TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Muestra: Arena Pobremente Graduada - SP

Procedencia: -1.8 m de profundidad - C-07

Fecha de Ingreso: Octubre del 2019

Muestra recibida en Laboratorio

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES ADM. MAX.
<b>ANIONES</b>			
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	ppm	765	6000
SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ppm	1168	1000
SALES SOLUBLES	ppm	807	5000
pH		5.0	10

Conclusiones: Según los resultados obtenidos se concluye que el suelo en análisis cumple con los valores permisibles en cloruros, sales solubles y pH, pero con lo que respecta a contenido de sulfatos supera el valor admisible máximo, considerándose como presencia moderada de sulfatos.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde  
Dpto. de Geología y Minas del Perú

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 7	MUESTRA:		ESTRATO E-1, E-2	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	OCTUBRE	2019	DIST.	LA ESPERANZA	JERUSALEM
		SECTOR			

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excazación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCE	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
CALICATA Nº 7						
		E-1	Suelo Suelto Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	Xoooooooooooo	Xoooooooooooo	
		E-2	Arena Pobremente Graduada, color beige, de compacidad media, no presenta plasticidad, con un 4.45 % que pasa la malla N° 200, con una humedad natural de 3.17 % y un peso unitario de 1.65 g/cm <sup>3</sup> en estado seco. NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada	SP	A-3 (D)	

Ingeniería Civil  
Ingenieros de Trabajo y Consultores

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde

EN LA UNIDAD DE INGENIERIA DE SUELOS Y TERRAZOS

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOMA

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARIA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACION : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## DATOS DEL ENSAYO

Muestra : Peso de muestra seca : 500.00  
Peso perdido por lavado : 22.95

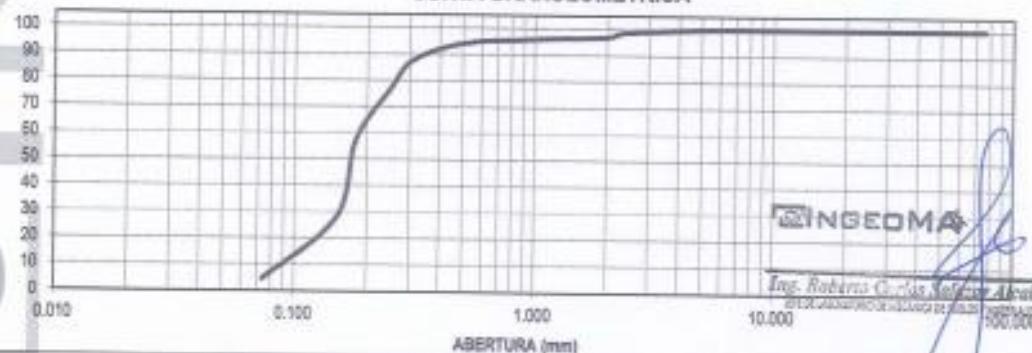
COORDENADAS: E = 714334.986 N = 9107662.817

C-08 Estracto 02

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	58.55
Ss + Tara	55.45
Tara	10.06
Peso Agua	3.10
Peso Suelo Seco	86.40
Humedad(%)	3.62

Tamizos ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
			Parcial	Acumulado		L. Líquido	L. Plástico
3'	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	...	NP
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	...	NP
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	...	NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico	NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS	SP
3/4"	19.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO	A-3 (0)
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.000	0.20	0.20	100.00		
1/4"	6.380	0.000	0.00	0.00	100.00		
No.4	4.178	1.880	0.37	0.37	99.53		
8	2.350	5.120	1.02	1.40	95.50		
16	1.225	8.710	1.74	3.14	95.45		
32	0.610	3.290	0.68	3.80	95.20		
64	0.305	2.510	0.52	4.32	95.05		
128	0.150	3.150	0.63	4.95	95.05		
256	0.074	116.350	2.51	7.46	92.54		
< 256	22.95	4.39	100.00	0.00			
Total	500.00						

## CURVA GRANULOMETRICA

Ing. Roberto Cárdenas Alcalde  
SUST. Jefe del Departamento de Suelos  
Folio: 00000000000000000000000000000000

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA  
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

## CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCION	J-150	J-151
Peso de Tarro (gr.)	10.29	9.83
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	99.46	97.65
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	98.37	94.55
Peso de Suelo Seco (gr.)	86.08	84.72
Peso de Agua (gr.)	3.09	3.10
% de Humedad (%)	3.59	3.66
% De Humedad Promedio (%)	3.62	

INGEO MA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
ANALISTA EN MEDIDA DE CALIDAD Y MATERIAL



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80622 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD'				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA				
CALICATA:	Nº 8	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2		
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	OCTUBRE	2019	DIST.	LA ESPERANZA	JERUSALEN
		SECTOR:			

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. Ms	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación ISCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

