



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS PUSHOVER PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SÍSMICO
DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN EL CENTRO POBLADO
YUNGASUYO, PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS”.

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

AUTOR:

FERNANDEZ HOYOS WALDIRSAYS

ASESOR:

MG. ING. JOSE MIGUEL BERRU CAMINO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

CHICLAYO – PERÚ

2018

0248



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 horas del día 22 de diciembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 3273-2018-UCV-CH, de fecha 21 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ANÁLISIS PUSHOVER PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE UNA INSTITUCION EDUCATIVA EN EL CENTRO POBLADO YUNGASUYO, PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS", presentada por el Bachiller FERNANDEZ HOYOS WALDIRSAYS con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: **Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz**
- Secretario: **Mg. Julio Benites Chero**
- Vocal: **Mg. José Miguel Berrú Camino**

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por Mayoría

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 22 de diciembre del 2018

Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
Presidente

Mg. Julio Benites Chero
Secretario

Mg. José Miguel Berrú Camino
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres Elias y Lusdina, por su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Waldirsays

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud, la inteligencia y las oportunidades que me brinda.

A mis hermanos: Segundo, Lady, Yonel y Winder, por su apoyo constante durante estos años de estudio, sin ellos nada hubiera sido posible.

Waldirsays

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Waldirsays Fernandez Hoyos identificado con DNI N° 48302038, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presenta tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de julio de 2018



WALDIRSAYS FERNANDEZ HOYOS

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de una Institución Educativa en el Centro Poblado Yungasuyo, Provincia Utcubamba - Amazonas”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Waldirsays Fernandez Hoyos

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
1.2. TRABAJOS PREVIOS	14
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	16
1.3.1. ANÁLISIS PUSHOVER	16
1.3.2. DESEMPEÑO SISMICO	24
1.4. FORMULACIÓN AL PROBLEMA	27
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	27
1.6. HIPÓTESIS	28
1.7. OBJETIVOS	28
II. MÉTODO	29
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	29
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	31
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	31
2.6. ASPECTOS ÉTICOS	31
III. RESULTADOS	32
IV. DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS	43
ANEXOS	46
CÁLCULOS Y PLANOS	47
ACTA DE ORIGINALIDAD	139
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Antecedentes del diseño basado en el desempeño	16
Figura 2: Matriz de comportamiento sísmico esperado.....	22
Figura 3: Diagrama Momento-Curvatura generalizado para elementos de concreto armado (Tipo I).....	23
Figura 4: Diagrama Momento-Curvatura generalizado para elementos de concreto armado (Tipo II)	24
Figura 5: Análisis Pushover y curva de capacidad	25
Figura 6: Representación gráfica del espectro de capacidad	25
Figura 7: Espectro de demanda	26
Figura 8: Método del espectro de capacidad	26
Figura 9: Ley de Evolución de los Costos, ley de Sitter.....	27
Figura 10: Curva de capacidad en X.....	34
Figura 11: Curva de capacidad en Y.....	35
Figura 12: Espectro de capacidad en X	35
Figura 13: Espectro de capacidad en Y	35
Figura 14: Espectro de demanda.....	36
Figura 15: Desempeño obtenido en la dirección X	37
Figura 16: Desempeño obtenido en la dirección Y	37
Figura 17: Desempeño en la dirección X (ESTRUCTURA REFORZADA).....	39
Figura 18: Desempeño en la dirección Y (ESTRUCTURA REFORZADA).....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sismos de análisis según COMITÉ VISIÓN 2000	19
Tabla 2: Sismos de análisis según ATC-40	19
Tabla 3: Sismos de análisis según ATC-40	19
Tabla 4: Niveles de sismos según ATC-40	20
Tabla 5: Niveles de sismos según FEMA 356.....	20
Tabla 6: Objetivos de desempeño según ATC-40	21
Tabla 7: Objetivos de desempeño para estructuras esenciales	21
Tabla 8: Sistema estructural en ambas direcciones	33
Tabla 9: Irregularidades estructurales	33
Tabla 10: Fuerzas laterales en X	34
Tabla 11: Fuerzas laterales en Y	34
Tabla 12: Comparación entre estructura reforzada y no reforzada	40

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar el desempeño sísmico de una edificación de dos niveles destinada a institución educativa, la cual está estructurada a base de pórticos de concreto armado en ambas direcciones.

Se hace uso de la metodología del análisis pushover, la cual está descrita en los documentos publicados por FEMA, ATC- 40 y el ASCE 41-13.

Se realizó el modelo estructural en el programa Etabs, luego se verificó la configuración estructural mediante un análisis previo en función a la norma E.030 y a la información recopilada de los planos; calculando de esta manera los factores de irregularidad estructural en altura, $I_a = 1$ y en planta, $I_p = 1$. La no linealidad se asignó mediante rotulas plásticas, siguiendo los criterios de aceptación establecidos por el ASCE 41-13.

Para evaluar el desempeño se usó el método del espectro de capacidad propuesto por el ATC-40, obteniendo como resultado que el desempeño sísmico alcanzado de esta edificación no es aceptable en ninguna de las direcciones de análisis, ni por la norma peruana E.030, ni por los códigos de diseño tales como FEMA y ATC-40. Debido a que no se logra el objetivo principal que es la **OCUPACION INMEDIATA** luego de un terremoto catalogado como **RARO** o de **DISEÑO**.

Se planteó una propuesta de reforzamiento, la cual en términos básicos consiste en incrementar las secciones de algunas columnas y de esta manera adicionar mayor rigidez lateral a la estructura. Con esto se logró cumplir el objetivo de desempeño óptimo de la estructura, el cual es la **OCUPACION INMEDIATA** para un nivel de sismo catalogado como de **DISEÑO**.

Palabras claves: análisis Pushover, curva de capacidad, demanda sísmica, punto de desempeño.

ABSTRACT

The main objective of this test is to evaluate the seismic performance of a two-level building, an educational institution, which is structured on the basis of reinforced concrete porticos in two directions.

The easy-to-understand analysis methodology is used, which is described in the documents published by FEMA, ATC-40 and ASCE 41-13.

The structural model was carried out in the Etabs program, then verified at a structural level by means of a previous analysis according to the E.030 standard and the information collected from the plans; calculating in this way the factors of structural irregularity in height, $I_a = 1$ and in plant, $I_p = 1$. The non-linearity was assigned by plastic labels, following the acceptance criteria established by ASCE 41-13.

The capacity spectrum method proposed by the ATC-40 was used, obtaining as a result that the performance achieved by this building is not acceptable in any direction of analysis, neither by the Peruvian norm E.030, nor by the design codes such like FEMA and ATC-40. Because the main objective that is IMMEDIATE OCCUPATION was not achieved after an earthquake classified as RARE or DESIGN.

A reinforcement proposal was proposed, which in basic terms consists of increasing the sections of some columns and in this way adding more lateral rigidity to the structure. With this the objective of optimal performance of the structure was achieved, which is the IMMEDIATE OCCUPATION for an earthquake level cataloged as DESIGN.

Keywords: Pushover analysis, capacity curve, seismic demand, performance point.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Tomando en consideración el aspecto de la sismología, el Perú se encuentra ubicado en la región de mayor potencial sísmico en la Tierra. La elevada sismicidad de esta zona es producida por la subducción de placas, la placa de Nazca subduce debajo de la placa Sudamericana, este proceso de subducción hace que se acumule una elevada cantidad de energía, la cual al ser liberada origina sismos de considerable magnitud (Quispe, Tavera y Bernal, 2003, p. 94).

Entre los terremotos más devastadores tenemos, el terremoto de Valdivia - Chile (1960), el cual superó los 9.5 Mw y es considerado como el más fuerte medido con instrumentos en la historia del hombre; el terremoto ocurrido en Haití (2010) de 7.0 Mw. Nuestro país no ha sido ajeno a esto, pues en el año 1970 ocurrió un terremoto de 7.8 Mw y cuya región más afectada fue Ancash; así mismo en el año 2007 la ciudad de Pisco fue escenario de otro catastrófico sismo, el cual registró una magnitud de 8 Mw (BBC Noticias, 2017).

Por otra parte, en la región Amazonas se han podido registrar sismos moderados, tenemos por ejemplo el terremoto ocurrido el 4 de abril de 1991, el cual tuvo una magnitud de 6.2 grados en la escala de Richter y destruyó 139 escuelas, afectando además a las regiones de San Martín y La Libertad (El Comercio, 2018).

Con intenciones de mitigar la latente amenaza, investigadores peruanos concentraron sus esfuerzos en crear una norma que rija el diseño sismorresistente en nuestro país, es así que en el año 1970 se creó la primera norma de diseño sismorresistente, dicha norma ha tenido diversas modificaciones, hasta conseguir la norma que hoy conocemos como “NORMA E.030 – DISEÑO SISMORRESISTENTE” en la cual se establecen los parámetros de análisis y diseño sísmico.

La norma peruana contempla un único nivel de desempeño (seguridad de vida) y un único nivel de amenaza (sismo severo), lo cual es una suposición poco real, además la norma peruana y la mayoría de normas en Sudamérica, se basan en un factor de reducción de respuesta “R”.

El Factor de Reducción de Respuesta Sísmica, “R”, sirve para considerar dos aspectos importantes del comportamiento estructural frente a los terremotos: en primer lugar, la capacidad para disipar energía cuando la estructura se comporte inelásticamente y en segundo lugar la sobre resistencia en los sistemas estructurales y sus materiales que la componen. (Gálvez, 2008, p. 2)

Así mismo nuestra norma de diseño sismorresistente en el Capítulo 3, Tabla N° 6; establece que las instituciones educativas pertenecen al grupo de edificaciones esenciales (categoría A2), y cuya función no debería interrumpirse luego de ocurrido un sismo considerado como severo, ya que servirán para dar refugio a las personas luego de un desastre.

Por ello, para evaluar el desempeño de nuestra estructura en análisis tendremos que recurrir a métodos contemplados en normas y documentos de Estados Unidos, tales como ASCE 41, FEMA, SEOAC y ATC. Dichas instituciones han incursionado en una nueva filosofía de diseño basada en el desempeño sísmico, por medio de la cual es posible predecir y controlar tanto el comportamiento de la estructura como el potencial de daño cuando ocurra un terremoto.

La Institución Educativa del Centro Poblado Yungasuyo, Provincia de Utcubamba en la región Amazonas, al igual que muchas otras ha sido diseñada con criterios de diseño por resistencia y bajo las normas peruanas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, muchas de ellas ya no están vigentes; representando un serio problema.

Por ello en la presente tesis se pretende estimar el nivel de desempeño sísmico de esta estructura, con el fin de tener resultados más precisos que ayuden a tomar mejores decisiones como el posible reforzamiento de ésta.

Es importante mencionar que con la presente investigación no se intenta cuestionar a la vigente Norma de diseño Sísmorresistente E-030, dado que con ayuda de ésta se determinará el espectro de demanda sísmica, el cual se usará para determinar el punto de desempeño, junto con la curva de capacidad a obtenerse en el análisis Pushover.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

A nivel Internacional:

- **Pacheco (2012, p. 64)**, en su tesis “ANÁLISIS DE PORTICOS BASADO EN DESEMPEÑO POR EL METODO PUSHOVER REGLAMENTADOS CON LA NSR-10”, tiene como objetivo analizar tres tipos de pórticos para determinar su nivel de desempeño y conocer en profundidad el comportamiento inelástico de la estructura, basado en el reglamento NSR-10. El autor concluye que al realizar el análisis por desempeño se aprecia que se sub estima la resistencia de la estructura en un 250%. Debido a que el cortante de diseño calculado en el análisis estático es 2.5 veces menor que el calculado con la curva de capacidad del análisis pushover.
- **Villanueva (2009, p. 85)**, desarrolló la tesis “DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO APLICADO A UN EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO”, cuyo objetivo principal fue aplicar la metodología de Diseño Sísmico Por Desempeño a una estructura de hormigón armado, en base a muros y marcos, y comparar estos resultados con los obtenidos al aplicar la Norma Chilena NCh 433 Of.96 “Diseño Sísmico de Edificios”. Donde concluye que usando el método modal espectral y diseñando los elementos estructurales haciendo uso del código ACI-318-05, la estructura permanecerá **Ocupacional** durante un **Sismo Frecuente** y un **Sismo Ocasional**, y garantizará la **Seguridad de Vida** luego de un **Sismo Raro** y **Muy Raro**.
- **Sánchez (2010, p. 128)**, en la tesis titulada “DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESEMPEÑO PARA UNA EDIFICACIÓN ESENCIAL DE CONCRETO REFORZADO”; planteó como objetivo principal evaluar el comportamiento sísmico de una edificación calificada como esencial empleando los criterios establecidos en el diseño por desempeño. Luego del análisis correspondiente el autor concluyó que los resultados obtenidos del diseño por desempeño resultaron más precisos que los del método por resistencia, las curvas de capacidad proporcionaron valores exactos de la rigidez inicial, la primera rótula plástica y las posteriores, para cada nivel de desempeño y demanda sísmica solicitada.

A nivel Nacional:

- **Vergara y Zevallos (2014, p. 70)**, en su tesis denominada “ANÁLISIS SISMICO POR DESEMPEÑO ESTÁTICO NO LINEAL DE UN EDIFICIO DE 6 NIVELES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD” fijaron como objetivo principal efectuar el análisis estático no lineal de un edificio de 6 niveles ubicado en Trujillo, de tal manera de establecer las diferencias en comparación con un diseño estructural convencional, y obtuvieron como conclusión que usando el método propuesto en FEMA-356 se alcanza un desplazamiento máximo de 4.133 cm, el cual está dentro del rango inelástico; esto significa que se alcanza un desempeño netamente operacional para la edificación.
- **Delgadillo (2005, p. 103)**, realizó una tesis titulada “ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO DE ESTRUCTURAS Y LA NORMA E-030”, en la cual planteo como objetivo principal corroborar la efectividad del Análisis Pushover establecido en los documentos conocidos como el ATC-40 y FEMA-356, usando además la demanda sísmica establecida en la Norma E-030, para determinar los niveles de comportamiento de la estructura y posteriormente verificar los límites de aceptación descritos en FEMA 356 y ATC-40. El autor concluye que el análisis Pushover sirve para conocer la magnitud del daño, a través del monitoreo de la deformación de desempeño de los elementos y poder calificarlos como daños aceptables o no.
- **Paredes (2016, p. 145)**, en su tesis “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIMA APLICANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER”, establece como objetivo principal hacer una comparación del desempeño de una vivienda ubicada en Lima ante distintos niveles de sismo, haciendo uso de las Normas E-030, E-060; y luego analizar la estructura utilizando la metodología del Pushover según el código FEMA. Llegando a la conclusión que el desempeño del edificio analizado bajo acción de **Sismos Severos** cumple con lo establecido en la Norma E-030, en relación al no colapso, debido a que se obtuvo un nivel de desempeño de **Seguridad de Vida y Prevención del Colapso**. Esto significa que se asegura la integridad física de las personas, pero habrá pérdidas económicas muy altas.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

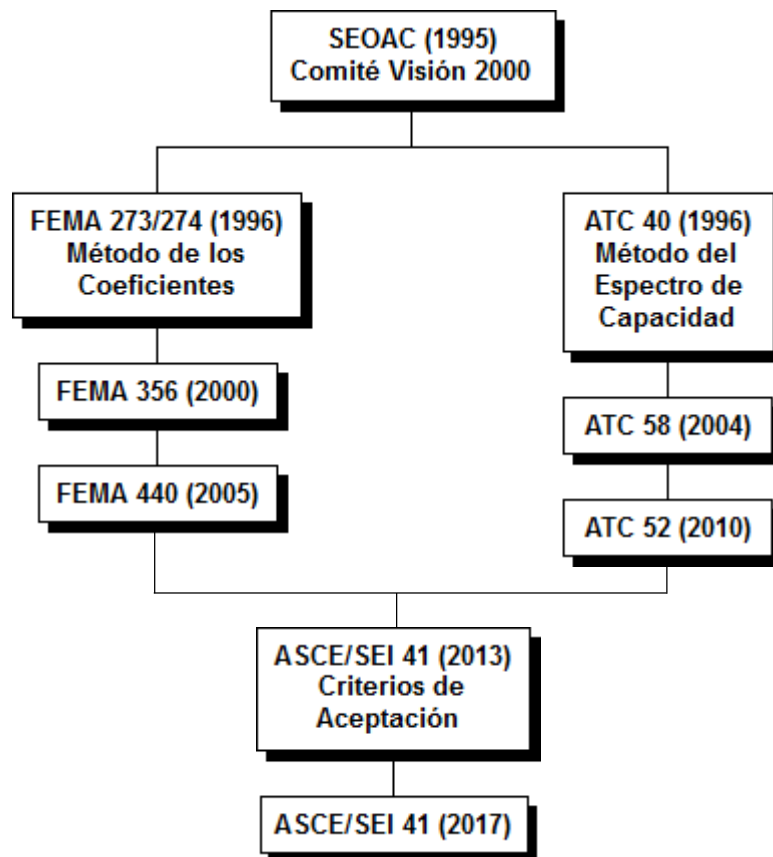
1.3.1. ANÁLISIS PUSHOVER

Este análisis es del tipo estático no lineal, en el cual la estructura se somete a cargas de gravedad y a un conjunto de fuerzas laterales que son incrementadas de forma monótona, hasta obtener la capacidad máxima de la estructura. La capacidad se representa graficando el desplazamiento en el último nivel vs la fuerza cortante en la base (Marte, 2014, p. 23).

a. Antecedentes del Análisis Basado en el Desempeño

El proceso de la creación de normas que rijan el análisis por desempeño empezó a partir del año 1995; el cual se resume en la FIGURA N° 01:

Figura 1: Antecedentes del diseño basado en el desempeño



Fuente: Elaborado por el investigador.

1.3.1.1. CRITERIOS DE ANÁLISIS

a). NIVELES DE DESEMPEÑO SÍSMICO

Como punto de partida inicial en el análisis basado en el desempeño sísmico se debe seleccionar el comportamiento deseado de la estructura.

Tenemos las siguientes propuestas:

- Propuesta del Comité Visión 2000 (SEOAC):

La Sociedad de Ingenieros Estructurales de California a través del COMITÉ VISION 2000, estableció niveles de comportamiento sísmico para las estructuras, estos se describen a continuación:

CUADRO 1: Niveles de desempeño sísmico según VISION 2000.

VISIÓN 2000	DESCRIPCIÓN
Completamente operacional	La edificación permanece en condiciones aptas para su uso normal, se esperan daños mínimos. Todos los sistemas de abastecimiento y líneas viales deben estar en funcionamiento, de tal manera que el edificio entra en funcionamiento inmediatamente.
Ocupacional	No hay daño significativo a la estructura la misma que se mantiene muy cerca de la resistencia y rigidez que tenía antes del sismo. Los componentes estructurales son seguros y mantienen su función. El edificio puede ser utilizado luego de pequeños arreglos.
Seguridad de vida	Daño significativo a los elementos estructurales con reducción sustancial en la rigidez pero tienen un margen de seguridad antes del colapso. Elementos no estructurales seguros pero con daño. La edificación podrá funcionar luego de ser reparada y reforzada.
Cerca al colapso	Daño sustantivo estructural y no estructural. Existe una gran degradación de resistencia y rigidez de la estructura, solo queda un pequeño margen para llegar al colapso.