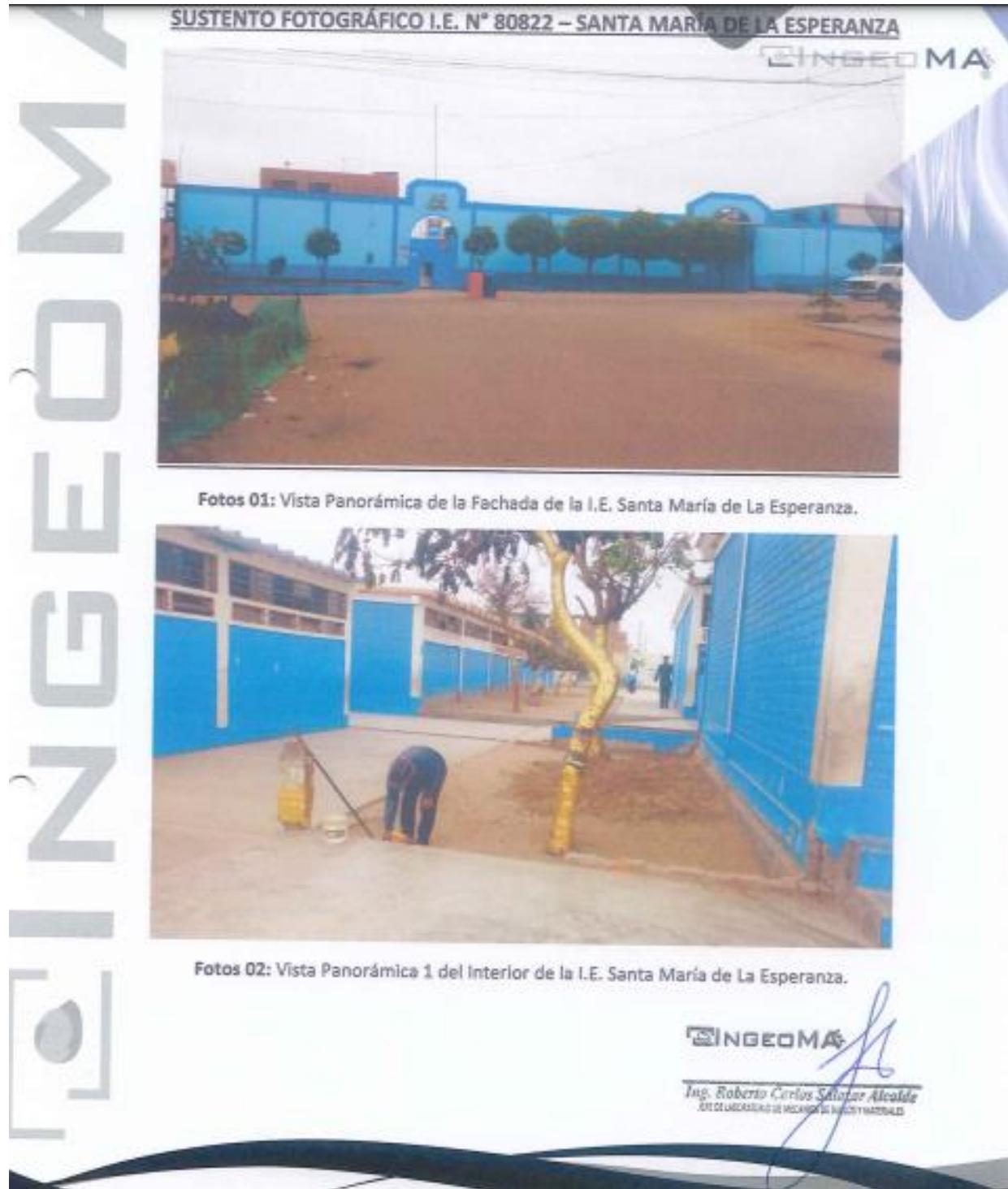
CALICATA Nº 8

Ing. Roberto Carlos Solís Alcalde  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS MATERIALES



INGEOMA

## 12. PANEL FOTOGRÁFICO



SUSTENTO FOTOGRÁFICO I.E. N° 80822 – SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA

INGEOMA

Fotos 01: Vista Panorámica de la Fachada de la I.E. Santa María de La Esperanza.

Fotos 02: Vista Panorámica 1 del Interior de la I.E. Santa María de La Esperanza.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
Jefe de Liderazgo de Recursos Humanos



INGEOMA

Fotos 03: Vista Panorámica 2 del Interior de la I.E. Santa María de La Esperanza



Fotos 04: Vista Panorámica 3 del Interior de la I.E. Santa María de La Esperanza

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Soliz Alcalde  
ESTADO DE MEXICO, MEXICO CITY, MEXICO



INGEOMA

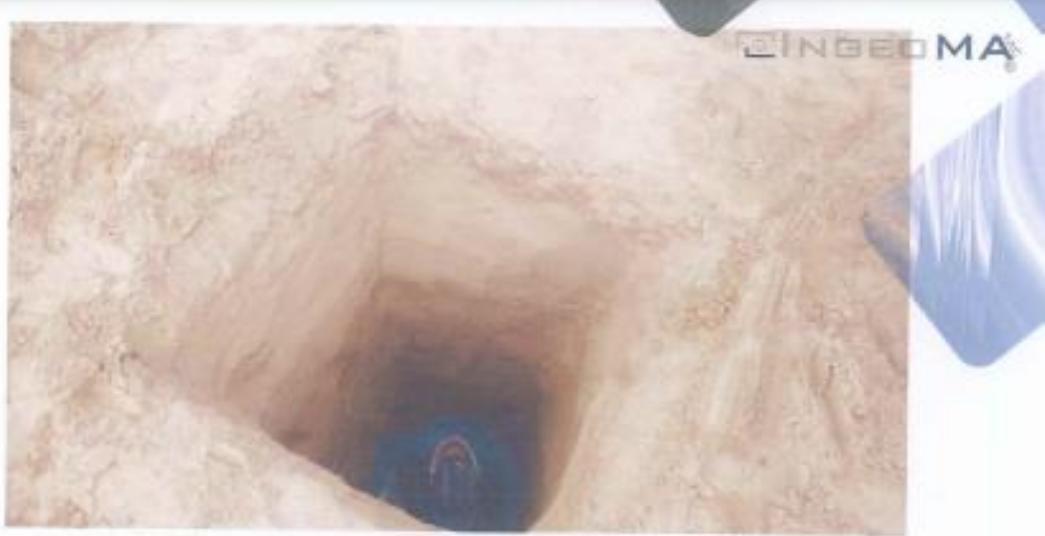


Fotos 05: Vista Panorámica 4 del Interior de la I.E. Santa María de La Esperanza

Fotos 06: Vista Panorámica de la Excavación de la calicata C-01, con un primer estrato superficial de 0.30 mts de suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts de suelo de arena fina, de color beige.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Solís Gur Alcalde  
EN INGENIERIA DE MEDIOS DE SUELO Y MATERIAL

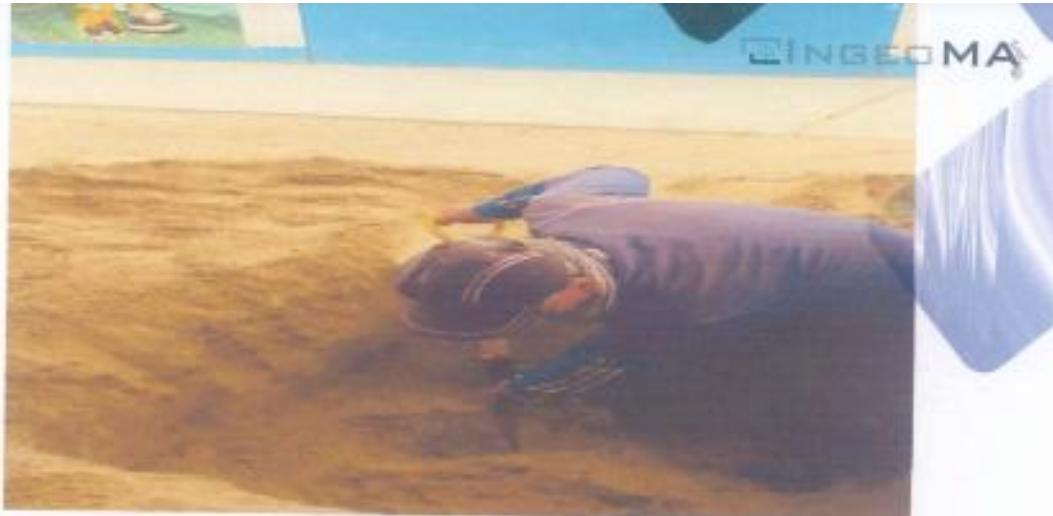


Fotos 07: Vista Panorámica de la profundidad de la Calicata C-01



Fotos 08: Vista Panorámica de la Excavación de la calicata C-02, con un primer estrato superficial de 0.30 mts de suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts de suelo de arena fina, de color beige

INGEOMA  
Ing. Roberto Carlos Soliz Alcalde  
ANALISTA DE MEJORAS DE SUELO Y MATERIALES



Fotos 09: Vista Panorámica de la excavación de la Calicata C-02



Fotos 10: Vista Panorámica de la Excavación de la calicata C-03, con un primer estrato superficial de 0.30 mts de suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts de suelo de arena fina, de color beige

INGEOMA

J. Salgar Alcalde



Fotos 11: Vista Panorámica de la Excavación de la calicata C-04, con un primer estrato superficial de 0.30 mts de suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts de suelo de arena fina, de color beige



Fotos 12: Vista Panorámica de la Excavación de la calicata C-05, con un primer estrato superficial de 0.30 mts de suelo contaminado con material de relleno y orgánico, un segundo estrato de 2.70 mts de suelo de arena fina, de color beige

# PLANO DE UBICACION

ESCALA 1:25

N

ATLANTIDA

CA.

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

24A

24B

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

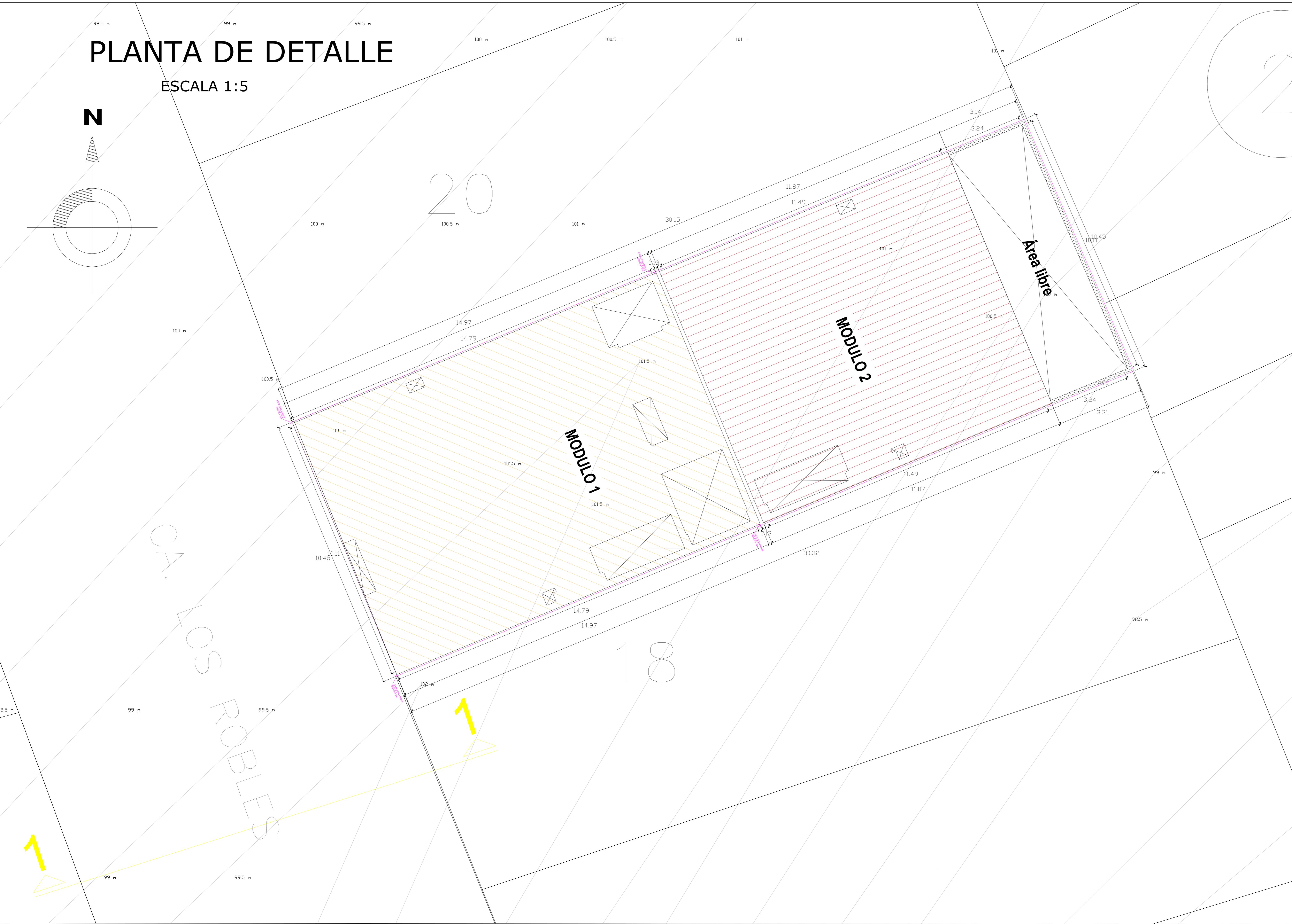
215

</

# PLANTA DE DETALLE

ESCALA 1:5

N



# PLANO GENERAL

ESCALA 1:150

N



DEPARTAMENTO : La Libertad  
PROVINCIA : Trujillo  
DISTRITO : La Esperanza  
SECTOR : Sector Jerusalen  
MANZANA : "2"  
LOTE : 19

PROPIEDAD:  
**MARCO ANTONIO  
SICCHA RODRIGUEZ**



PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

PROFesionales:  
**GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER  
VILLACORTA OLIVARES DENILSON**