Fuente: Aguiar (2015)

- **Propuesta del ATC-40:**

Presenta características muy parecidas a las establecidas por el COMITÉ VISION 2000.

CUADRO 2: Niveles de desempeño sísmico según ATC-40.

ATC-40	DESCRIPCIÓN
Operacional	Los daños estructurales son limitados y los daños en los sistemas y elementos no estructurales no impiden que la estructura continúe funcionando con normalidad después del sismo. Adicionalmente, las reparaciones que son necesarias no impiden la ocupación del edificio.
Ocupación Inmediata	Corresponde al nivel de desempeño más utilizado para estructuras esenciales, como es el caso de los hospitales. Se espera que los diferentes espacios y sistemas de la estructura puedan seguir siendo utilizados después del sismo, a pesar de que pueden ocurrir algunos daños en los contenidos. Se mantiene la seguridad de los ocupantes.
Seguridad de Vida	La probabilidad de pérdidas de vidas humanas es prácticamente nula. Este nivel corresponde al desempeño esperado de la estructura con la aplicación de los códigos actuales. Se presentan daños limitados en los elementos estructurales y algunos elementos no estructurales, sin que esto ponga en peligro la seguridad de los ocupantes.
Estabilidad Estructural	El margen de seguridad del sistema resistente de cargas laterales se encuentra prácticamente al límite y la probabilidad del colapso ante la ocurrencia de posibles réplicas es bastante alta, no obstante, el sistema de cargas verticales continúa garantizando la estabilidad del edificio. Los daños no estructurales no requieren ser evaluados debido al elevado nivel de daños en los elementos estructurales. No se garantiza la seguridad de los ocupantes ni transeúntes, por lo que se sugiere desalojar y, en algunos casos, demoler la estructura.

Fuente: ATC-40 (1996)

b). NIVELES DE AMENAZA SÍSMICA

Propuesta del Comité Visión 2000 (SEOAC):

Los sismos de análisis a los que estará sujeta la estructura son el resultado del trabajo hecho por el Comité VISION 2000, y son:

Tabla 1: Sismos de análisis según COMITÉ VISIÓN 2000

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

Fuente: Aguiar (2015)

Propuesta del ATC-40:

Considera solo tres niveles de sismos, estos son:

Tabla 2: Sismos de análisis según ATC-40

SISMO	PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
Sismo de Servicio, SE	72 años	50% en 50 años
Sismo de Diseño, DE	475 años	10% en 50 años
Sismo Máximo, ME	975 años	5% en 50 años

Fuente: ATC 40 (1996)

Propuesta del FEMA 273:

Por su parte FEMA establece 4 niveles de amenaza sísmica:

Tabla 3: Sismos de análisis según ATC-40

SISMO	PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
Frecuente	72 años	50% en 50 años
Ocasional	225 años	20% en 50 años
Raro	474 años	10% en 50 años
Muy Raro	2475 años	2% en 50 años

Fuente: FEMA 273 (1997)

Amenaza Sísmica según la Norma E-030:

En la presente investigación se usará los parámetros descritos en la Norma E-030 para obtener la demanda sísmica, sin embargo, se sabe que nuestra norma contempla un único nivel de sismo (sismo severo o sismo de diseño), el cual tiene un tiempo de retorno de 475 años con 10% de probabilidad de excederse en 50 años y 5% de amortiguamiento. Por este motivo usaremos algunos factores para relacionar con los demás niveles de amenaza sísmica.

- Relación con el ATC-40:

El ATC-40 proporciona una forma práctica de obtener el espectro para cada nivel de sismo, tomando como base el Sismo de Diseño (S_{AD}). Las expresiones se presentan a continuación:

Tabla 4: Niveles de sismos según ATC-40

NIVEL DE SISMO	ECUACIÓN
Sismo de Diseño	
Sismo de Servicio	
Sismo Máximo	

Fuente: ATC-40 (1996)

- Relación con FEMA 356:

FEMA considera cuatro sismos de análisis, el sismo que se asemeja a nuestra norma es el Sismo Raro.

Tabla 5: Niveles de sismos según FEMA 356

NIVEL DE SISMO	ECUACIÓN
Frecuente	
Ocasional	
Raro	
Muy Raro	

Fuente: FEMA 356 (2000)

Los espectros de los sismos mencionados se pueden visualizar en el ANEXO N° 01 Y N° 02.

c). **OBJETIVOS DE DESEMPEÑO**

Los objetivos de desempeño vienen a ser la combinación de los niveles de desempeño con la amenaza sísmica. En la ingeniería basada en el desempeño es crucial elegir el desempeño que se espera de la estructura, dado que este condiciona las posteriores decisiones que se puedan tomar. Dichos objetivos pueden ser seleccionados tomando en consideración el uso de la estructura, su importancia, la inversión económicas, entre otros.

Tenemos las siguientes propuestas:

- **Propuesta del ATC-40:**

Esta propuesta combina objetivos de desempeño con los diferentes sismos de análisis; esto significa que para un nivel de sismo existirán múltiples niveles de desempeño.

Tabla 6: *Objetivos de desempeño según ATC-40*

NIVEL DE SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO DEL EDIFICIO			
	Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Estabilidad Estructural
Sismo de Servicio	P	NA	NA	NA
Sismo de Diseño	P	P	P	NA
Sismo Máximo		P	P	P

Fuente: ATC-40 (1996)

Tabla 7: *Objetivos de desempeño para estructuras esenciales*

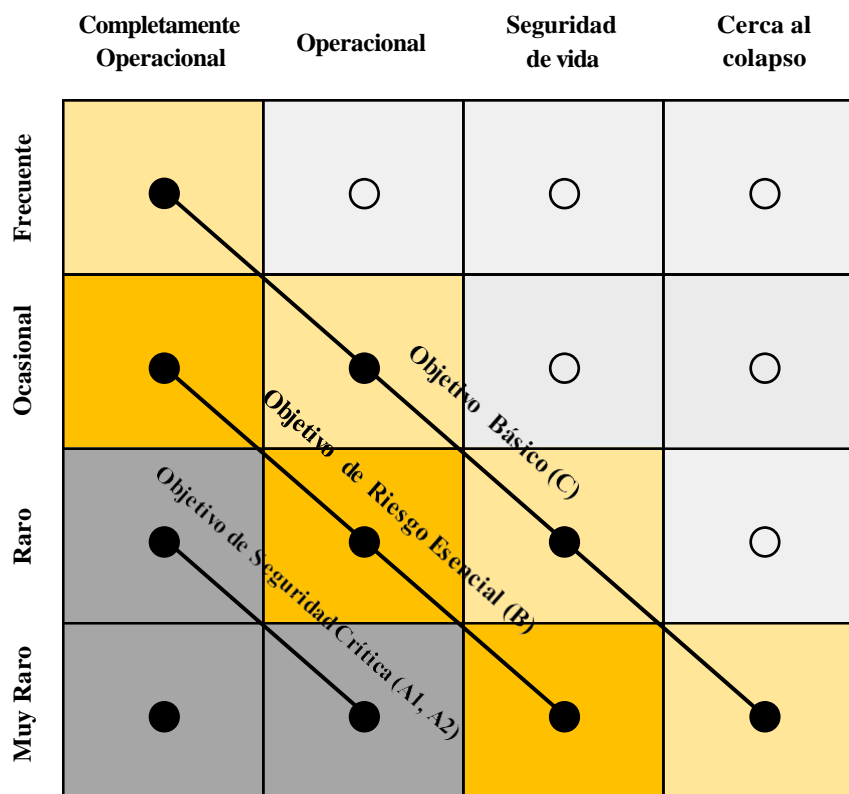
NIVEL DE SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO DEL EDIFICIO			
	Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Estabilidad Estructural
Sismo de Servicio	P			
Sismo de Diseño		P		
Sismo Máximo			P	

Fuente: ATC-40 (1996)

- **Propuesta del COMITÉ VISIÓN 2000:**

El COMITÉ VISIÓN 2000 presenta una matriz más completa con diferentes objetivos de desempeño estructural.

Figura 2: Matriz de comportamiento sísmico esperado



Fuente: SEOAC (1995)

En la matriz de objetivos del COMITÉ VISION 2000 se observa que una estructura calificada como edificación esencial A2 (institución educativa), debe permanecer Completamente Operacional para un sismo Raro y estar en el nivel de Seguridad de Vida Operacional para un sismo catalogado como Muy Raro.

No se admite que las estructuras de este tipo se comporten fuera de estos niveles; de hacerlo se tendrá que optar por posibles reforzamientos de la misma.

Con relación a los objetivos planteados por el ATC-40 se aprecia que no tiene ninguna diferencia con lo establecido por el COMITÉ VISIÓN 2000.

1.3.1.2. MODELO ESTRUCTURAL

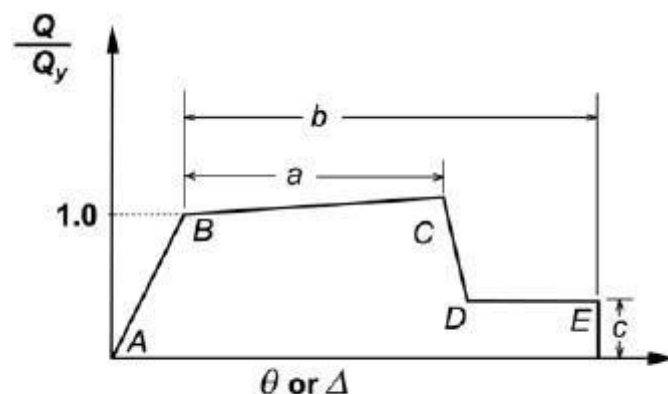
Representa de manera directa las características geométricas y físicas de los elementos y materiales que la componen. Se realiza con el propósito de obtener la capacidad estructural desde un enfoque local y global. El desempeño local de los elementos es conocido como “*criterios de aceptación*” se describen en el ANEXO N° 03.

- Comportamiento no lineal de vigas y columnas:

En el análisis Pushover la no linealidad es asignada a la estructura mediante rótulas plásticas, se debe asignar al programa los datos del diagrama momento-curvatura para cada tipo de viga y columna. Este procedimiento se puede realizar de forma automática usando Etabs, y está basado en FEMA 356.

Deformación y Ratio de Deformación: los parámetros **a** y **b** son aquellas partes de la deformación que ocurren posterior a la fluencia (deformación plástica). El parámetro **c** es la resistencia reducida después de la reducción repentina de C a D. Los parámetros **d** y **e** se refieren a las deformaciones totales medidas desde el origen. Todos estos parámetros se definen numéricamente en los ANEXOS N° 04 y N° 05.

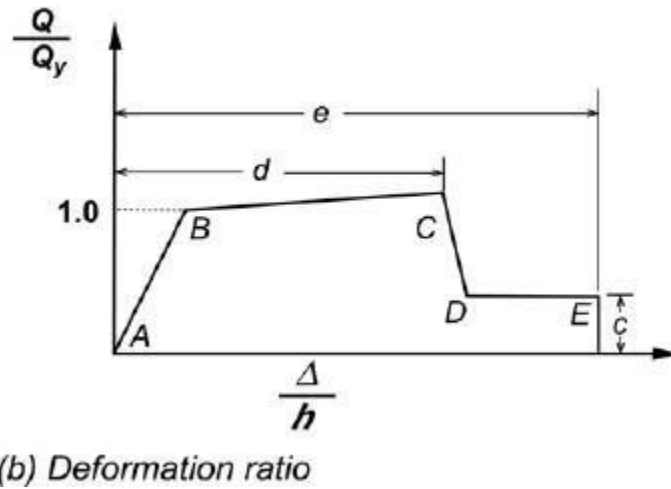
Figura 3: Diagrama Momento-Curvatura generalizado para elementos de concreto armado (Tipo I)



(a) Deformation

Fuente: FEMA 356 (2000)

Figura 4: Diagrama Momento-Curvatura generalizado para elementos de concreto armado (Tipo II)



Fuente: FEMA 356 (2000)

- Carga lateral aplicada al modelo:

No existe una norma que haya establecido el valor de la carga lateral que debe aplicarse al modelo, dado que la estructura es muy sensible a este tipo de carga, es conveniente usar la distribución de carga estática según lo describe la norma peruana E-030. (Ver ANEXO N° 06)

1.3.2. DESEMPEÑO SISMICO

1.3.2.1. CAPACIDAD SISMORRESISTENTE

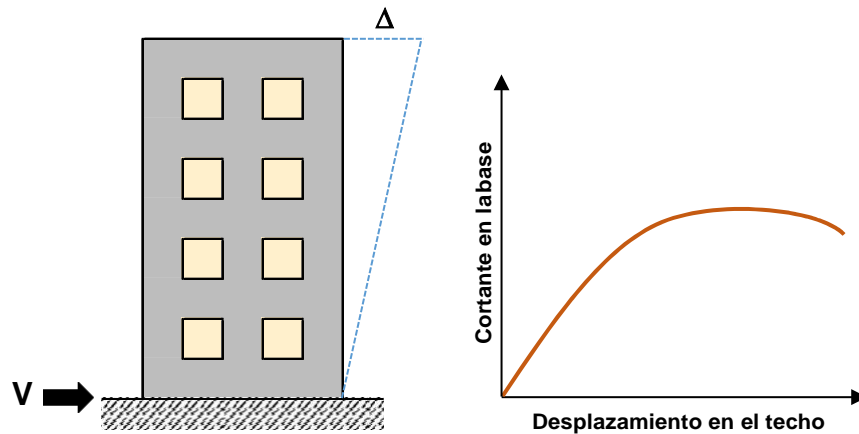
La capacidad sismorresistente de una estructura está condicionada por la resistencia y la ductilidad que presentan sus principales elementos estructurales. Si se desea conocer la capacidad de una estructura en el rango inelástico, se debe usar procedimientos no lineales, los resultados de dichos análisis se expresan de manera gráfica; dando como resultado la curva de capacidad.

a). Curva de capacidad:

La curva de capacidad es obtenida mediante el análisis estático no lineal (Pushover), describe la degradación progresiva de la rigidez en una estructura.

La curva de capacidad se representa gráficamente en un sistema de ejes coordenados; en el eje de las abscisas se ubica el desplazamiento en el último nivel y en el eje de las ordenadas la fuerza cortante en la base.

Figura 5: Análisis Pushover y curva de capacidad

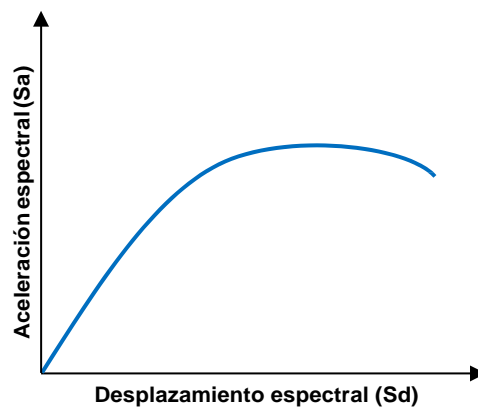


Fuente: Elaborado por el investigador.

b). Espectro de capacidad:

Se calcula con el objetivo de comparar de forma directa la capacidad obtenida para la estructura con el espectro de demanda, básicamente consiste en cambiar la curva de capacidad a coordenadas del tipo espectrales. (Marte, 2014, p. 30)

Figura 6: Representación gráfica del espectro de capacidad



Fuente: Elaborado por el investigador.

El procedimiento para obtener el espectro de capacidad se detalla en el ANEXO N° 07.

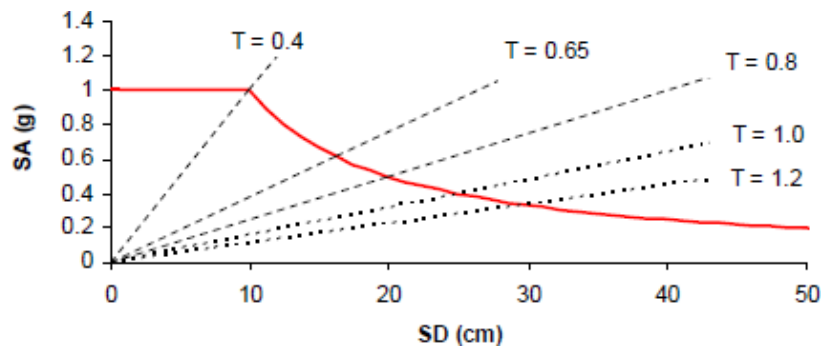
1.3.2.2. DEMANDA SISMICA

Para el análisis estático no lineal se usa un espectro de aceleraciones, el cual luego debe transformarse a un espectro de demanda.

a). Espectro de demanda:

El espectro de demanda es la representación del espectro de diseño en parámetros de aceleración y desplazamientos espectrales.

Figura 7: Espectro de demanda



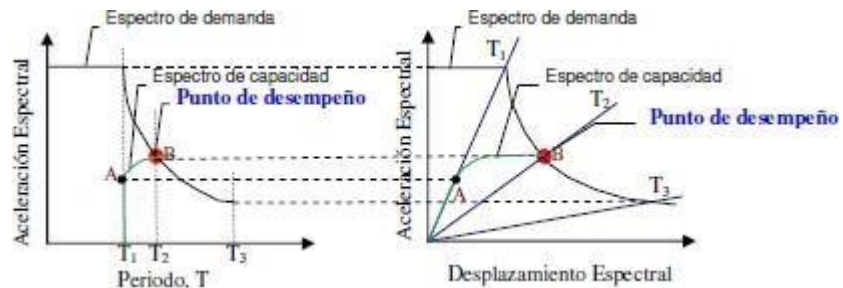
Fuente: Toledo (2011)

1.3.2.3. DESEMPEÑO SISMICO ALCANZADO

a). Punto de desempeño:

Se obtiene al intersectar el espectro de capacidad y el de demanda. La metodología a seguir se presenta en los resultados y anexos.

Figura 8: Método del espectro de capacidad



Fuente: Burgos (2008)

1.4. FORMULACIÓN AL PROBLEMA

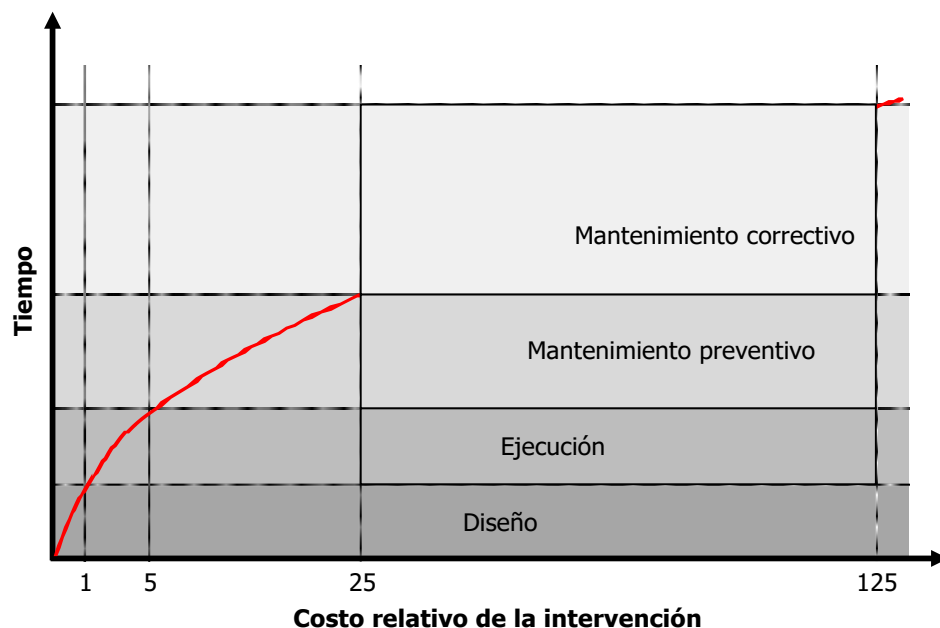
¿Cuál es el desempeño sísmico de la institución educativa “José Gregorio Paredes Ayala” ubicada en el Centro Poblado Yungasuyo, provincia de Utcubamba, región Amazonas, 2017?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- **Justificación Económica:**

En el aspecto económico la presente investigación se justifica en "La Ley de Evolución de los Costos" de Sitter, la cual indica que es conveniente realizar las correcciones durante la etapa de diseño, ejecución, o mantenimiento; esto garantiza un ahorro de hasta 125 veces el costo del proyecto; en comparación con medidas correctivas luego de un evento sísmico, es decir, trabajos de reparación en estructuras con daño considerable.

Figura 9: Ley de Evolución de los Costos, ley de Sitter



Fuente: Sitter (1984)

- **Justificación Técnica:**

Considerando la elevada actividad sísmica de nuestro país, es necesario evaluar nuestras edificaciones con técnicas basadas en el desempeño sísmico, las cuales capturan de mejor manera la no linealidad estructural. Esto es muy importante debido a que nuestra norma de diseño sismorresistente solo evalúa las estructuras en función de su deriva de piso, mas no evalúa el daño en los elementos estructurales.

1.6. HIPÓTESIS

Si se analiza la estructura aplicando el método del Pushover, entonces se evalúa el desempeño sísmico de la institución educativa “José Gregorio Paredes Ayala” ubicada en el Centro Poblado Yungasuyo, Provincia Utcubamba, región Amazonas.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General:

- Analizar la estructura mediante el método del Pushover para evaluar el desempeño sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Amazonas 2017.

1.7.2. Objetivos específicos:

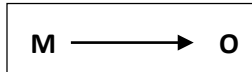
- Establecer los criterios de análisis para la aplicación del método pushover en la institución educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, región Amazonas.
- Realizar el modelo estructural para el análisis estático no lineal de la institución educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, región Amazonas.
- Determinar la capacidad sismorresistente de la institución educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, región Amazonas.
- Calcular la demanda sísmica de la institución educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, región Amazonas.
- Evaluar el desempeño sísmico alcanzado y de ser necesario plantear una propuesta de reforzamiento para la institución educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, región Amazonas.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizará el diseño Descriptivo.

El esquema utilizarse es el siguiente:



Dónde:

M = Representa la muestra; edificación destinada a institución educativa donde se realizará el proyecto.

O = Representa la información que se recoge para el proyecto.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variables:

- **Variable independiente:**
Análisis Pushover.

- **Variable dependiente:**
Desempeño sísmico.

2.2.2 Operacionalización de variables:

Cuadro N° 03: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
ANALISIS PUSHOVER	Es un análisis estático inelástico en donde la estructura es afectada por cargas gravitatorias constantes y fuerzas laterales o desplazamientos que son incrementados monotónicamente y se mantienen constantes. Marte (2014, p. 3)	Este análisis es del tipo estático no lineal, en el cual la estructura se somete a cargas de gravedad y a un conjunto de fuerzas laterales que son incrementadas de forma monótona, hasta obtener la capacidad máxima de la estructura. La capacidad se representa graficando el desplazamiento en el último nivel vs la fuerza cortante en la base	CRITERIOS DE ANALISIS	Niveles de desempeño sísmico	INTERVALO
				Niveles de amenaza sísmica	
				Objetivos de desempeño	
			MODELO ESTRUCTURAL	Configuración estructural	
				Comportamiento no lineal	
				Patrón de cargas laterales	
DESEMPEÑO SISMICO	El diseño basado en el desempeño sísmico consiste en la selección de apropiados esquemas de evaluación que permitan el dimensionado y detallado de los componentes estructurales, no estructurales y del contenido, de manera que para un nivel de movimiento especificado y con diferentes niveles de confiabilidad, la estructura no debería ser dañada más allá de ciertos estados límites. SEAOC (1995)	El diseño basado en el desempeño sísmico es una nueva filosofía de diseño, la cual busca mejorar el diseño convencional basado en resistencia, se basa en la selección de esquemas y métodos que permitan al ingeniero estructural conocer el comportamiento de la estructura cuando esté sometida a fuerzas sísmicas severas e incursione en el rango inelástico.	CAPACIDAD SISMORRESISTENTE	Curva de capacidad	INTERVALO
				Espectro de capacidad	
			DEMANDA SISMICA	Espectro de demanda	

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población:**

Lo constituyen las instituciones educativas del Centro Poblado Yungasuyo – Amazonas (03 instituciones).

- **Muestra:**

La muestra corresponde a la Institución Educativa “José Gregorio Paredes Ayala”, Centro Poblado Yungasuyo, provincia de Utcubamba, región Amazonas. Esta edificación está estructurada a base de pórticos de concreto armado en ambas direcciones y cuenta con dos niveles.

- **Muestreo:** Muestreo no Probabilístico por conveniencia.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

- **Técnicas de investigación:**

Para la presente investigación se utilizará la técnica del fichaje, lo cual nos brindará resultados más aceptables al momento de recopilar la información para el marco teórico de nuestra investigación.

- **Instrumentos de recolección de datos:**

Los datos se recopilaron del expediente técnico de la estructura, estos serán ingresados al software Etabs, para realizar el modelamiento de la estructura y proceder con la evaluación de su desempeño.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se efectuará luego de recopilar toda la información del expediente técnico, utilizando para el procesamiento de la información el programa Microsoft Excel 2016 y CSI Etabs 2016.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Los datos recopilados en el expediente técnico y los resultados procesados en el presente proyecto de investigación son de total veracidad y confiabilidad, así mismo esta investigación se rige a los aspectos éticos como son el consentimiento del acceso a la información contenida en el expediente técnico.

III. RESULTADOS

3.1. CRITERIOS DE ANÁLISIS

3.1.1. NIVELES DE DESEMPEÑO SISMICO

Considerando los criterios establecidos por el Comité Visión 2000 el nivel de desempeño sísmico elegido para la estructura en análisis es “**OCUPACIÓN INMEDIATA**”.

3.1.2. NIVELES DE AMENAZA SISMICA

El nivel de amenaza sísmica para la estructura analizada es el **SISMO DE DISEÑO**, conocido también como **SISMO RARO**, el cual tiene un periodo de retorno de 475 años con una probabilidad de excedencia de 10% en 50 años.

3.1.3. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO

CUADRO N° 04: Objetivos de desempeño propuestos.

NIVEL DE SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO DEL EDIFICIO			
	Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Estabilidad Estructural
Sismo de Servicio	P			
Sismo de Diseño		P		
Sismo Máximo			P	

Fuente: Elaborado por el investigador.

3.2. MODELO ESTRUCTURAL

El modelo estructural se realizó con ayuda del software Etabs v16.2.1, se realizó con el objetivo de obtener la capacidad de la estructura en el rango no lineal.

Este se detalla en el ANEXO N° 09.

3.2.1. CONFIGURACION ESTRUCTURAL

La configuración estructural determinada para la estructura en análisis es la siguiente:

- Sistemas estructurales:

Tabla 8: Sistema estructural en ambas direcciones

DIRECCIÓN	SISTEMA ESTRUCTURAL	R ₀
X	Pórticos de Concreto Armado	8
Y	Pórticos de Concreto Armado	8

Fuente: Elaborado por el investigador

- Factores de irregularidad estructural calculados:

Tabla 9: Irregularidades estructurales

TIPO	DESCRIPCIÓN	FACTOR
En altura	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	I _a = 1.00
	Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	I _a = 1.00
	Irregularidad de Masa o Peso	I _a = 1.00
En planta	Irregularidad Torsional	I _p = 1.00
	Esquinas Entrantes	I _p = 1.00
	Discontinuidad de Diafragma	I _p = 1.00
	Sistemas no Paralelos	I _p = 1.00

Fuente: Elaborado por el investigador

El cálculo de los factores de irregularidad calculados anteriormente se detalla en el ANEXO N° 08.

- Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R”:

$$R = R_0 I_a I_p$$

En la dirección X-X: **R = 8**

En la dirección Y-Y: **R = 8**

- Características de geometría y elementos estructurales:

Se encuentran de manera detallada en el ANEXO N° 18.

3.22. COMPORTAMIENTO NO LINEAL

En un análisis Pushover la no linealidad se asigna mediante rótulas plásticas, las cuales tienen valores en función a los criterios de aceptación descritos en el ANEXO N° 09.

3.23. PATRÓN DE CARGAS LATERALES

Para verificar el cálculo, ver ANEXO N° 10.

- Dirección X-X:

Tabla 10: Fuerzas laterales en X

NIVEL	FUERZA LATERAL
2	26.941 tn
1	18.857

Fuente: Elaborado por el investigador

- Dirección Y-Y:

Tabla 11: Fuerzas laterales en Y

NIVEL	FUERZA LATERAL
2	26.702 tn
1	19.096 tn

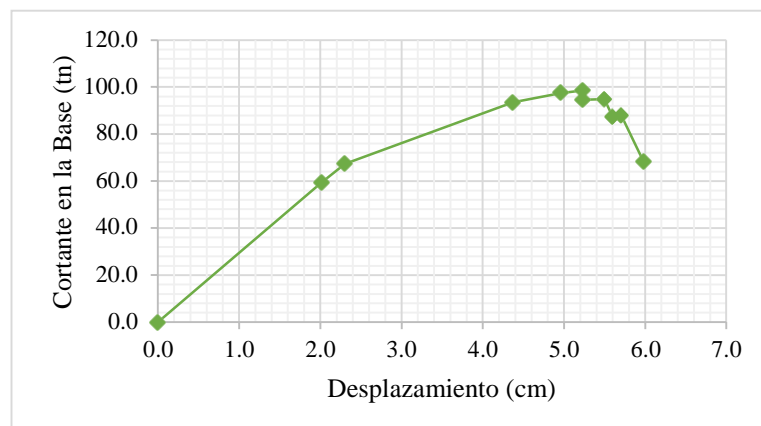
Fuente: Elaborado por el investigador

3.3. CAPACIDAD SISMORRESISTENTE

3.3.1. CURVA DE CAPACIDAD

- Curva de capacidad en la dirección X:

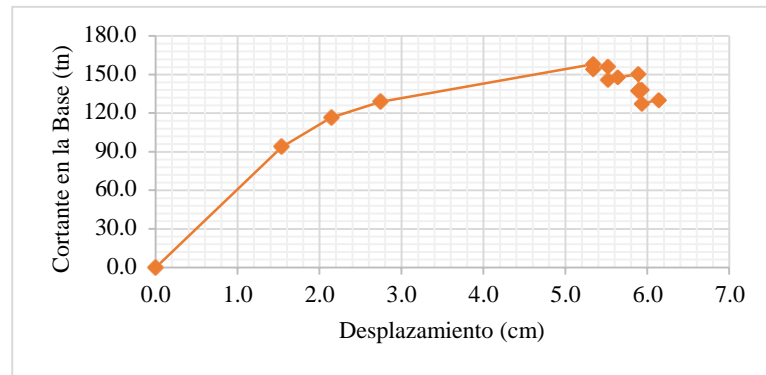
Figura 10: Curva de capacidad en X



Fuente: elaborado por el investigador.

- Curva de capacidad en la dirección Y:

Figura 11: Curva de capacidad en Y

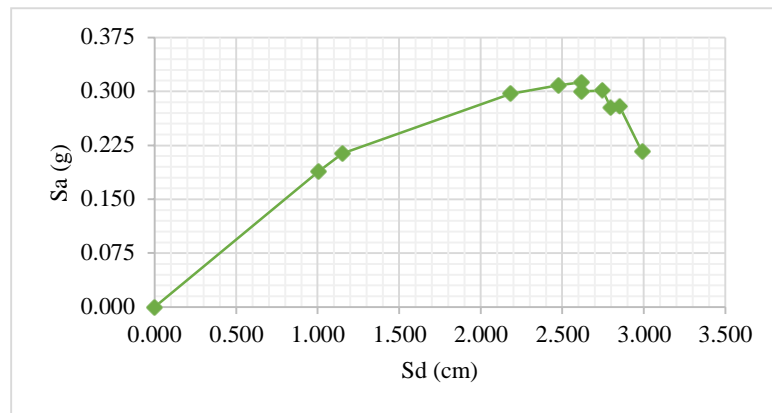


Fuente: elaborado por el investigador.

3.3.2. ESPECTRO DE CAPACIDAD

- Espectro de capacidad en la dirección X:

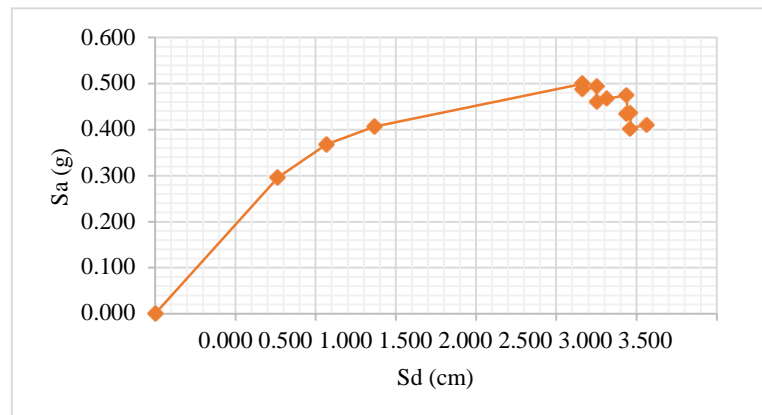
Figura 12: Espectro de capacidad en X



Fuente: elaborado por el investigador.

- Espectro de capacidad en la dirección Y:

Figura 13: Espectro de capacidad en Y

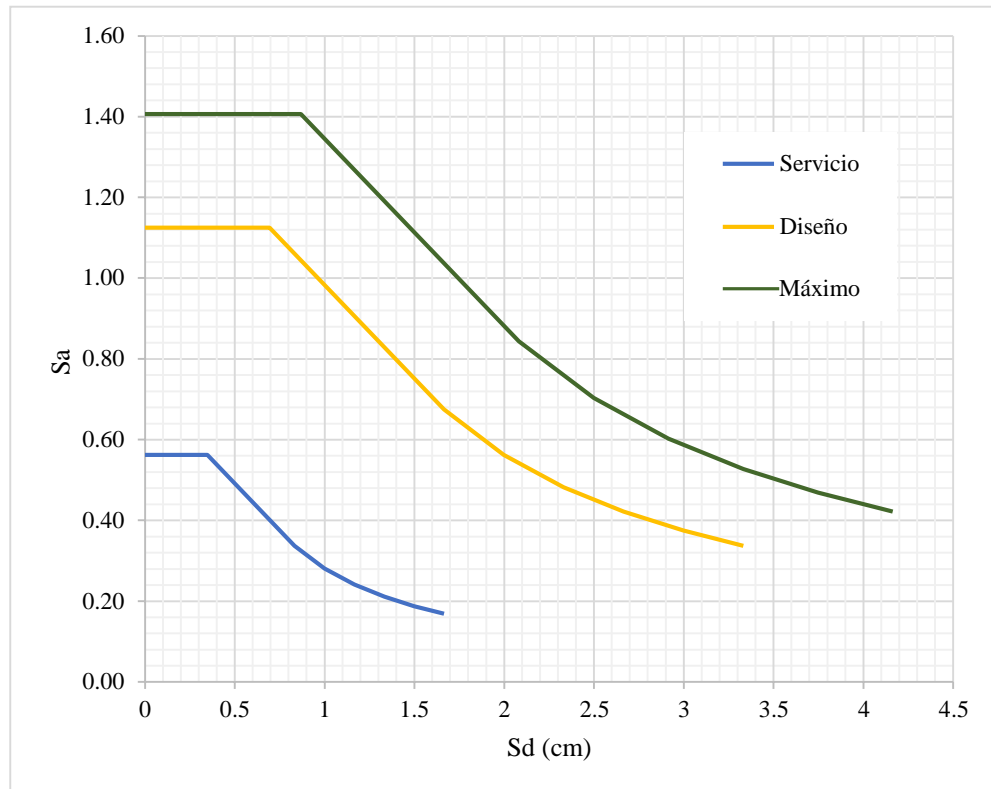


Fuente: elaborado por el investigador.

3.4. DEMANDA SÍSMICA

3.4.1. ESPECTRO DE DEMANDA

Figura 14: Espectro de demanda



Fuente: elaborado por el investigador.

3.5. DESEMPEÑO SÍSMICO ALCANZADO

3.5.1. METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD (ATC 40)

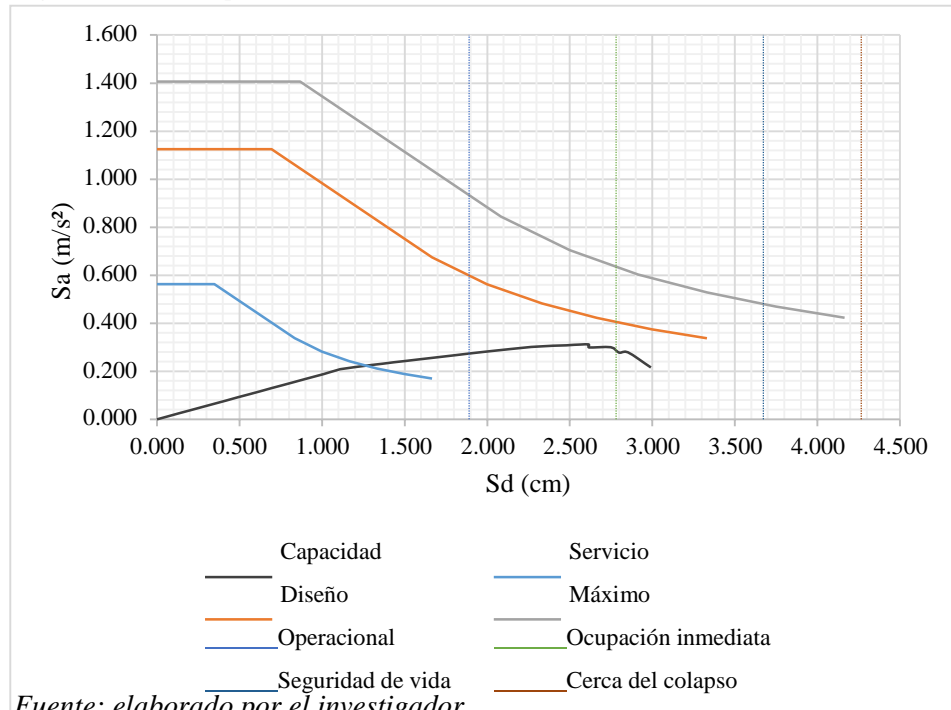
Consiste en convertir la curva de capacidad de la estructura en un espectro de capacidad, utilizando coordenadas espectrales. El procedimiento de cálculo se muestra en el ANEXO N° 12.

3.5.2. OBTENCIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO

El punto de desempeño global de la estructura se obtiene mediante la intersección entre el espectro de capacidad y el espectro de demanda de la estructura. Ver ANEXO N° 13.