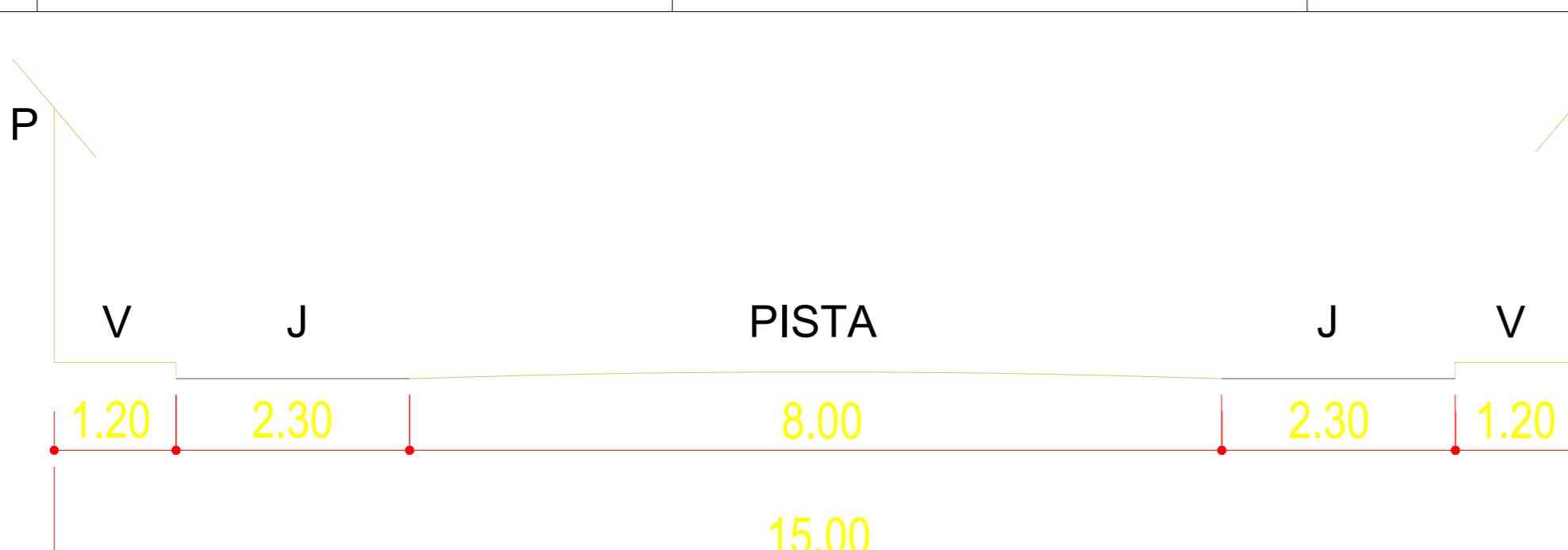
PLANO: **TOPOGRAFICO** LÁMINA:

**U-02**

ESCALA: **INDICADA** FECHA:  
Noviembre - 2023

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN				
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE	NORTE
A	A-B	30.15	714433.76	9108085.15
B	B-C	10.459	714437.38	9108077.61
C	C-D	30.32	714411.21	9108066.36
D	D-A	10.451	714408.31	9108074.46

LEYENDA	
	MODULO 1
	MODULO 2
	Muros
	Área libre
	Curvas a nivel
	Símbolo Norte



PISOS ó NIVELES	Existente	Demolición	Nueva	Ampliación	Remodelación	Parcial	TOTAL
Primer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Segundo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Tercer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Cuarto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Cinto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Sexto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Septimo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Octavo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
AREA TECHADA TOTAL							2135.974 m <sup>2</sup>
AREA TERRENO							315.945 m <sup>2</sup>
AREA LIBRE							48.9482 m <sup>2</sup>

# DISTRITO DE LA ESPERANZA



EL MILAGRO

EL PORVENIR

HUANCHACO

FLORENCIA DE  
MORA

TRUJILLO



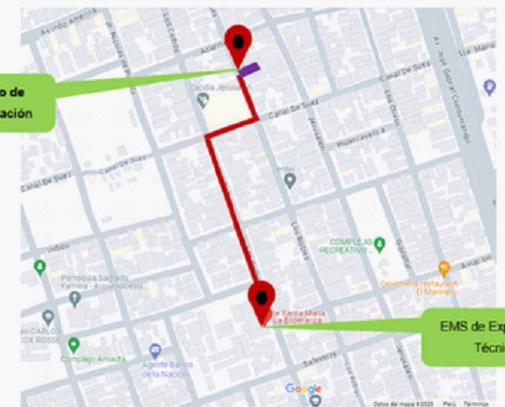
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

PLANO  
GENERAL DEL  
DISTRITO DE LA  
ESPERANZA

ALCALDE:  
WILMER SANCHEZ RUIZ

AÑO:  
2023

Nº LAMINA:  
**U-03**



Estudio de  
investigación

EMS de Expediente  
Técnico

**LEYENDA**

	<b>MODULOS DE UN NIVEL</b>
	<b>AREA DESCAMPADA</b>
	<b>MODULOS DE MAS DE UN NIVEL</b>
	<b>ÁREA SEMI CONSTRUIDA</b>
	<b>Calicatas</b>
	<b>Losa deportiva</b>

Con respecto al Estudio de Mecánica de Suelo, nosotros no hemos realizado el estudio previo de EMS en la zona de estudio. En tal sentido, para solucionar esta necesidad, hemos recurrido a la recopilación del estudio de EMS de un expediente técnico titulado "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD", el cual pertenece a la Municipalidad Distrital de la Esperanza. Este EMS del expediente técnico mencionado, se encuentra localizado en el Sector Jerusalén, Distrito de la Esperanza; cerca a nuestra zona de estudio.

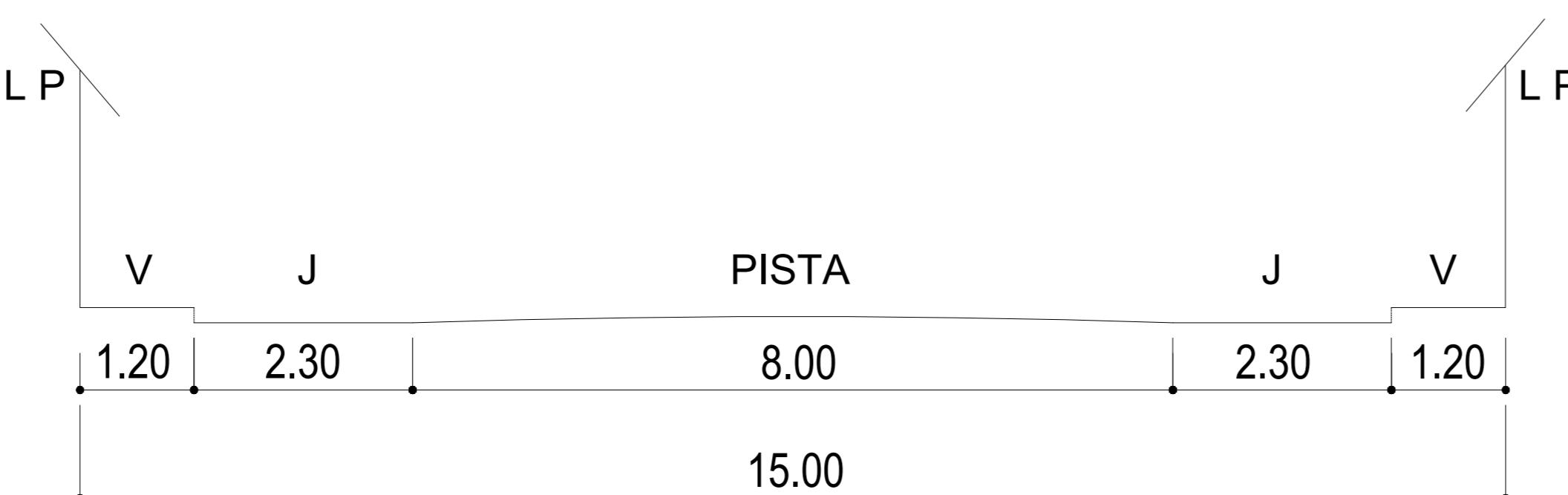
PROYECTO	<b>VIVIENDA MULTIFAMILIAR</b>		
PROPIEDAD	MARCO ANTONIO SICCHA RODRIGUEZ		
UBICACION	Mz. 2 - LOTE 19, SECOR JERUSALÉN - LA ESPERANZA		
PLANO	PLANO DE REFERENCIA DE CALICATAS DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO DE EXPEDIENTE TECNICO		
PROFESIONALES	GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER VILLACORTA OLIVARES DENILSON		
DIBUJO:	L.R.R.	FECHA:	Noviembre - 2023
		ESCALA:	INDICADA
		Nº LAMINA: <b>U-04</b>	

# PLANO DE UBICACION

ESCALA 1:25

N

ATLANTIDA



SECCIÓN 1 - 1  
Escala:1/25

## CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS	NORMATIVO	PROYECTO
Zonificación Urbana	RDM-2	RDM-2
Frente mínimo	8.00 ml.	10.45 ml.
Densidad Neta máxima	500 Hab./Ha.	1392 Hab./Ha.
Coeficiente de Edificación	2.1	6.76
% Area Libre	30%	15.49 %
Altura Máxima de edificación	3 pisos	8 Pisos
Usos permitidos	Vivienda Unifamiliar, Bifamiliar	Vivienda Multifamiliar
Retiro Mínimo	Avenida 3.00 m. Calle 0.00 m. Pasaje 0.00 m.	0.00 m. 0.00 m. 0.00 m.
Alineamiento de Fachada	Sin Volado sobre Límite de Prop.	Sin Volado sobre Límite de Prop.
Area de Lote Normativo	120.00 m <sup>2</sup>	315.945 m <sup>2</sup>
Nº de Estacionamientos	1 Plaza cada 2 Viviendas	Un Estacionamiento

## CUADRO DE ÁREAS (m<sup>2</sup>)

PISOS ó NIVELES	Existente	Demolición	Nueva	Ampliación	Remodelación	Parcial	TOTAL
Primer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Segundo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Tercer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Cuarto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Cinto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Sexto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Septimo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
Octavo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
AREA TECHADA TOTAL							2135.974 m <sup>2</sup>
AREA TERRENO							315.945 m <sup>2</sup>
AREA LIBRE							48.9482 m <sup>2</sup>

# PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA 1:150

N



DEPARTAMENTO : La Libertad  
PROVINCIA : Trujillo  
DISTRITO : La Esperanza  
SECTOR : Sector Jerusalen  
MANZANA : "2"  
LOTE : 19

PROPIEDAD:  
**MARCO ANTONIO  
SICCHA RODRIGUEZ**



PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

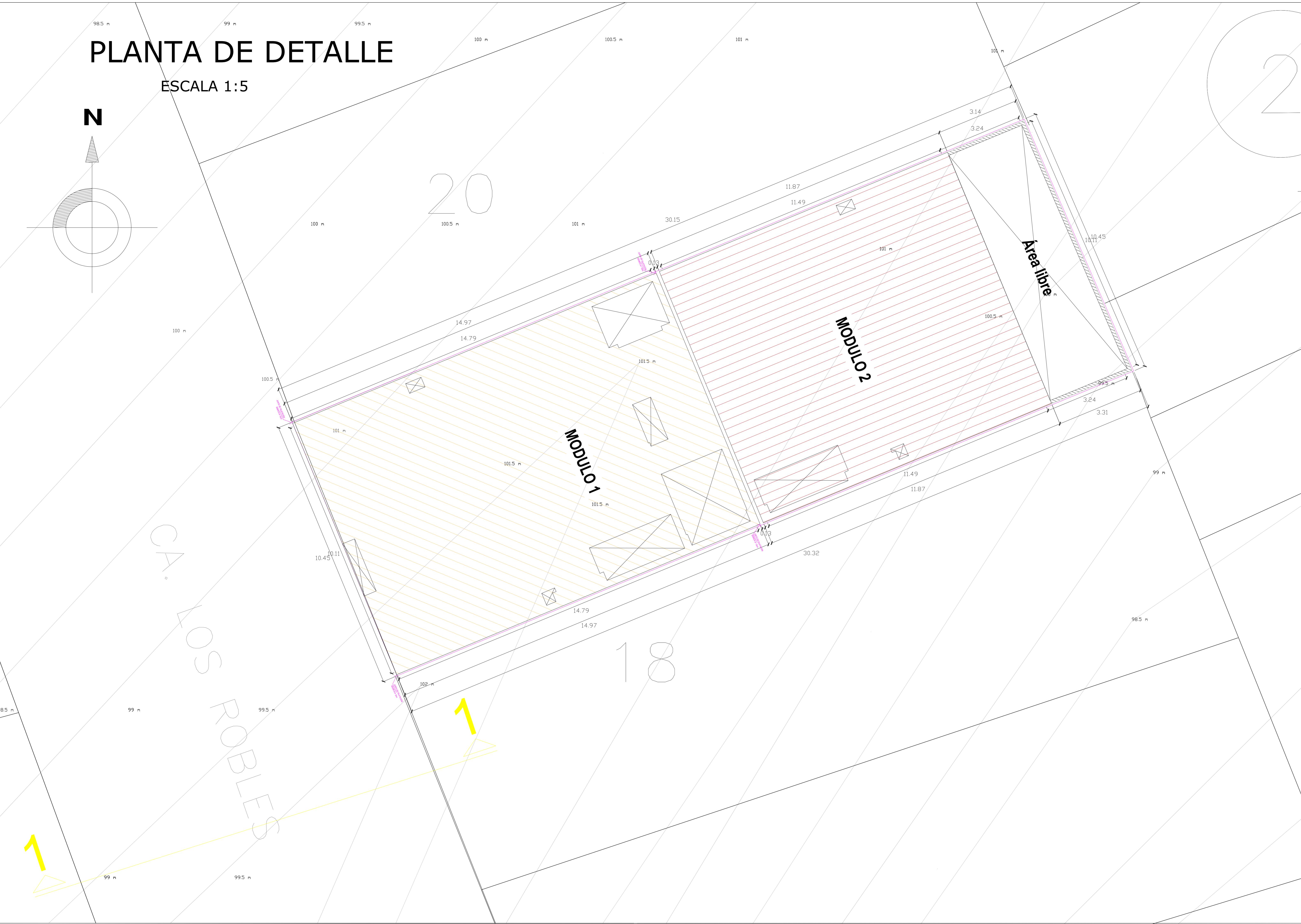
PROFESIONALES:  
**GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER  
VILLACORTA OLIVARES DENILSON**