- Desempeño calculado en la dirección X-X

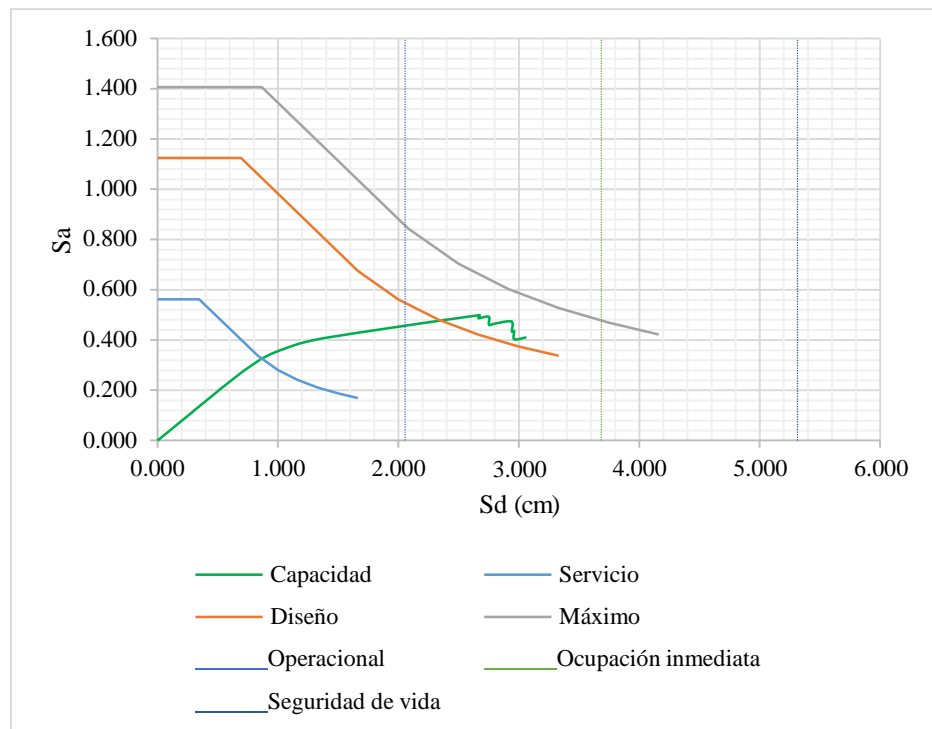
Figura 15: Desempeño obtenido en la dirección X



Fuente: elaborado por el investigador.

- Desempeño calculado en la dirección Y-Y

Figura 16: Desempeño obtenido en la dirección Y

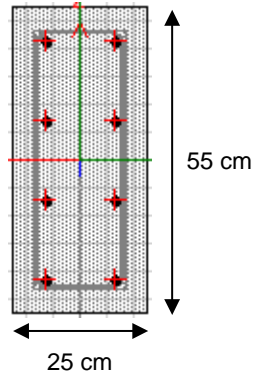


Fuente: elaborado por el investigador.

3.5.3. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

Lo que se propone es aumentar las dimensiones de las columnas, de esta manera se incrementará la rigidez lateral. (Ver ANEXO N° 14).

Columna reforzada, rectangular (Y-Y): ubicada en los ejes (B - 3) y (B - 5).

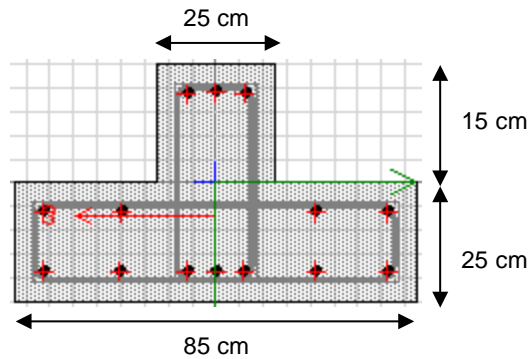


Acero propuesto: $8\text{Ø } 3/4''$

$A_s = 22.80 \text{ cm}^2$

Cuantía: $\rho = 1.66\%$

Columna reforzada, sección T (X-X): ubicada en los ejes (A - 2) y (A - 6).

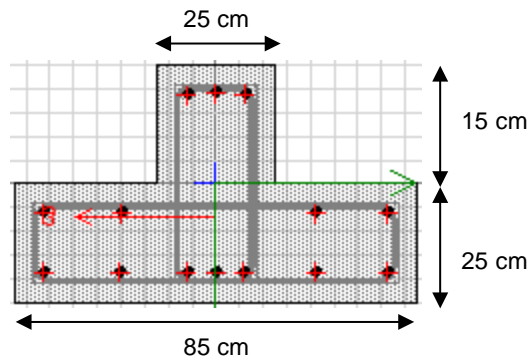


Acero propuesto: $14\text{Ø } 3/4''$

$A_s = 39.90 \text{ cm}^2$

Cuantía: $\rho = 1.33\%$

Columna reforzada, sección T (X-X): ubicada en los ejes (A - 2) y (A - 6).



Acero propuesto: $14\text{Ø } 3/4''$

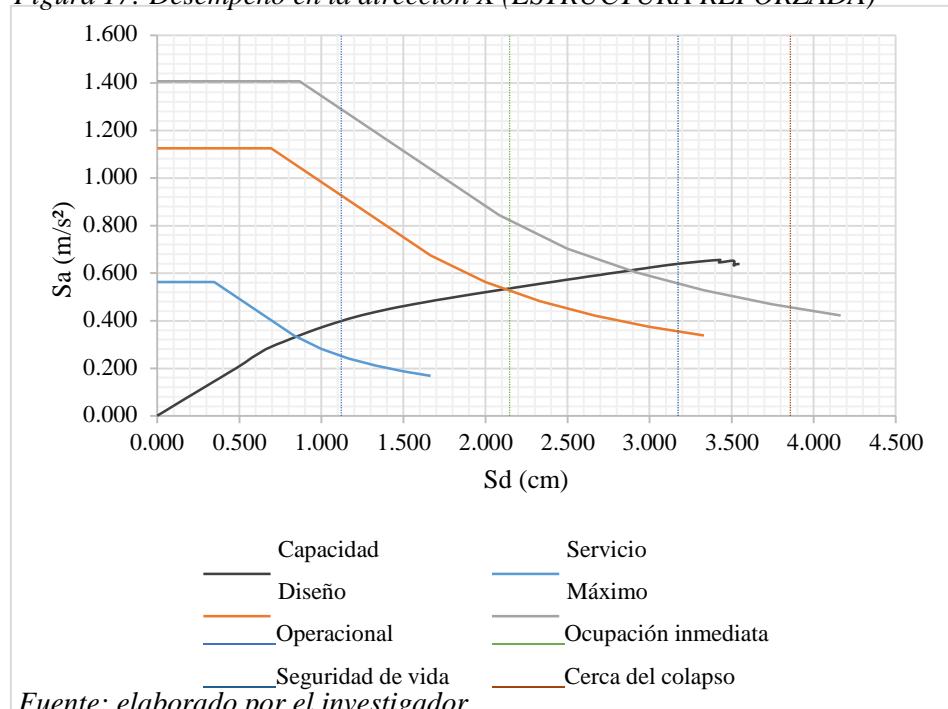
$A_s = 39.90 \text{ cm}^2$

Cuantía: $\rho = 1.33\%$

3.54. DESEMPEÑO ALCANZADO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA

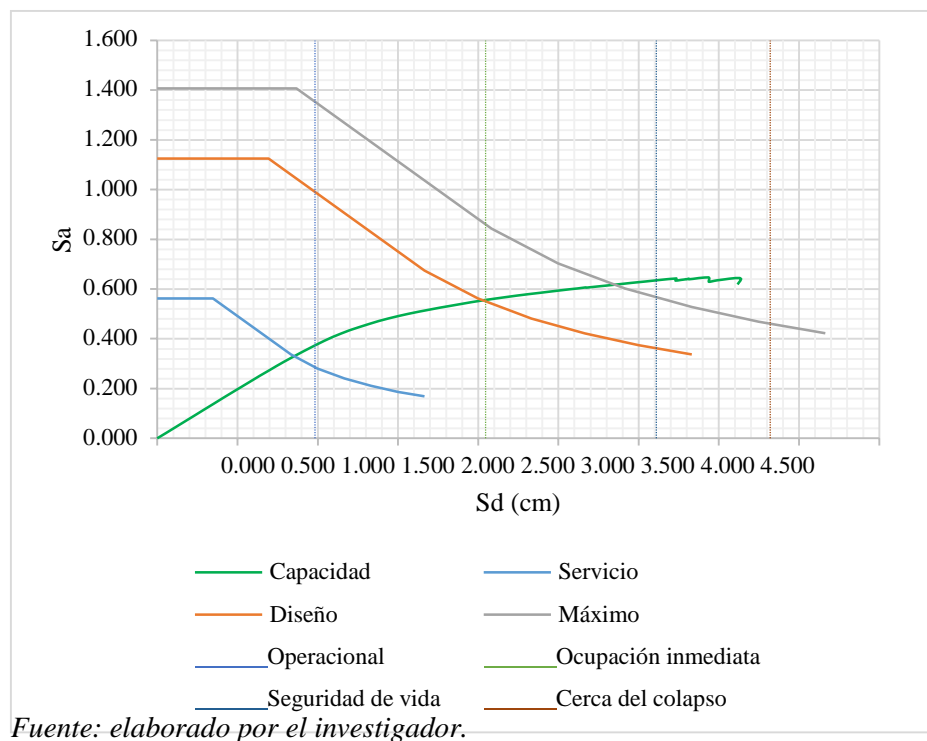
- Desempeño en la dirección X:

Figura 17: Desempeño en la dirección X (ESTRUCTURA REFORZADA)



- Desempeño en la dirección Y:

Figura 18: Desempeño en la dirección Y (ESTRUCTURA REFORZADA)



3.5.5. DESEMPEÑO LA ESTRUCTURA REFORZADA Y SIN REFORZAR

Como conclusión final se presenta LA TABLA N° 12 en el cual se compara los resultados de la estructura original vs la estructura reforzada.

Tabla 12: Comparación entre estructura reforzada y no reforzada

DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN Y	
	S/R	Reforzado	S/R	Reforzado
Periodo (seg)	0.56	0.34	0.37	0.29
Deriva máxima de entrepiso	0.0153	0.00606	0.0078	0.0046
Desplazamiento del techo	5.982 cm	7.073 cm	3.135 cm	4.22 cm
Cortante en la base	98.58 tn	225.53 tn	130.2 tn	236.115 tn
Desempeño: sismo de Servicio	OPERACIONAL	OPERACIONAL	OPERACIONAL	OPERACIONAL
Desempeño: Sismo de Diseño	COLAPSO	OCUPACIÓN INMEDIATA	OCUPACIÓN INMEDIATA	OCUPACIÓN INMEDIATA
Desempeño: Sismo Máximo	COLAPSO	SEGURIDAD DE VIDA	COLAPSO	SEGURIDAD DE VIDA

Fuente: elaborado por el investigador.

IV. DISCUSIÓN

1. Tratándose de una edificación de categoría A2, y tomando como referencia lo establecido en el CUADRO N° 04; el desempeño sísmico esperado es la **OCUPACION INMEDIATA** para un sismo catalogado como **SEVERO**, sin embargo, con los resultados obtenidos se comprueba lo contrario.
2. En el proceso de realización del modelo estructural se hizo la verificación de irregularidades tanto en planta como en altura, se comprobó que la estructura es regular en ambas direcciones y presenta un periodo de vibración igual a 0.56 segundos. Esto es importante para el posterior análisis; debido a que FEMA recomienda aplicar el análisis Pushover a estructuras regulares y cuyo periodo fundamental de vibración no supere 1 segundo. Así mismo establece que los dos primeros modos de vibración debe ser traslacionales, permitiendo la rotación a partir del tercer modo.

Los mecanismos de falla se presentaron anticipadamente en las columnas, esto es señal de que la estructura no posee una buena capacidad de ductilidad, característica necesaria para disipar energía el rango no lineal.

3. De acuerdo a las Figuras 10 y 11, la estructura posee mejor capacidad en la dirección Y que en la dirección X, debido a que en Y hay elementos de mayor sección transversal. Así mismo es útil y necesario determinar la capacidad de la estructura en ambas direcciones de análisis, porque a pesar de su regularidad y simetría la curva y el espectro de capacidad calculados presentan diferentes características.
4. La demanda sísmica calculada se muestra en la Figura 14, el sismo de diseño se calculó usando los parámetros de la norma E.030, para los demás niveles se utilizó factores dados por el ATC-40. Es fundamental usar criterios de la norma E.030, porque representa de manera directa y con mayor exactitud las condiciones sísmicas locales.
5. El desempeño sísmico de ambas direcciones de análisis (X, Y) que se presenta en las Figuras 15 y 16 respectivamente no satisface los objetivos de comportamiento deseados para una estructura de categoría esencial, esto significa que la demanda supera ampliamente a la capacidad.
6. Al plantear el reforzamiento de la estructura, se incrementa notablemente su rigidez lateral; en la Tabla 12, se observa que se disminuye el periodo de vibración, las derivas máximas de piso, y se cumple con los objetivos de desempeño para una estructura de categoría esencial.

V. CONCLUSIONES

1. Los criterios que determinan el análisis estático no lineal o pushover son:
 - Niveles de desempeño sísmico: OCUPACION INMEDIATA.
 - Niveles de amenaza sísmica: SISMO DE DISEÑO.
 - Objetivos de desempeño para una estructura esencial.
2. Se realizó el modelo estructural en el programa Etabs, luego se verificó la configuración estructural mediante un análisis previo en función a la norma E.030 y a la información recopilada de los planos; calculando de esta manera los factores de irregularidad estructural en altura, $I_a = 1$ y en planta, $I_p = 1$. La no linealidad se asignó mediante rotulas plásticas, siguiendo los criterios de aceptación establecidos por el ASCE 41-13.

3. La capacidad sismorresistente de la estructura se obtuvo luego de realizar el análisis pushover; en la dirección X-X se obtiene un cortante de 98.6 tn para un desplazamiento máximo en el punto de control igual a 5.982 cm. Para la dirección Y-Y el cortante obtenido en la curva de capacidad es de 130.2 tn y el desplazamiento máximo es igual a 3.135 cm.
4. La demanda sísmica se determinó en función a los parámetros de la norma E.030: $Z=0.25$, $U=1.5$, $S=1.2$. El factor de reducción de fuerzas sísmicas “R” se consideró igual a 1, por el hecho de que se está haciendo un análisis no lineal y el espectro tiene que ser elástico.
5. El desempeño sísmico alcanzado de esta edificación destinada a institución educativa; estructurada a base de pórticos de concreto armado no es aceptable en ambas direcciones (X, Y); ni por la norma peruana E.030, ni por los códigos de diseño tales como FEMA y ATC-40. Debido a que no se logra el objetivo principal que es la **OCUPACION INMEDIATA** luego de un terremoto catalogado como **RARO** o de **DISEÑO**.
6. Debido a la poca capacidad de la estructura, es conveniente reforzarla. Para ello se incrementó las dimensiones y el área de acero de aquellas columnas en las cuales se presentaron los primeros mecanismos de falla (rotulas plásticas). Al analizar la estructura reforzada se comprobó que cumple con el objetivo de desempeño deseado; es decir el de **SEGURIDAD DE VIDA** para un **SISMO DE DISEÑO**.

VI. RECOMENDACIONES

1. En la etapa de diseño siempre se debe buscar una estructuración en base a columnas fuertes – vigas débiles, con el fin de proporcionar la formación de rótulas plásticas en las vigas al excederse la resistencia suministrada.
2. No utilizar los factores de carga lateral estipulados por FEMA para el Pushover, pues debemos regirnos a nuestra norma por las características particulares del suelo.
3. En el proceso de reforzamiento se debe usar aditivo o pegamento epóxico, con la finalidad de garantizar la correcta adherencia entre en el concreto fresco y el concreto existente.
4. Se recomienda realizar un análisis económico para dos o más opciones de reforzamiento, para así optar por la alternativa que mejor se adecue a la zona de trabajo y a las posibilidades económicas.

VII. REFERENCIAS

1. QUISPE, Rodrigo, TAVERA, Hernando y BERNAL, Isabel (2003). Geometría de la Placa de Nazca en el Borde Occidental de Sudamérica a Partir de las Tendencias Medias de Sismicidad. Centro Nacional de Datos Geofísicos - Sismología Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
2. Los 10 terremotos más potentes y mortíferos de la historia en América Latina [en línea]. BBC. 21 de septiembre de 2017. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41343606>
3. Diez terremotos más devastadores que ocurrieron en Perú [en línea]. El Comercio. 16 de enero de 2018. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/10-terremotos-devastadores-ocurrieron-peru-noticia-459587>
4. Reglamento Nacional de Edificaciones. “Norma Técnica de E.030 Diseño Sismo resistente. Lima, 2016.
5. GÁLVEZ, Adolfo. PROPUESTA DEL FACTOR DE REDUCCION DE FUERZA SISMICA PARA SISTEMAS ESTRUCTURALES EN CONCRETO ARMADO CON MUROS REFORZADOS POR BARRAS DUCTILES Y MALLAS ELECTROSOLDADAS. Lima. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008, p. 2)
6. PIQUÉ DEL POZO, Javier. Diseño por Capacidad: Una estrategia Neozelandesa de Diseño Sismorresistente. Lima. Revista El Ingeniero Civil, 2008.
7. PACHECO, Leonardo. GUEVARA, Nicolás, ANALISIS DE PORTICOS BASADO EN DESEMPEÑO POR EL METODO PUSHOVER REGLAMENTADOS CON LA NSR-10. Tesis (Ingeniero Civil). Yopal: Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano, 2012. 64 pp.
Disponible en: http://www.4shared.com/office/DBtvz58_/Tesis_PACHECO.html
8. VILLANUEVA, Guillermo. DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO APLICADO A UN EDIFICIO DE HORMIGÓN ARMADO. Tesis (Ingeniero Civil en Obras Civiles). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2009. 85 pp.
Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfciv618d/doc/bmfciv618d.pdf>

9. SÁNCHEZ, Marco. DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESEMPEÑO PARA UNA EDIFICACIÓN ESENCIAL DE CONCRETO REFORZADO. Tesis (Maestro en Ciencias en Ingeniería y Administración de la Construcción). Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2010. 128 pp.
Disponible en: https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/570630/DocsTec_11586.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. VERGARA, Alberto y ZEVALLOS, Cesar. ANALISIS SISMICO POR DESEMPEÑO ESTÁTICO NO LINEAL DE UN EDIFICIO DE 6 NIVELES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. 70 pp.
Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/585/1/VERGARA_ALBERTO_ANALISIS_SISMICO_DESEMPE%C3%91O.pdf
11. DELGADILLO, Julio Edwin. ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO DE ESTRUCTURAS Y LA NORMA E-030. Tesis (Maestro con Mención en Ingeniería Estructural). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2005. 103 pp.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/766>
12. PAREDES, Miguel. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIMA APLICANDO EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSH-OVER. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. 145 pp.
Disponible en: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/620673>
13. MARTE, Celio. CALIBRACIÓN DE UMBRALES DE DAÑO SÍSMICO PARA EL ANÁLISIS DE FRAGILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (“PUSH-OVER”). Tesis (Master de ingeniería estructural y la construcción). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, 2014. 23 pp.
Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21138/Tesis%20Celio.pdf>
14. AGUIAR, Roberto. Análisis Sísmico por Desempeño. 1^{era} Edición. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, 2015, 27 pp.