PLANO: **UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN** LÁMINA:  
INDICADA NOVIEMBRE - 2023  
ESCALA: FECHA:  
U-01

# PLANTA DE DETALLE

ESCALA 1:5

N



# PLANO GENERAL

ESCALA 1:150

N



DEPARTAMENTO : La Libertad  
PROVINCIA : Trujillo  
DISTRITO : La Esperanza  
SECTOR : Sector Jerusalen  
MANZANA : "2"  
LOTE : 19

PROPIEDAD:  
**MARCO ANTONIO  
SICCHA RODRIGUEZ**



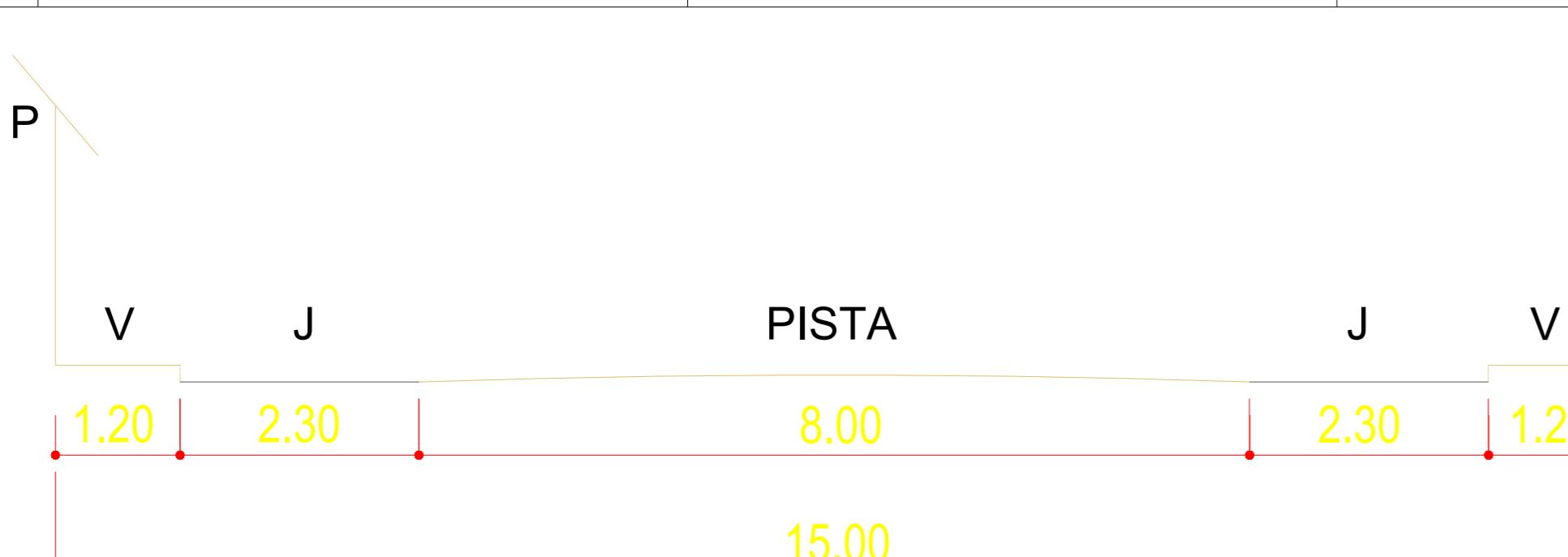
PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

PROFesionales:  
**GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER  
VILLACORTA OLIVARES DENILSON**

PLANO: **TOPOGRAFICO** LÁMINA:  
**U-02**  
ESCALA: INDICADA FECHA:  
Noviembre - 2023

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN			CUADRO DE ÁREAS (m <sup>2</sup> )									
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE	NORTE	PISOS ó NIVELES	Existente	Demolición	Nueva	Ampliación	Remodelación	Parcial	TOTAL
A	A-B	30.15	714433.76	9108085.15	Primer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
B	B-C	10.459	714437.38	9108077.61	Segundo Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
C	C-D	30.32	714411.21	9108066.36	Tercer Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>
D	D-A	10.451	714408.31	9108074.46	Cuarto Piso	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	---	---	266.99 m <sup>2</sup>	266.99 m <sup>2</sup>

LEYENDA	
	MODULO 1
	MODULO 2
	Muros
	Área libre
	Curvas a nivel
	Símbolo Norte



AREA TECHADA TOTAL	2135.974 m <sup>2</sup>
AREA TERRENO	315.945 m <sup>2</sup>
AREA LIBRE	48.9482 m <sup>2</sup>

# DISTRITO DE LA ESPERANZA



EL MILAGRO

EL PORVENIR

HUANCHACO

FLORENCIA DE  
MORA

TRUJILLO



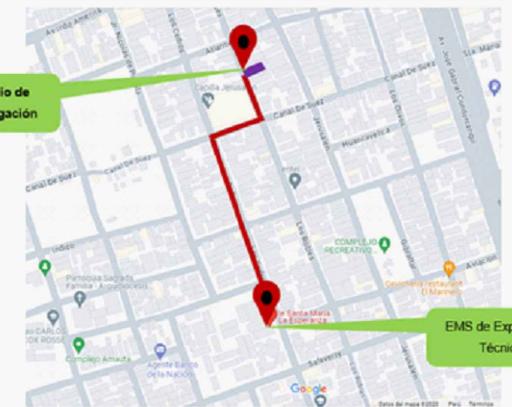
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ESPERANZA