15. TOLEDO, Vlacev. Ingeniería Sísmica Basada en Desempeño. 1^{era} Edición. Perú: Comunidad para la Ingeniería Civil, 2011, 18pp.
16. SANTANA, Ronald. DISEÑO SÍSMICO POR DESEMPEÑO DE ESTRUCTURAS DE ALBAÑILARIA CONFINADA. Tesis (Maestro en ciencias con mención en ingeniería estructural). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012, pp. 57. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1156/1/santana_tr.pdf
17. FEMA P-58. Seismic Performance Assessment of Buildings. California: Federal Emergency Management Agency, 2012, pp. 108.
18. Applied Technology Council. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. California: Technical report, ATC-40, 1996.
19. BURGOS, Maribel. ESTUDIO DE LA METODOLOGIA “DISEÑO POR CAPACIDAD” EN EDIFICACIONES APORTICADAS DE CONCRETO ARMADO PARA SER INCORPORADA A LA NORMA PERUANA E-060 COMO ALTERNATIVA DE DISEÑO. Tesis (Maestro en ciencias con mención en ingeniería estructural). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, pp. 229. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/760/1/burgos_nm.pdf
20. FEMA 440 (2005). “Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis” Procedures. American Society of Civil Engineers, Washington, D.C.

ANEXOS

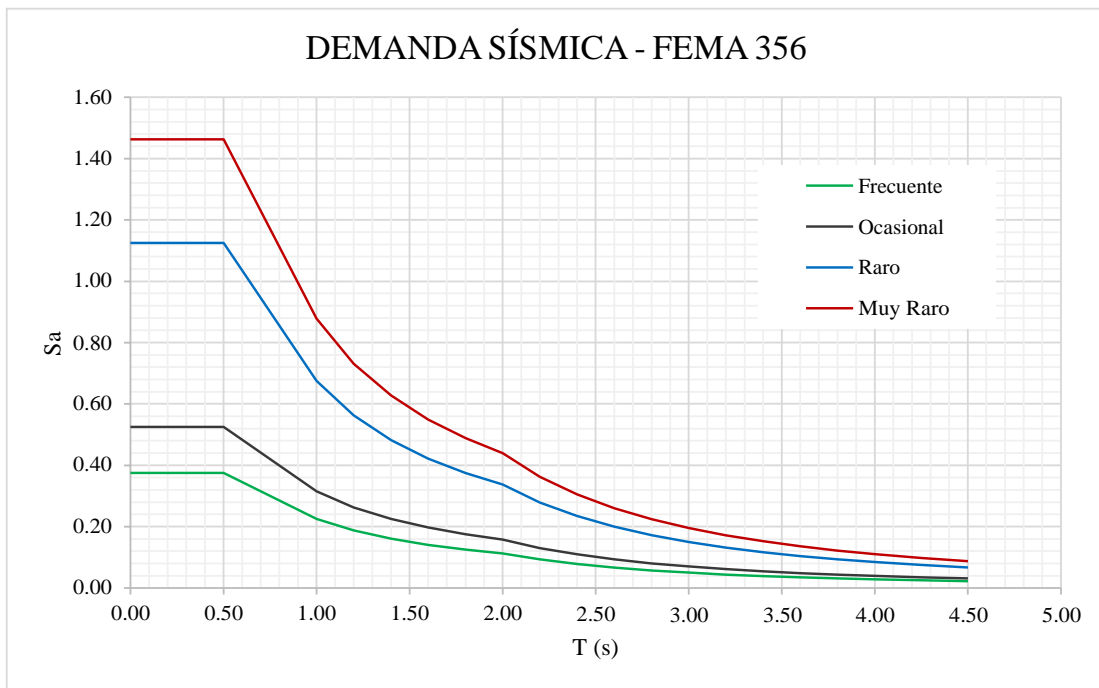
CÁLCULOS Y PLANOS

ANEXO N° 01

***AMENAZA SÍSMICA SEGÚN LA
NORMA E.030 Y FEMA 356***

ESPECTRO SISMICO DE ACELERACIONES SEGÚN FEMA 356:

T (s)	C	Norma E.030	FEMA 356			
		Diseño	Frecuente	Ocasional	Raro	Muy Raro
		Sa	Sa ₁	Sa ₂	Sa ₃	Sa ₄
0.00	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.10	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.20	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.30	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.40	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.50	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
1.00	1.50	0.675	0.225	0.315	0.675	0.878
1.20	1.25	0.563	0.188	0.263	0.563	0.731
1.40	1.07	0.482	0.161	0.225	0.482	0.627
1.60	0.94	0.422	0.141	0.197	0.422	0.548
1.80	0.83	0.375	0.125	0.175	0.375	0.488
2.00	0.75	0.338	0.113	0.158	0.338	0.439
2.20	0.62	0.279	0.093	0.130	0.279	0.363
2.40	0.52	0.234	0.078	0.109	0.234	0.305
2.60	0.44	0.200	0.067	0.093	0.200	0.260
2.80	0.38	0.172	0.057	0.080	0.172	0.224
3.00	0.33	0.150	0.050	0.070	0.150	0.195
3.20	0.29	0.132	0.044	0.062	0.132	0.171
3.40	0.26	0.117	0.039	0.054	0.117	0.152
3.60	0.23	0.104	0.035	0.049	0.104	0.135
3.80	0.21	0.093	0.031	0.044	0.093	0.122
4.00	0.19	0.084	0.028	0.039	0.084	0.110
4.25	0.17	0.075	0.025	0.035	0.075	0.097
4.50	0.15	0.067	0.022	0.031	0.067	0.087

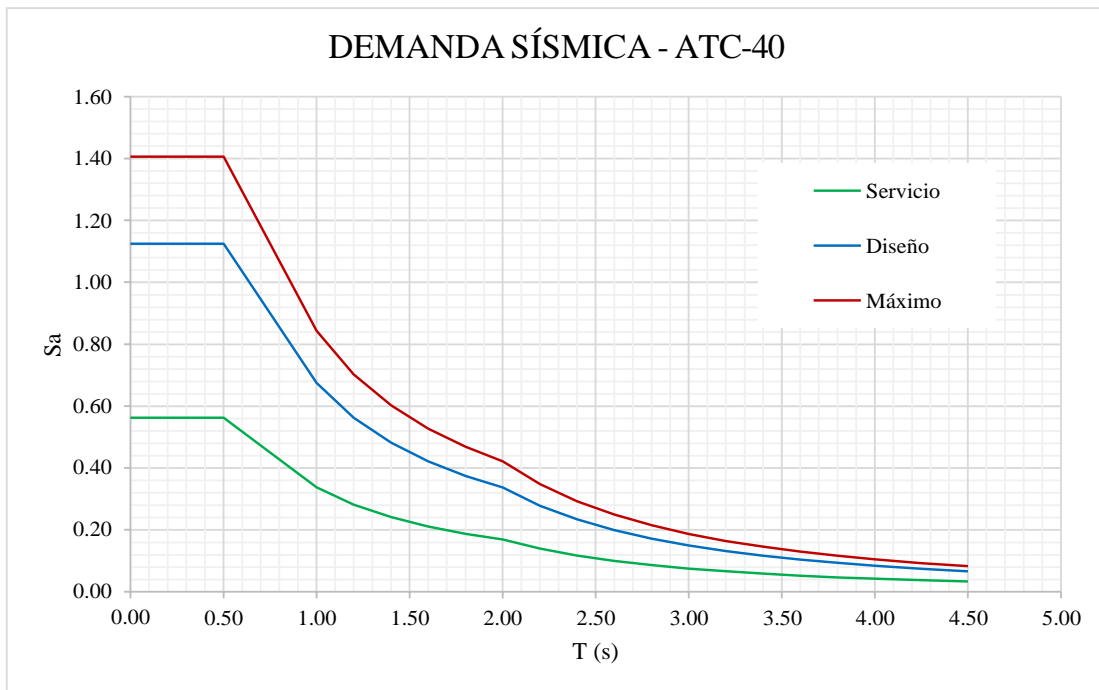


ANEXO N° 02

***AMENAZA SÍSMICA SEGÚN LA
NORMA E.030 Y ATC-40***

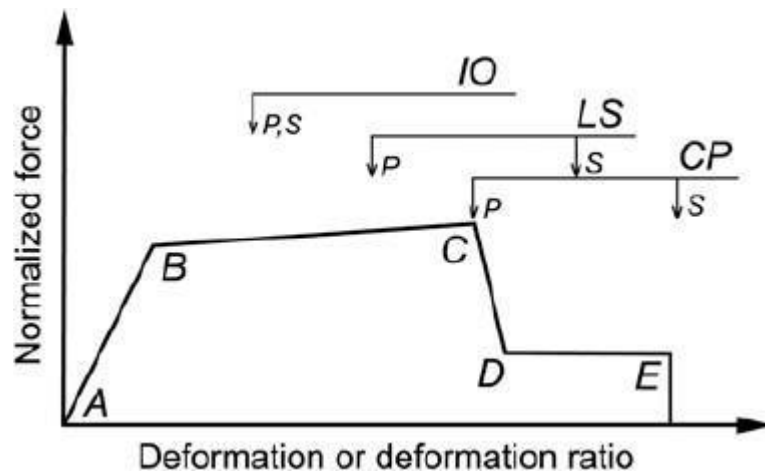
ESPECTRO SISMICO DE ACELERACIONES SEGÚN ATC-40:

T (s)	C	Norma E.030	ATC-40		
		Diseño	Servicio	Diseño	Máximo
		S _a	S _{as}	S _{ad}	S _{am}
0.00	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.10	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.20	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.30	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.40	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.50	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
1.00	1.50	0.675	0.338	0.675	0.844
1.20	1.25	0.563	0.281	0.563	0.703
1.40	1.07	0.482	0.241	0.482	0.603
1.60	0.94	0.422	0.211	0.422	0.527
1.80	0.83	0.375	0.188	0.375	0.469
2.00	0.75	0.338	0.169	0.338	0.422
2.20	0.62	0.279	0.139	0.279	0.349
2.40	0.52	0.234	0.117	0.234	0.293
2.60	0.44	0.200	0.100	0.200	0.250
2.80	0.38	0.172	0.086	0.172	0.215
3.00	0.33	0.150	0.075	0.150	0.188
3.20	0.29	0.132	0.066	0.132	0.165
3.40	0.26	0.117	0.058	0.117	0.146
3.60	0.23	0.104	0.052	0.104	0.130
3.80	0.21	0.093	0.047	0.093	0.117
4.00	0.19	0.084	0.042	0.084	0.105
4.25	0.17	0.075	0.037	0.075	0.093
4.50	0.15	0.067	0.033	0.067	0.083



ANEXO N° 03

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA EL DESEMPEÑO LOCAL DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

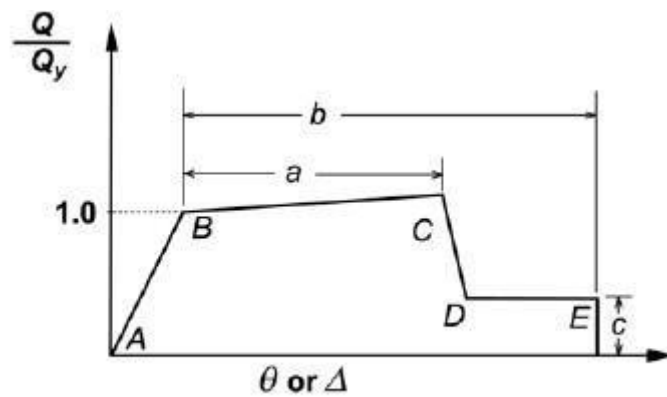


Conditions	Modeling Parameters ³			Acceptance Criteria ³						
	Plastic Rotation Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotation Angle, radians						
				Performance Level						
	a		b	c	Component Type					
					Primary		Secondary			
a	b	c	IO	LS	CP	LS	CP			
i. Beams controlled by flexure¹										
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.0	C	≤ 3	0.025	0.05	0.2	0.010	0.02	0.025	0.02	0.05
≤ 0.0	C	≥ 6	0.02	0.04	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.04
≥ 0.5	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≥ 0.5	C	≥ 6	0.015	0.02	0.2	0.005	0.005	0.015	0.015	0.02
≤ 0.0	NC	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≤ 0.0	NC	≥ 6	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.005	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.005	0.005	0.01
ii. Beams controlled by shear¹										
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.01	0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.01
iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span¹										
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.01	0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.01
iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint¹										
			0.015	0.03	0.2	0.01	0.01	0.015	0.02	0.03

Fuente: FEMA 356 (2000)

ANEXO N° 04

***PARÁMETROS NO LINEALES
PARA MODELAR RÓTULAS
PLÁSTICAS EN VIGAS DE
CONCRETO ARMADO***



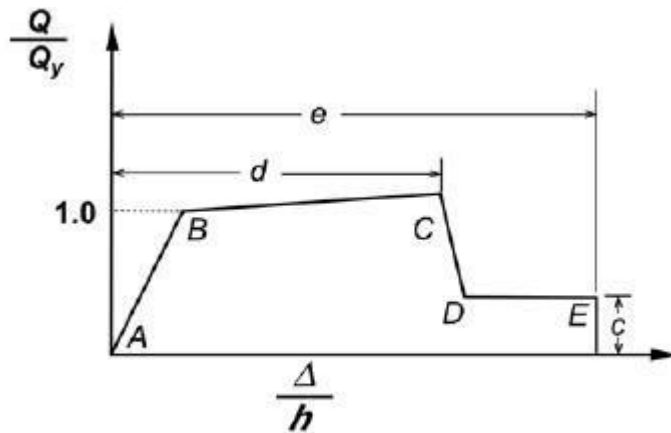
(a) Deformation

Conditions	Modeling Parameters ³			Acceptance Criteria ³						
	Plastic Rotation Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotation Angle, radians						
				Performance Level						
	a	b	c	IO	Component Type					
					Primary		Secondary			
LS	CP	LS	CP							
i. Beams controlled by flexure¹										
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.0	C	≤ 3	0.025	0.05	0.2	0.010	0.02	0.025	0.02	0.05
≤ 0.0	C	≥ 6	0.02	0.04	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.04
≥ 0.5	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≥ 0.5	C	≥ 6	0.015	0.02	0.2	0.005	0.005	0.015	0.015	0.02
≤ 0.0	NC	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≤ 0.0	NC	≥ 6	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.005	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.005	0.005	0.01
ii. Beams controlled by shear¹										
Stirrup spacing $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.01	0.02
Stirrup spacing $> d/2$			0.0030	0.01	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.01
iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span¹										
Stirrup spacing $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.01	0.02
Stirrup spacing $> d/2$			0.0030	0.01	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.01
iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint¹										
			0.015	0.03	0.2	0.01	0.01	0.015	0.02	0.03

Fuente: FEMA 356 (2000)

ANEXO N° 05

***PARÁMETROS NO LINEALES
PARA MODELAR RÓTULAS
PLÁSTICAS EN COLUMNAS DE
CONCRETO ARMADO***



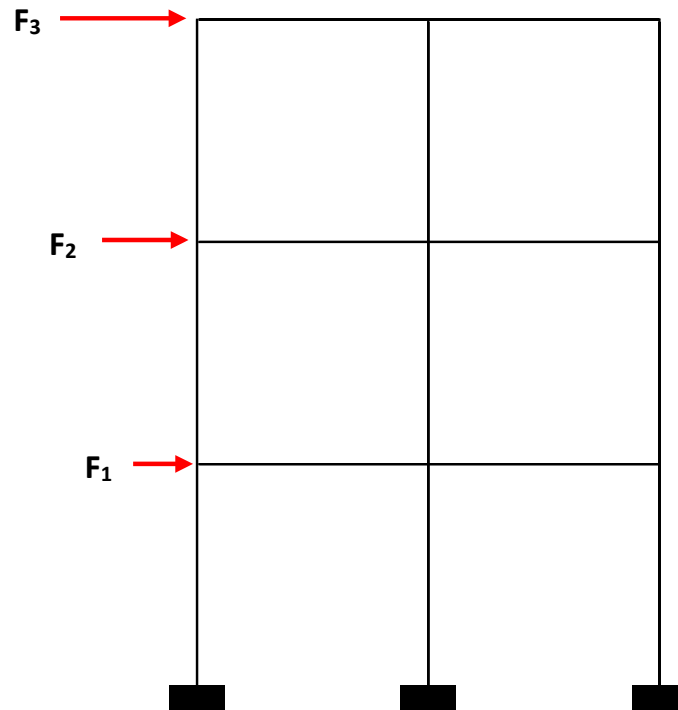
(b) Deformation ratio

Conditions	Modeling Parameters ⁴			Acceptance Criteria ⁴						
	Plastic Rotation Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotation Angle, radians						
				Performance Level						
	a	b	c	IO	Component Type					
					Primary		Secondary			
LS	CP	LS	CP							
i. Columns controlled by flexure¹										
$\frac{P}{A_g f'_c}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d_s \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.1	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.015	0.02	0.02	0.03
≤ 0.1	C	≥ 6	0.016	0.024	0.2	0.005	0.012	0.016	0.016	0.024
≥ 0.4	C	≤ 3	0.015	0.025	0.2	0.003	0.012	0.015	0.018	0.025
≥ 0.4	C	≥ 6	0.012	0.02	0.2	0.003	0.01	0.012	0.013	0.02
≤ 0.1	NC	≤ 3	0.006	0.015	0.2	0.005	0.005	0.006	0.01	0.015
≤ 0.1	NC	≥ 6	0.005	0.012	0.2	0.005	0.004	0.005	0.008	0.012
≥ 0.4	NC	≤ 3	0.003	0.01	0.2	0.002	0.002	0.003	0.006	0.01
≥ 0.4	NC	≥ 6	0.002	0.008	0.2	0.002	0.002	0.002	0.005	0.008
ii. Columns controlled by shear^{1,3}										
All cases ⁵			—	—	—	—	—	—	.0030	.0040
iii. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^{1,3}										
Hoop spacing ≤ d/2			0.01	0.02	0.4	0.005	0.005	0.01	0.01	0.02
Hoop spacing > d/2			0.0	0.01	0.2	0.0	0.0	0.0	0.005	0.01
iv. Columns with axial loads exceeding 0.70P_o^{1,3}										
Conforming hoops over the entire length			0.015	0.025	0.02	0.0	0.005	0.01	0.01	0.02
All other cases			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: FEMA 356 (2000)

ANEXO N° 06

PATRÓN DE CARGA LATERAL PARA EL ANÁLISIS PUSHOVER



$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k}$$

Donde:

V = Cortante basal.