PLANO  
GENERAL DEL  
DISTRITO DE LA  
ESPERANZA

ALCALDE:  
WILMER SANCHEZ RUIZ

AÑO:  
2023

Nº LAMINA:  
**U-03**

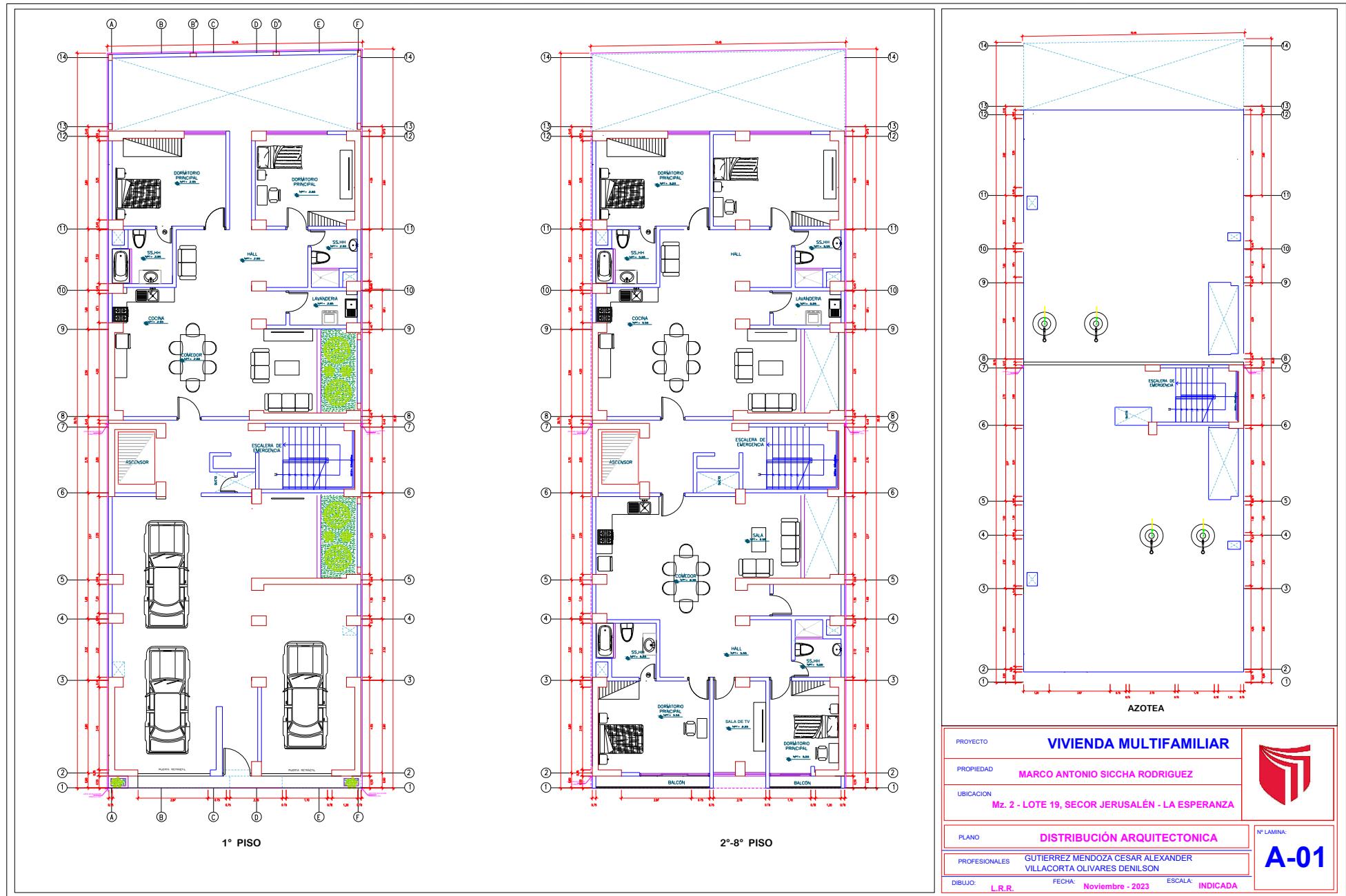


**LEYENDA**

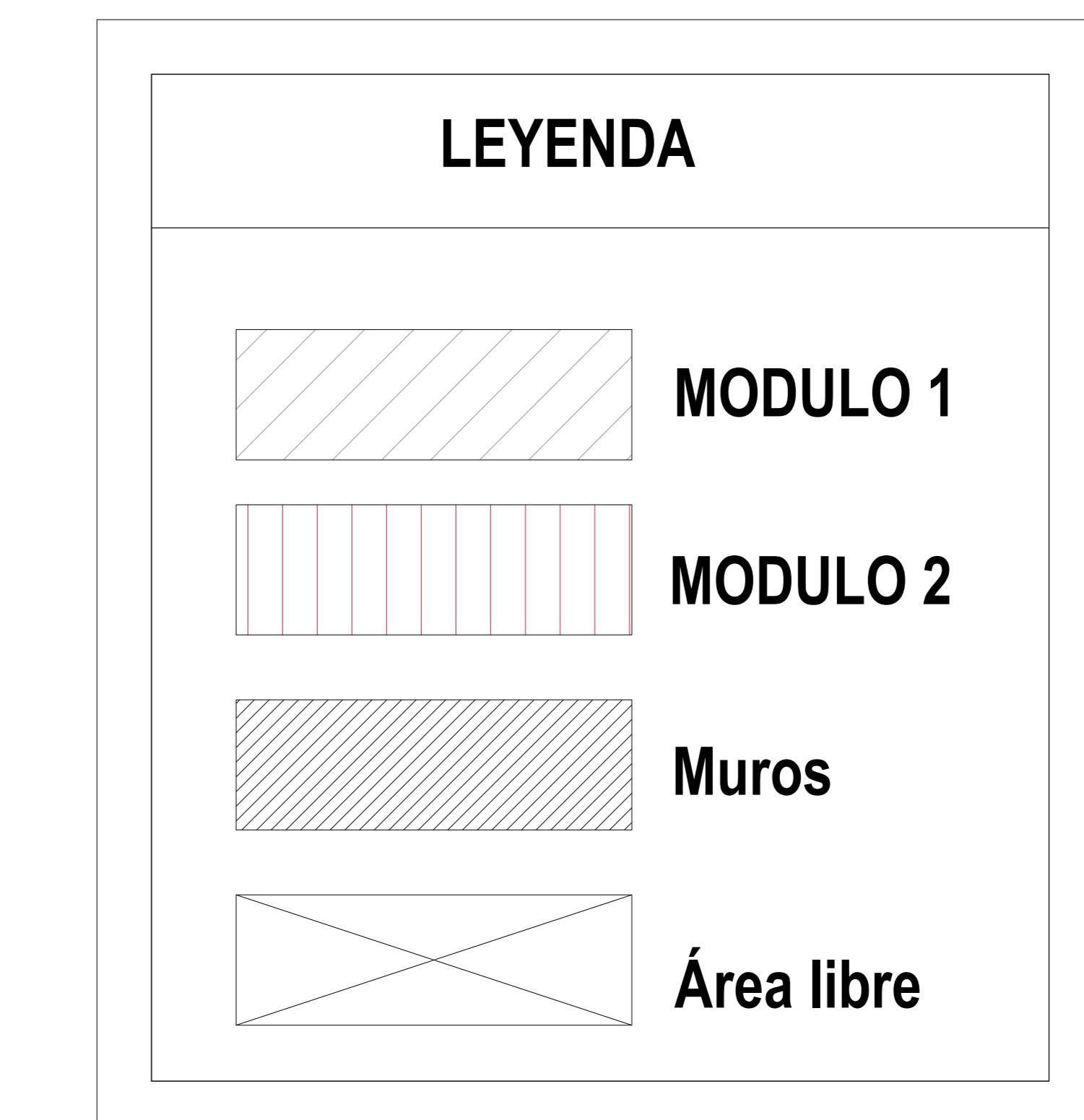
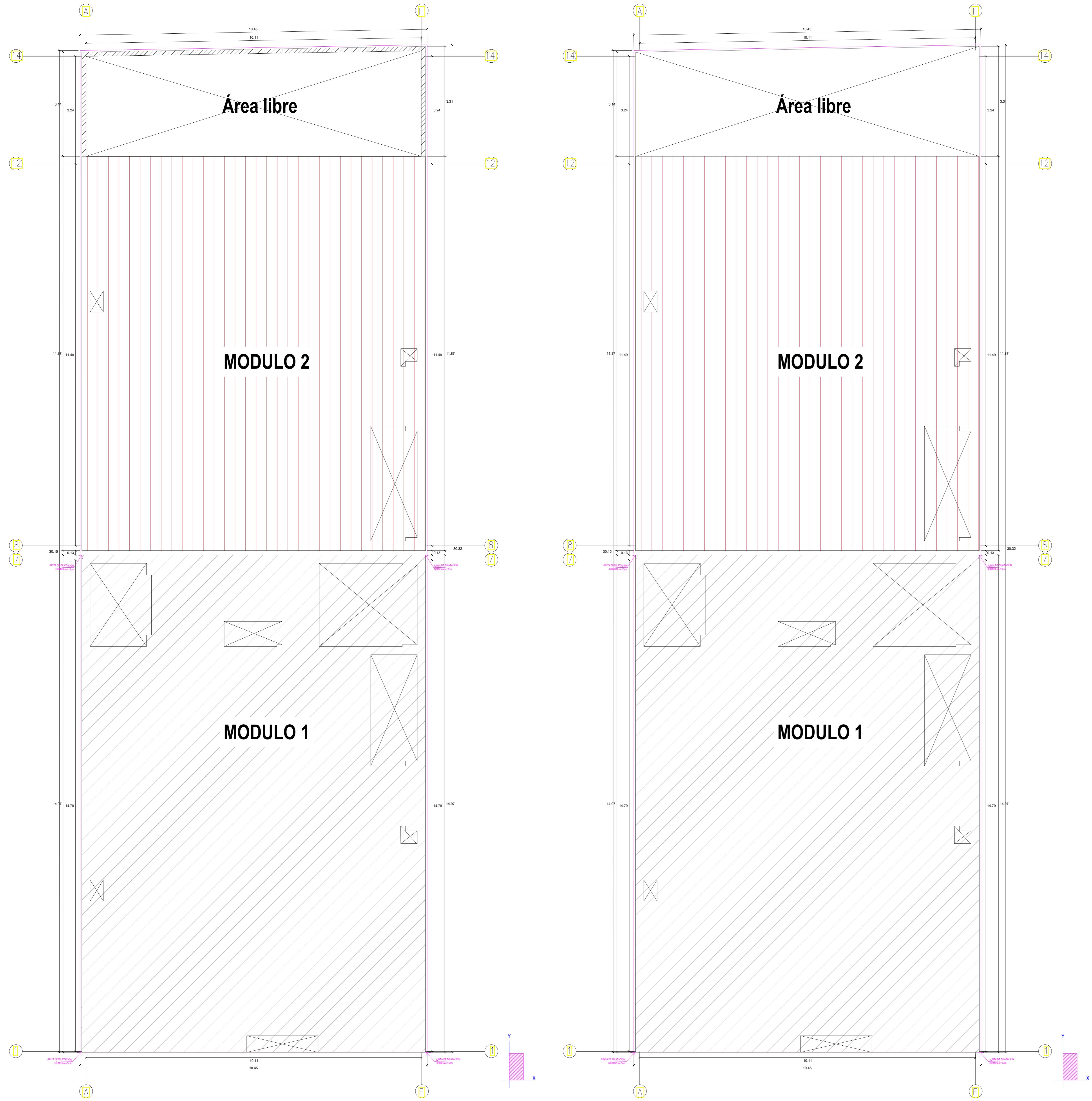
	<b>MODULOS DE UN NIVEL</b>
	<b>AREA DESCAMPADA</b>
	<b>MODULOS DE MAS DE UN NIVEL</b>
	<b>ÁREA SEMI CONSTRUIDA</b>
	<b>Calicatas</b>
	<b>Losa deportiva</b>

Con respecto al Estudio de Mecánica de Suelo, nosotros no hemos realizado el estudio previo de EMS en la zona de estudio. En tal sentido, para solucionar esta necesidad, hemos recurrido a la recopilación del estudio de EMS de un expediente técnico titulado "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I.E. N° 80822 SANTA MARÍA DE LA ESPERANZA, DISTRITO DE LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD", el cual pertenece a la Municipalidad Distrital de la Esperanza. Este EMS del expediente técnico mencionado, se encuentra localizado en el Sector Jerusalén, Distrito de la Esperanza; cerca a nuestra zona de estudio.

PROYECTO	<b>VIVIENDA MULTIFAMILIAR</b>		
PROPIEDAD	MARCO ANTONIO SICCHA RODRIGUEZ		
UBICACION	Mz. 2 - LOTE 19, SECOR JERUSALÉN - LA ESPERANZA		
PLANO	PLANO DE REFERENCIA DE CALICATAS DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO DE EXPEDIENTE TECNICO		
PROFESIONALES	GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER VILLACORTA OLIVARES DENILSON		
DIBUJO:	L.R.R.	FECHA:	Noviembre - 2023
		ESCALA:	INDICADA
		Nº LAMINA: <b>U-04</b>	







**PROYECTO** VIVIENDA MULTIFAMILIAR

**PROPIEDAD** MARCO ANTONIO SICCHA RODRIGUEZ

**UBICACION** Mz. 2 - LOTE 19, SECOR JERUSALÉN - LA ESPERANZA

**PLANO** PLANO ACHURADO DE MODULOS

**PROFESIONALES** GUTIERREZ MENDOZA CESAR ALEXANDER  
VILLACORTA OLIVARES DENILSON

DIBUJO: L.R.R. FECHA: Noviembre - 2023 ESCALA: INDICADA

**Nº LAMINA:** **A-03**