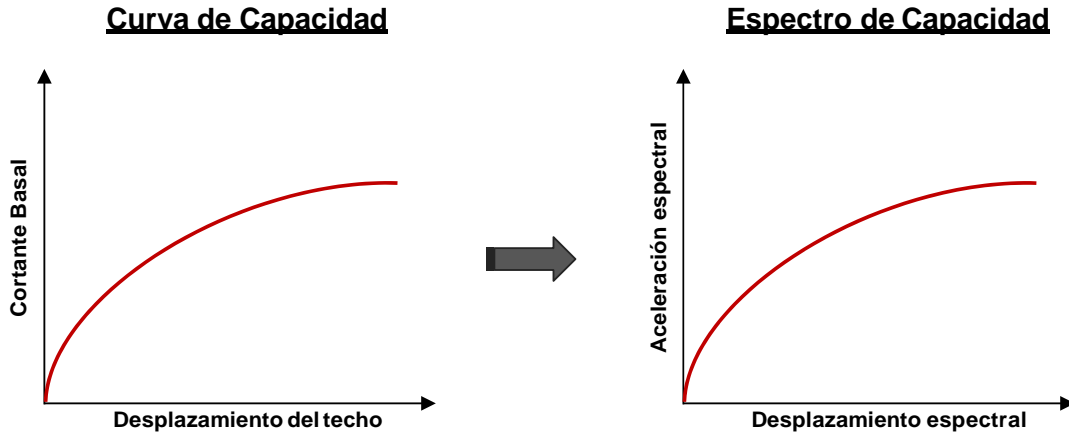
α_i = Factor de F.

Fuente: Elaborado por el investigador.

ANEXO N° 07

PROCEDIMIENTO DE CONVERSIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD A ESPECTRO DE CAPACIDAD

Para poder calcular el punto de desempeño empleando los métodos planteados en el ATC-40 y FEMA 356, se debe convertir la curva de capacidad a un Espectro de Capacidad; así como se muestra a continuación:



Fuente: Elaborado por el investigador.

Ecuaciones a utilizar:

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g}$$

$$a^1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g]^2}{(\sum_{i=1}^N (W_i) / g) [\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g]}$$

$$Sa_i = \frac{V_i / W}{a_1}$$

$$Sd_i = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1}$$

Donde:

PF_1 = Factor de participación modal para el primer modo natural.

a_1 = Coeficiente modal de masa para el primer modo natural.

W_i/g = Masa asignada al nivel i .

ϕ_{i1} = Amplitud del modo 1 en el nivel i .

N = Nivel N , el nivel más alto de la estructura.

V = Cortante basal.

W = Peso del edificio.

Δ_{techo} = Desplazamiento del techo.

Sa = Aceleración espectral.

Sd = Desplazamiento espectral.

ANEXO N° 08

CONFIGURACION

ESTRUCTURAL DE LA

EDIFICACION

INFORMACIÓN BÁSICA DE LA ESTRUCTURA

DATOS BÁSICOS DE LA EDIFICACIÓN:

▪ **Ubicación:**

Localidad : Yungasuyo
 Distrito : Lonya Grande
 Provincia : Utcubamba
 Región : Amazonas

▪ **Uso:** : Institución Educativa

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

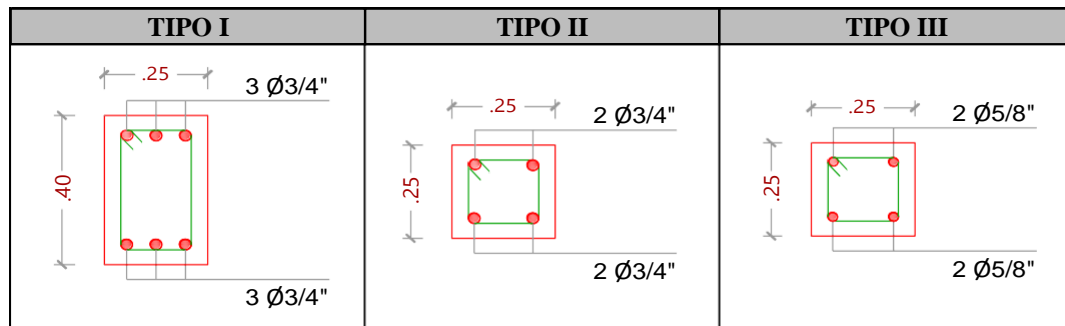
▪ **Materiales:**

Concreto : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Acero : $f_y = 4200.0 \text{ kg/cm}^2$

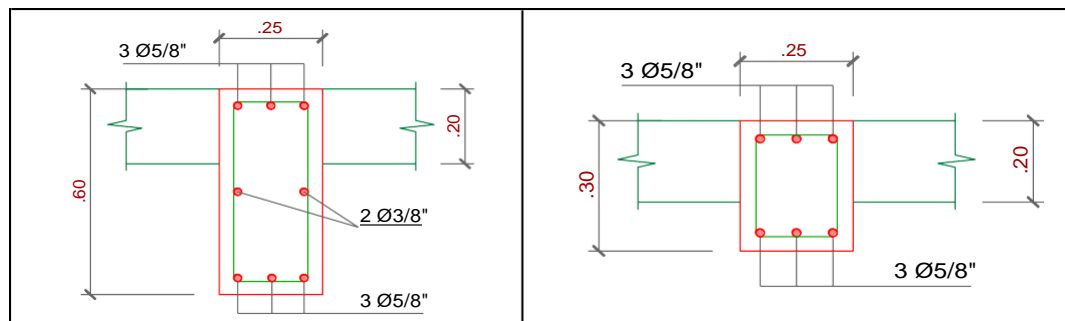
▪ **Estructura:**

Sistema Estructural : Pórticos de concreto armado
 Número de pisos : 2 pisos

Columnas :



Vigas Principales : (0.25 x 0.60) Dirección Y-Y
 Vigas Secundarias : (0.25 x 0.30) Dirección X-X



METRADO DE CARGAS:

▪ **Cargas según la Norma E.020:**

Peso del concreto armado	:	2400 kg/m ³
Peso de acabados	:	100 kg/m ²
Losa aligerada h= 0.20	:	300 kg/m ²
S/C aulas colegio	:	300 kg/m ²
S/C corredores y escalera	:	400 kg/m ²
S/C azotea	:	100 kg/m ²

▪ **Peso unitarios de los elementos:**

ELEMENTO	b	h	PESO	CARGA
Losa aligerada	-	0.20 m	300 kg/m ²	300 kg/m ²
Viga X-X	0.25 m	0.30 m	2400 kg/m ³	180 kg/m
Viga Y-Y	0.25 m	0.60 m	2400 kg/m ³	360 kg/m
Viga VB	0.15 m	0.20 m	2400 kg/m ³	72 kg/m
Columna C-1	0.25 m	0.40 m	2400 kg/m ³	240 kg/m
Columna C-2	0.25 m	0.25 m	2400 kg/m ³	150 kg/m
Columna C-3	0.25 m	0.25 m	2400 kg/m ³	150 kg/m

▪ **Área de los elementos estructurales:**

ELEMENTO	b	h	N° o L	AREA	AREA TOTAL
Vigas Secundarias					
Vigas X-X (eje A-A)	0.25 m	-	23.28 m	5.82 m ²	11.64 m²
Vigas X-X (eje D-D)	0.25 m	-	23.28 m	5.82 m ²	
Vigas Principales					
Vigas Y-Y (eje 1-1)	0.25 m	-	7.71 m	1.93 m ²	13.67 m²
Vigas Y-Y (eje 2-2)	0.25 m	-	7.95 m	1.99 m ²	
Vigas Y-Y (eje 3-3)	0.25 m	-	7.71 m	1.93 m ²	
Vigas Y-Y (eje 4-4)	0.25 m	-	7.95 m	1.99 m ²	
Vigas Y-Y (eje 5-5)	0.25 m	-	7.71 m	1.93 m ²	
Vigas Y-Y (eje 6-6)	0.25 m	-	7.95 m	1.99 m ²	
Vigas Y-Y (eje 7-7)	0.25 m	-	7.71 m	1.93 m ²	
Vigas de borde					
Viga de borde	0.15 m	-	24.78 m	3.72 m ²	3.717 m²
Columnas					
Columna C-1	0.25 m	0.40 m	14	1.40 m ²	1.65 m²
Columna C-2	0.25 m	0.25 m	2	0.13 m ²	
Columna C-3	0.25 m	0.25 m	2	0.13 m ²	

▪ **Área techada de la edificación:**

Área del Lote	Área de Vacíos	Área Techada
215.89 m ²	0.00 m ²	215.89 m ²

Área techada corredor	=	42.93 m ²
Área techada aulas	=	172.96 m ²

▪ **Metrado de cargas por piso:**

Peso de losa aligerada:

$$P_{losa} = (A_t - A_c - A_v) * \gamma_{losa}$$
$$P_{losa} = [215.89 - 1.65 - 29.03] * 300$$
$$P_{losa} = 55563.63 \text{ kg}$$

Peso de vigas principales:

$$P_{VP} = (A_{VP} * h_{VP}) * \gamma_{C^{\circ}A^{\circ}}$$
$$P_{VP} = [13.67 * 0.60] * 2400$$
$$P_{VP} = 19688.40 \text{ kg}$$

Peso de vigas secundarias:

$$P_{VS} = (A_{VS} * h_{VS}) * \gamma_{C^{\circ}A^{\circ}}$$
$$P_{VS} = [11.64 * 0.30] * 2400$$
$$P_{VS} = 8380.80 \text{ kg}$$

Peso de vigas de borde:

$$P_{VB} = (A_{VB} * h_{VB}) * \gamma_{C^{\circ}A^{\circ}}$$
$$P_{VB} = [3.72 * 0.20] * 2400$$
$$P_{VB} = 1784.16 \text{ kg}$$

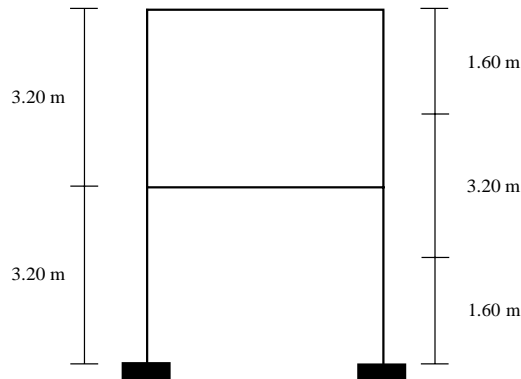
Peso total de vigas:

$$P_V = P_{VP} + P_{VS} + P_{VB}$$
$$P_{Vigas} = 19688.40 + 8380.80 + 1784.16$$
$$P_{Vigas} = 29853.36 \text{ kg}$$

Peso de acabados:

$$P_{acab.} = (A_t - A_c) * \gamma_{acab.}$$
$$P_{acab.} = [215.89 - 1.65] * 100$$
$$P_{acab.} = 21424.16 \text{ kg}$$

Peso de columnas



$$P_{col. 1^\circ} = (A_{col} * h_{c 1^\circ}) * \gamma_{C^\circ A^\circ}$$

$$P_{col 1^\circ} = [1.65 * 3.20] * 2400$$

$$P_{col 1^\circ} = 12672.00 \text{ kg}$$

$$P_{col. 2^\circ} = (A_{col} * h_{c tip.}) * \gamma_{C^\circ A^\circ}$$

$$P_{col 2^\circ} = [1.65 * 1.60] * 2400$$

$$P_{col 2^\circ} = 6336.00 \text{ kg}$$

Peso de contrapisos

$$P_{cont.} = (A_t - A_c) * \gamma_{cont.}$$

$$P_{cont.} = [215.89 * 1.65] * 75$$

$$P_{cont.} = 26716.59 \text{ kg}$$

Peso de sobrecarga

- Aulas 1° piso:

$$P_{s/C 1^\circ} = (A_t - A_c) * \gamma_{s/C 2^\circ}$$

$$P_{s/C 1^\circ} = [172.96 - 1.65] * 300 \rightarrow P_{s/C 1^\circ} = 51394.23 \text{ kg}$$

- Corredor:

$$P_{s/C 1^\circ} = [42.93 - 0.00] * 400 \rightarrow P_{s/C 1^\circ} = 17171.00 \text{ kg}$$

- Azotea:

$$P_{s/C 2^\circ} = (A_t - A_c) * \gamma_{s/C azotea}$$

$$P_{s/C 2^\circ} = [215.89 - 1.65] * 100 \rightarrow P_{s/C 2^\circ} = 21424.16 \text{ kg}$$

- **Estimación del Peso:**
 - Pisos típicos: P = 100%(CM) + 50%(CV)
 - Azotea: P = 100%(CM) + 25%(CV)

N°	P _{losa}	P _{vigas}	P _{acab.}	P _{col.}	P _{cont.}	CM	CV
2	55.56	29.85	21.42	6.34	0.00	113.18 tn	21.42 tn
1	55.56	29.85	21.42	12.67	26.72	146.23 tn	68.57 tn

$$CM = 259.41 \text{ tn}$$

$$CV = 89.99 \text{ tn}$$

Según la norma E.030, Art. 4.3, el peso se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- Pisos típicos: $P = 100\%(CM) + 50\%(CV)$

- Azotea: $P = 100\%(CM) + 25\%(CV)$

1° piso : $100\% [146.23] + 50\% [68.57 \text{ tn}] = 180.51 \text{ tn}$

Azotea : $100\% [113.18] + 25\% [21.42 \text{ tn}] = 118.53 \text{ tn}$

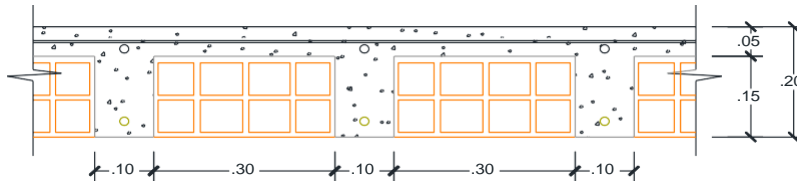
$P = 180.51 \text{ tn} + 118.53 \text{ tn}$

P = 299.046 tn

▪ **Cargas para asignar en la estructura:**

La losa aligerada se modelará sin considerar el peso del ladrillo de techo.

CALCULAMOS EL PESO DEL LADRILLO:



Peso del ladrillo de arcilla						
Ladrillo	b (m)	t (m)	h (m)	Peso (kg)	N°/m ²	Peso/m ²
Hueco 15	0.30	0.30	0.15	7.80	8.33	65.00

Peso de concreto en Aligerado				
Aligerado	VT	VL	VC	Peso/m ²
0.20	0.200	0.113	0.088	210.00

▪ **Cargas para asignar en Etabs:**

CARGA MUERTA	
Acabados	= 100 kg/m ²
Contrapiso	= 75 kg/m ²
Ladrillo techo	= 65 kg/m ²

CARGA VIVA EN LOSAS	
Corredores	= 300 kg/m ²
Piso Típicos	= 400 kg/m ²
Azotea	= 100 kg/m ²



PISOS TÍPICOS	CM =	240 kg/m ²
	CV =	300 kg/m ²

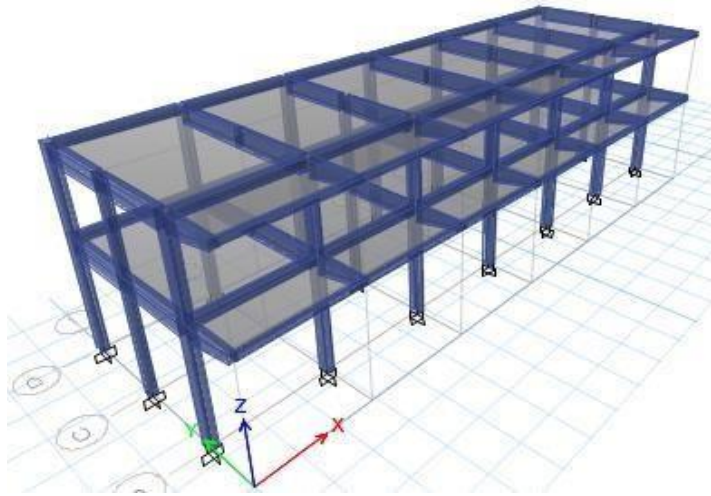
CORREDORES	CM =	240 kg/m ²
	CV =	400 kg/m ²

ULTIMO PISO	CM =	165 kg/m ²
	CV =	100 kg/m ²

▪ **Carga de tabiques:** Se considerará la carga transmitida por los tabiques a las vigas.

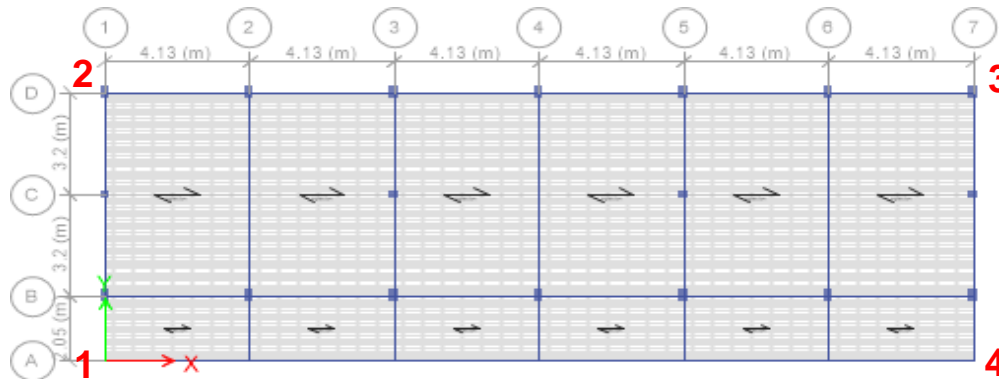
$$PT = e_{ladrillo} * h_{tabique} * L_{viga}$$

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES



IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA:

- Irregularidad de Rigidez - Piso Blando:



N°	Derivas de piso en cada punto								NORMA		VERIF.
	Punto #1		Punto #2		Punto #3		Punto #4		X	Y	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
2	0.0333	0.0141	0.0324	0.0141	0.0324	0.0141	0.0333	0.0141	-	-	<i>Regular</i>
1	0.0435	0.0186	0.042	0.0186	0.042	0.0186	0.0435	0.0186	1.30	1.32	<i>Regular</i>

Factor de irregularidad: $I_a = 1$

- Irregularidad de Resistencia - Piso Débil:

N°	RIGIDEZ X	RIGIDEZ Y	NORMA		VERIF.
			X	Y	
2	3838.062	8873.404	-	-	<i>Regular</i>
1	5192.66	11934.352	1.35	1.34	<i>Regular</i>

Factor de irregularidad: $I_a = 1$

▪ Irregularidad de Masa o Peso:

N°	MASA X	MASA Y	NORMA		VERIF.
			X	Y	
2	13.66007	13.66007	-	-	<i>Regular</i>
1	19.53804	19.53804	1.43	1.43	<i>Regular</i>

Factor de irregularidad:

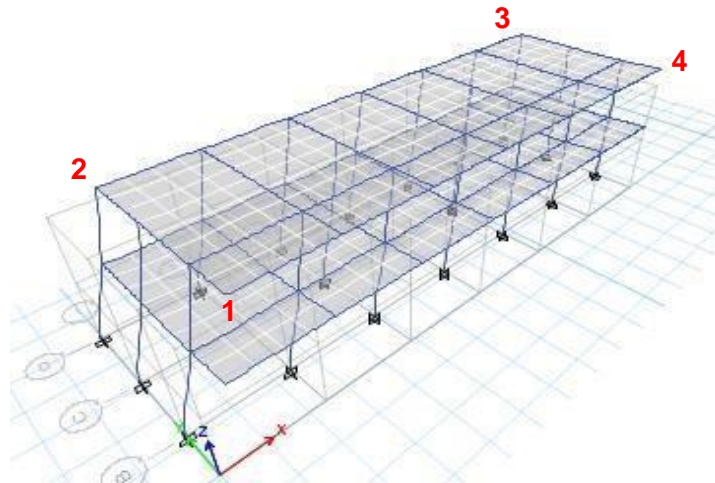
$$I_a = 1$$

FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA:

$$I_a = 1$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA:

▪ Irregularidad Torsional:



Desplazamientos relativos:

N°	H	Punto #1		Punto #2		Punto #3		Punto #4		MÁXIMO	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2	3.2	0.1066	0.0452	0.1038	0.0452	0.1038	0.0452	0.1066	0.0452	0.1066304	0.0451936
1	3.2	0.1391	0.0595	0.1345	0.0595	0.1345	0.0595	0.1391	0.0595	0.139056	0.0595296

Desplazamientos respecto al centro de masas:

N°	X	Y	Norma		VERIF.
			X	Y	
2	0.1055	0.0452	1.0106	1.0000	<i>Regular</i>
1	0.1376	0.0595	1.0109	1.0000	<i>Regular</i>

Factor de irregularidad:

$$I_p = 1$$

- **Esquinas Entrantes** : No Presenta.
- **Discontinuidad del Diafragma** : No Presenta.
- **Sistemas no Paralelos** : No Presenta.

FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA:

$$I_p = 1$$

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO LINEAL

PARÁMETROS SÍSMICOS:

Z	=	0.25
U	=	1.5
S	=	1.2
T _P	=	0.6
T _L	=	2
R	=	8

PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA:

T _X	=	0.56 s
T _Y	=	0.37 s

COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA:

Dirección X: C = 2.5 Dirección Y: C = 2.5

COEFICIENTE DE CORTANTE EN LA BASE:

$$V_x = \frac{ZUCS}{R_x}$$

$$V_y = \frac{ZUCS}{R_y}$$

$$V_x = 0.140625$$

$$V_y = 0.140625$$

*Según el Artículo 4.5.3 de la Norma E-030, tenemos:

k = 1 ... Para T menor o igual a 0.5 segundos

k = (0.75 + 0.5*T) ≤ 2 ... Para T mayor a 0.5 segundos

$$K_x = 1.031 K_y = 1.000 ; C/R = 0.3125 \dots OK$$

PESO DE LA ESTRUCTURA:

N°	Masa		Peso	
	X	Y	X	Y
2	13.66	13.66	134.01	134.01
1	19.54	19.54	191.67	191.67

$$\text{Peso X} = 325.67 \text{ tn}$$

$$\text{Peso Y} = 325.67 \text{ tn}$$

FUERZA CORTANTE:

- Dirección X-X:

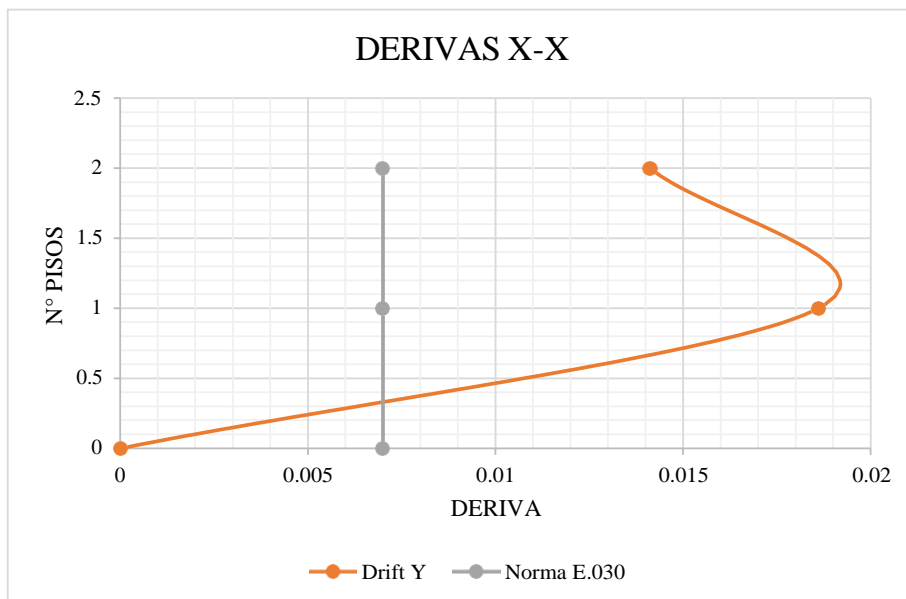
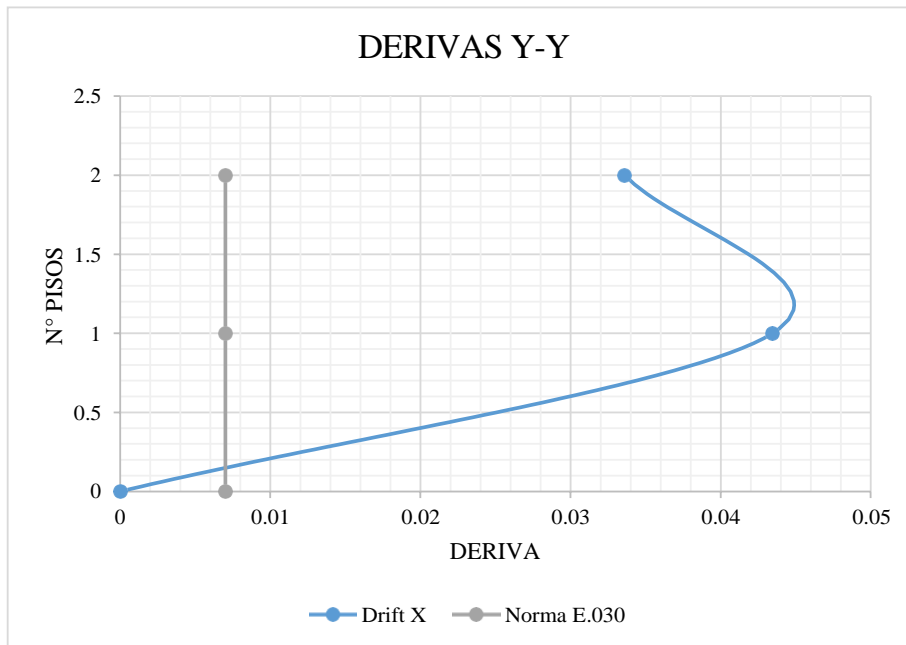
N°	h _i	W _{sis}	W _{sis} *h _i ^(kx)	α	F (tn)	Q (tn)
2	6.4	134.01	908.43	0.596958	27.339	27.339
1	3.2	191.67	613.34	0.403042	18.458	45.798
			1521.77	1.00		

- Dirección Y-Y:

Nº	h _i	W _{sis}	W _{sis} * h _i ^(ky)	α	F (tn)	Q (tn)
2	6.4	134.01	857.63	0.583039	26.702	26.702
1	3.2	191.67	613.34	0.416961	19.096	45.798
			1470.97	1.00		

DERIVAS MÁXIMAS DE PISO:

Nº	h _i	DRIFT		NORMA	VERIFICACIÓN	
		X	Y		X	Y
2	6.4	0.0336	0.0141	0.007	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>
1	3.2	0.0435	0.0186	0.007	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>



ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO LINEAL

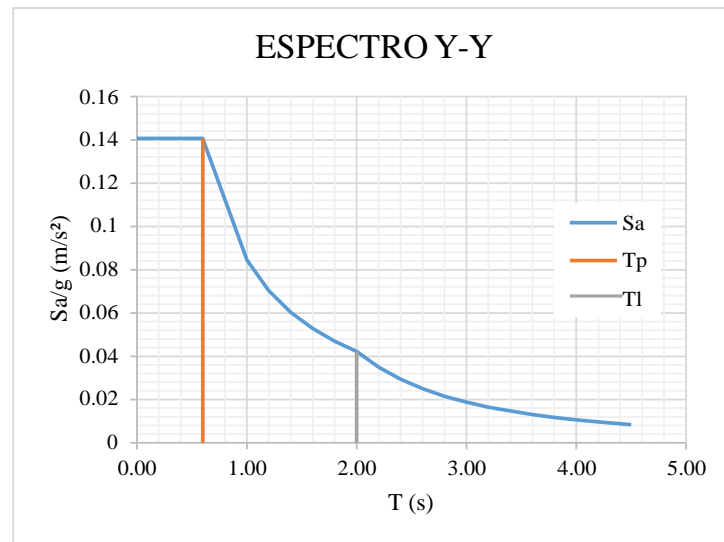
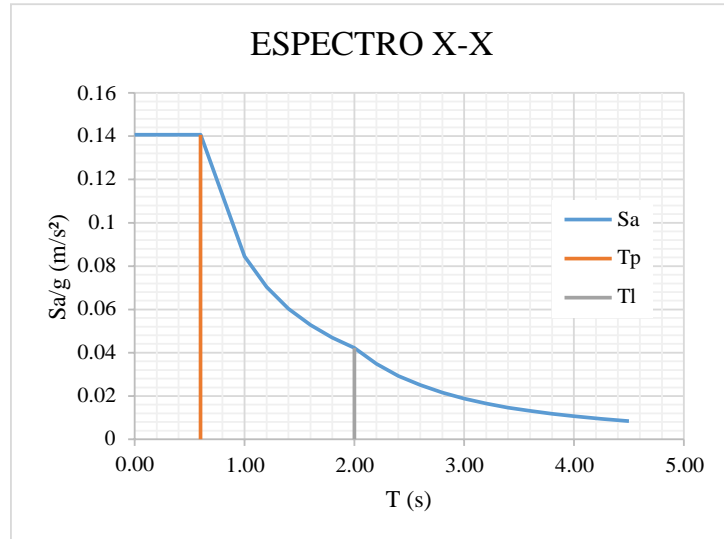
Para realizar el análisis dinámico lineal se utilizó un espectro inelástico de aceleraciones.

ESPECTRO DE ACELERACIONES PARA AMBAS DIRECCIONES:

PARÁMETROS

Z	=	0.25
U	=	1.5
S	=	1.2
T _P	=	0.6
T _L	=	2
R	=	8

T (s)	C	Sa
0.00	2.50	0.141
0.10	2.50	0.141
0.20	2.50	0.141
0.30	2.50	0.141
0.40	2.50	0.141
0.50	2.50	0.141
1.00	1.50	0.084
1.20	1.25	0.070
1.40	1.07	0.060
1.60	0.94	0.053
1.80	0.83	0.047
2.00	0.75	0.042
2.20	0.62	0.035
2.40	0.52	0.029
2.60	0.44	0.025
2.80	0.38	0.022
3.00	0.33	0.019
3.20	0.29	0.016
3.40	0.26	0.015
3.60	0.23	0.013
3.80	0.21	0.012
4.00	0.19	0.011
4.25	0.17	0.009
4.50	0.15	0.008



DERIVAS MÁXIMAS DE PISO:

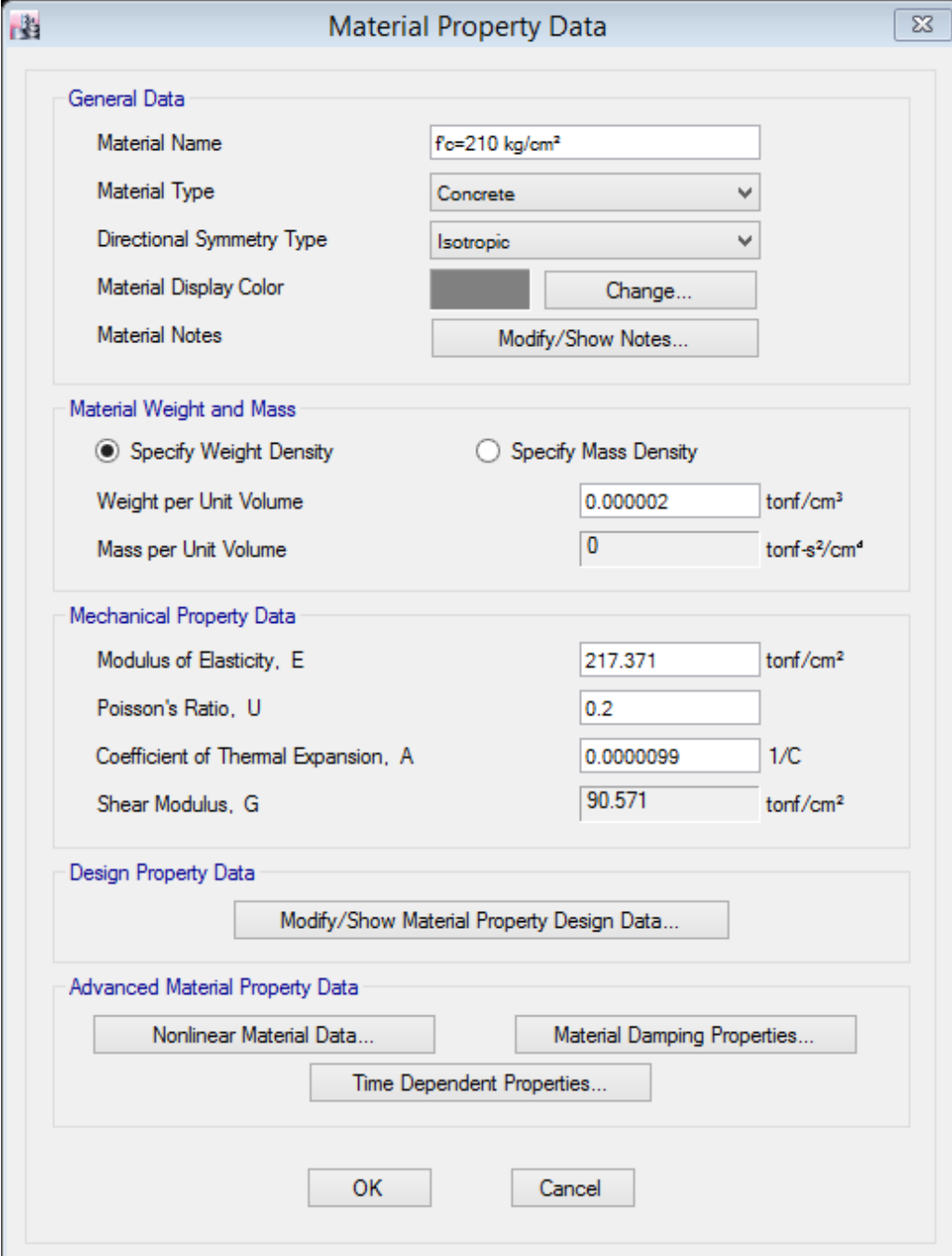
Nº	h _i	DRIFT		NORMA	VERIFICACIÓN	
		X	Y		X	Y
2	6.4	0.0114	0.0057	0.007	No cumple	Cumple
1	3.2	0.0153	0.0078	0.007	No cumple	No cumple

ANEXO N° 09

PARAMETROS DE MODELADO LINEAL Y NO LINEAL EN LA ESTRUCTURA

DEFINICIÓN DE MATERIALES:

- Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections:

- General Data:** Includes fields for "Material Name" (set to "f_c=210 kg/cm²"), "Material Type" (set to "Concrete"), "Directional Symmetry Type" (set to "Isotropic"), "Material Display Color" (with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (0.000002 tonf/cm³) and "Mass per Unit Volume" (0 tonf-s²/cm⁴).
- Mechanical Property Data:** Contains input fields for "Modulus of Elasticity, E" (217.371 tonf/cm²), "Poisson's Ratio, U" (0.2), "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000099 1/C), and "Shear Modulus, G" (90.571 tonf/cm²).
- Design Property Data:** Includes a "Modify/Show Material Property Design Data..." button.
- Advanced Material Property Data:** Includes buttons for "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

- No linealidad en concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Nonlinear Material Data

Material Name and Type

Material Name:

Material Type:

Miscellaneous Parameters

Hysteresis Type:

Drucker-Prager Parameters

Friction Angle: deg

Dilatational Angle: deg

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	Unit
IO	<input type="text" value="0.01"/>	<input type="text" value="0.003"/>	cm/cm
LS	<input type="text" value="0.02"/>	<input type="text" value="0.006"/>	cm/cm
CP	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="0.015"/>	cm/cm

Ignore Tension Acceptance Criteria

Stress Strain Curve Definition Options

Parametric

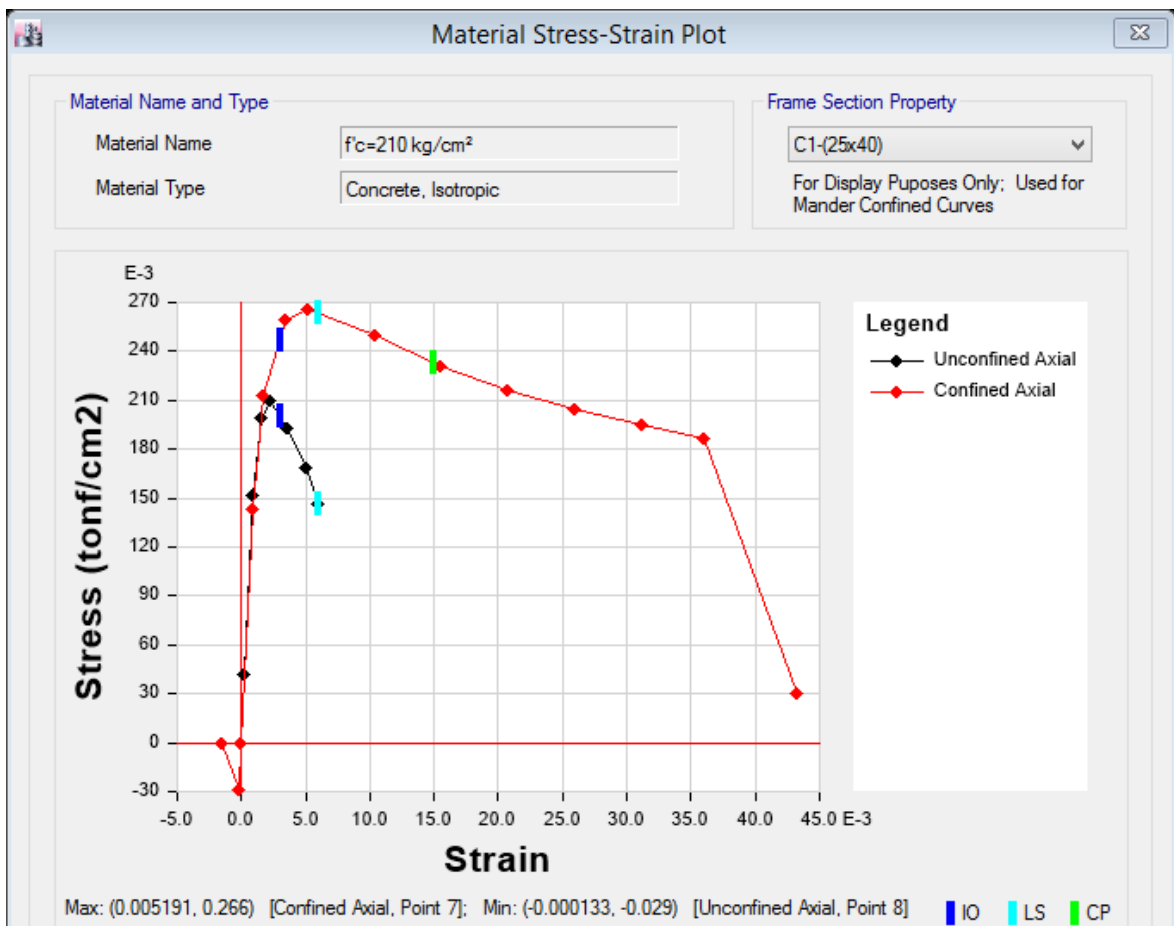
User Defined

Parametric Strain Data

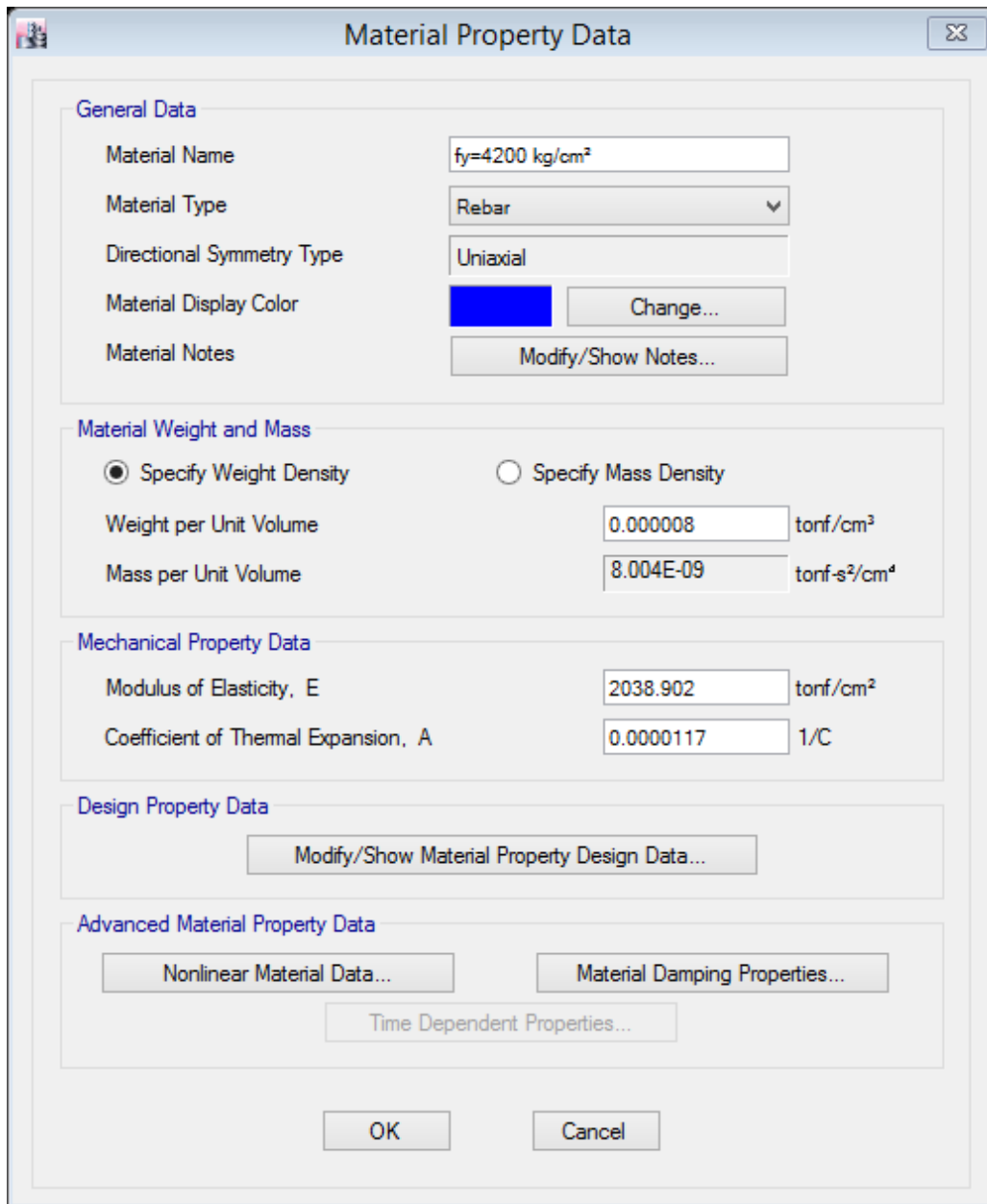
Strain at Unconfined Compressive Strength, f'_c :

Ultimate Unconfined Strain Capacity:

Final Compression Slope (Multiplier on E):



- Acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections:

- General Data:** Contains fields for "Material Name" (set to "fy=4200 kg/cm²"), "Material Type" (set to "Rebar"), "Directional Symmetry Type" (set to "Uniaxial"), "Material Display Color" (a blue color swatch with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (0.000008 tonf/cm³) and "Mass per Unit Volume" (8.004E-09 tonf-s²/cm⁴).
- Mechanical Property Data:** Includes "Modulus of Elasticity, E" (2038.902 tonf/cm²) and "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000117 1/C).
- Design Property Data:** Contains a single button: "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties..." (which is disabled).

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

- No linealidad en acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Nonlinear Material Data

Material Name and Type

Material Name:

Material Type:

Miscellaneous Parameters

Hysteresis Type:

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	
IO	<input type="text" value="0.01"/>	<input type="text" value="0.005"/>	cm/cm
LS	<input type="text" value="0.02"/>	<input type="text" value="0.01"/>	cm/cm
CP	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="0.02"/>	cm/cm

Stress Strain Curve Definition Options

Parametric

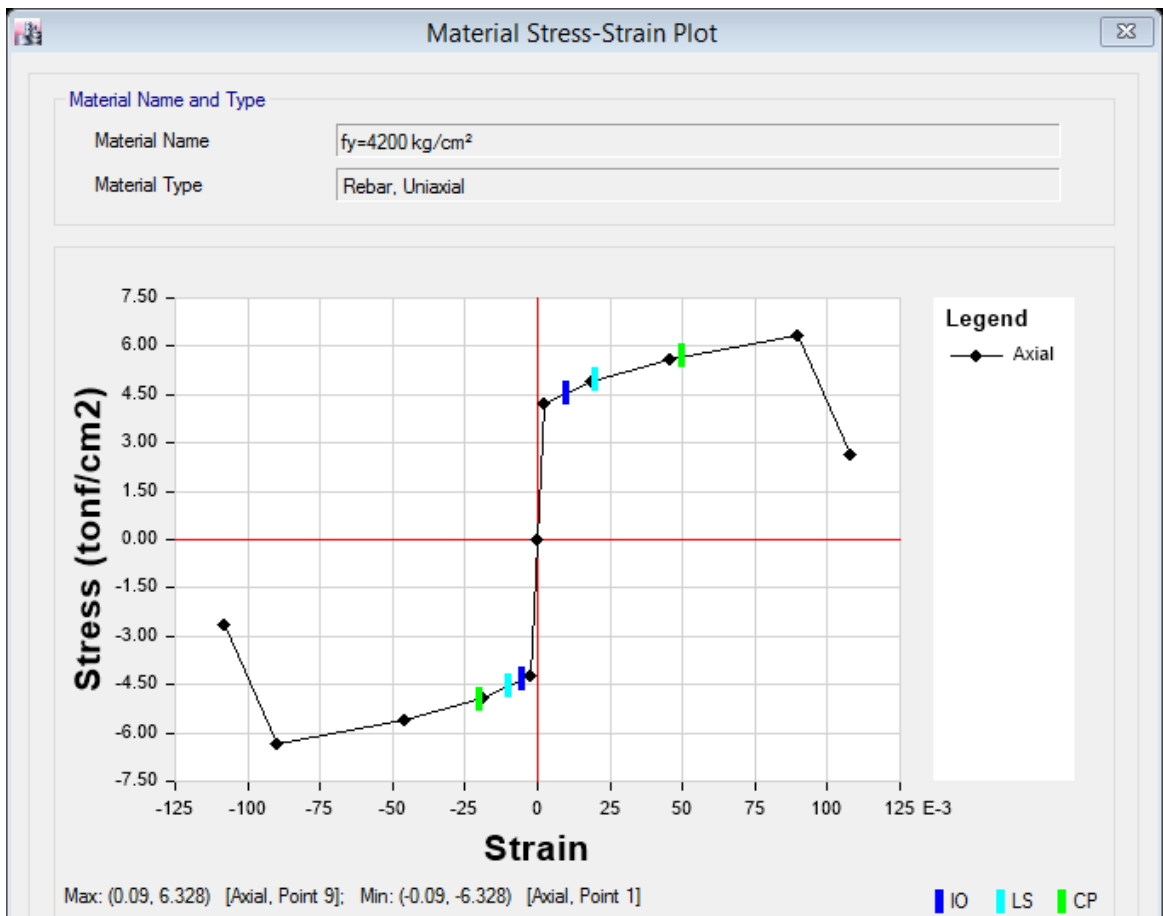
User Defined

Parametric Strain Data

Strain at Onset of Strain Hardening:

Ultimate Strain Capacity:

Final Slope (Multiplier on E):



DEFINICIÓN DE SECCIONES Y ÁREAS DE ACERO:

- Columna C-1: 0.25 m x 0.40 m

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C1-(25x40)

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 25 cm

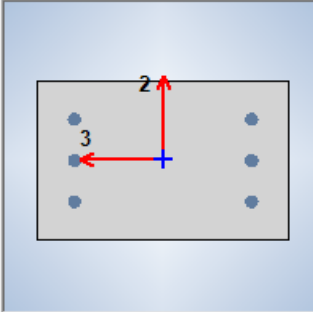
Width: 40 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spirals

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 2

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 3

Longitudinal Bar Size and Area: #6, 2.84 cm²

Corner Bar Size and Area: #6, 2.84 cm²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: User, 0.79 cm²

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

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

- Column C-2: 0.25 m x 0.25 m

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C2-(25x25)

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 25 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spirals

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 2

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 2

Longitudinal Bar Size and Area: #6, 2.84 cm²

Comer Bar Size and Area: #6, 2.84 cm²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: User, 0.79 cm²

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

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

- Column C-3: 0.25 m x 0.25 m


Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C2-(25x25)

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

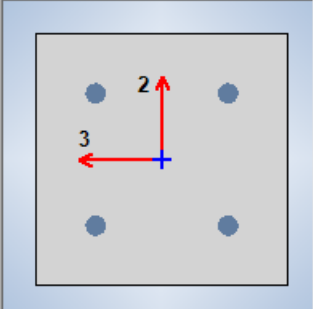
Section Dimensions

Depth: 25 cm

Width: 25 cm

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spirals

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 2

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 2

Longitudinal Bar Size and Area: #5 2 cm²

Corner Bar Size and Area: #5 2 cm²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: User 0.79 cm²

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

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

- Viga principal primer nivel: VP 0.25 m x 0.60 m

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP (25x60) - 1* N1

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 60 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

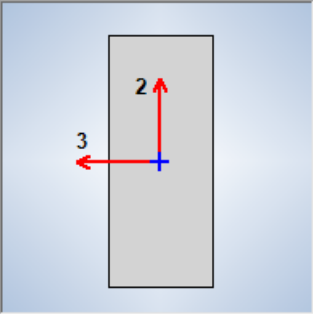
Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK
Cancel

Show Section Properties...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 6.65 cm²

Top Bars at J-End: 6.65 cm²

Bottom Bars at I-End: 8.79 cm²

Bottom Bars at J-End: 8.79 cm²

OK
Cancel

- Viga principal segundo nivel: VP 0.25 m x 0.60 m

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP (25x60) - 2^o N1

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 60 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

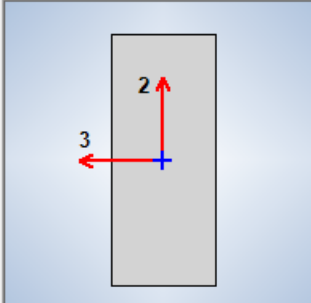
Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 5.94 cm^2

Top Bars at J-End: 5.94 cm^2

Bottom Bars at I-End: 5.94 cm^2

Bottom Bars at J-End: 5.94 cm^2

OK

Cancel

- Viga secundaria primer y segundo nivel: VS 0.25 m x 0.30 m

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VS (25x30) - 1* L1

Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 30 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

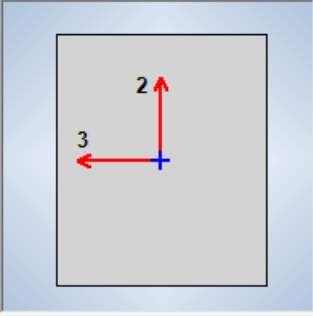
Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK
Cancel



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 5.94 cm²

Top Bars at J-End: 5.94 cm²

Bottom Bars at I-End: 5.94 cm²

Bottom Bars at J-End: 5.94 cm²

OK
Cancel

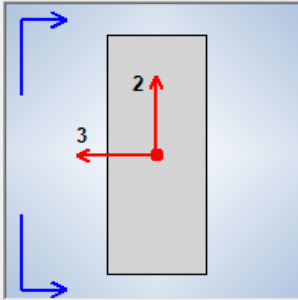
- Viga se sección variable:

General Data

Property Name: Voladizo

Display Color: Change...

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

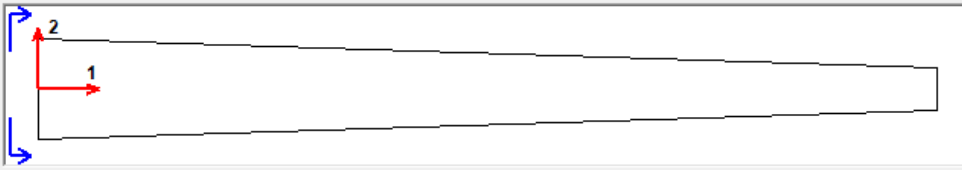


Shape

Section Shape: Nonprismatic

Show Current Segment Only

Nonprismatic Section Segments



Show: Elevation (1-2 Axes) Show Aligned at This Cardinal Point: 10 (Centroid)

	Start Section	End Section	Length Type	Length, cm	EI33 Variation	EI22 Variation
▶	V-SV i	V-SV f	Proportional	100	Parabolic	Linear

- Sección de losa aligerada h= 20 cm

General Data

Property Name: Aligerado 20cm

Slab Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

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

Modeling Type: Shell-Thin

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

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 20 cm

Slab Thickness: 5 cm

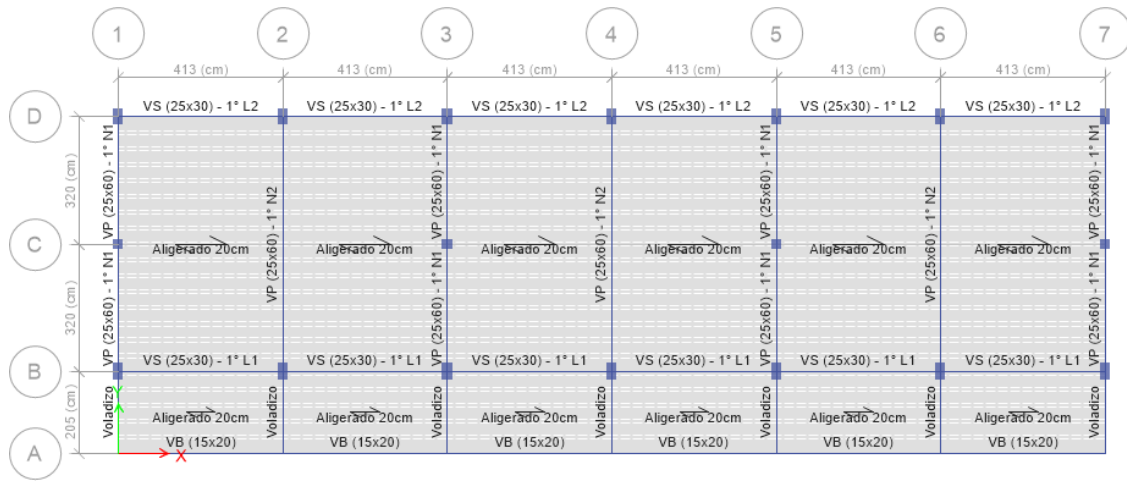
Stem Width at Top: 10 cm

Stem Width at Bottom: 10 cm

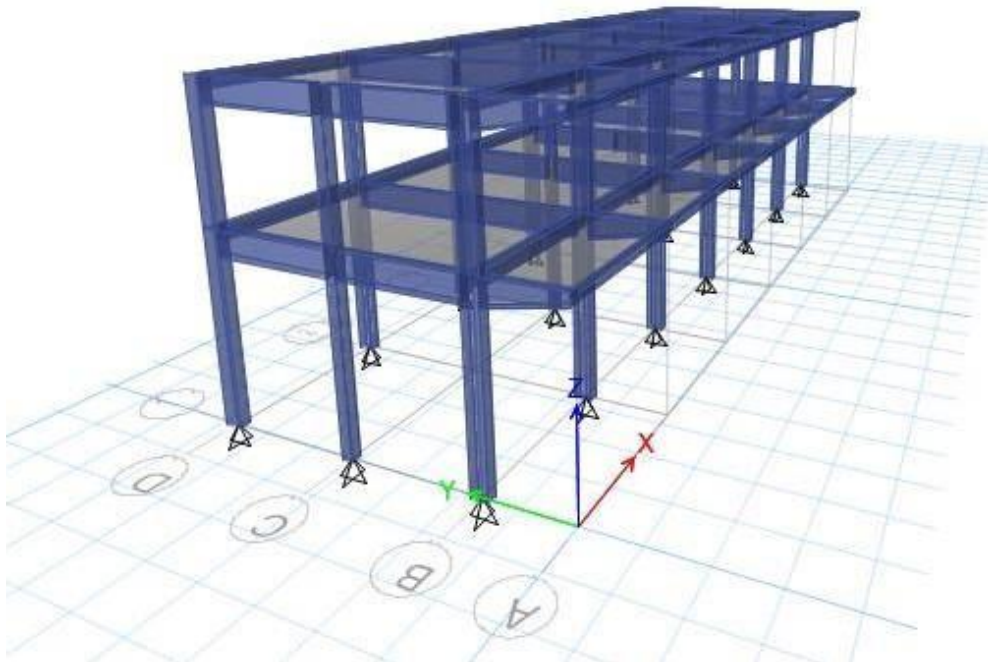
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm

Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

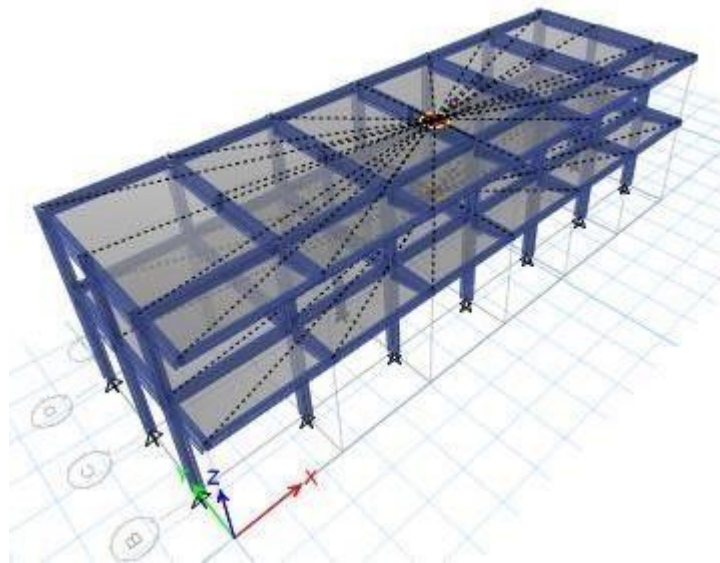
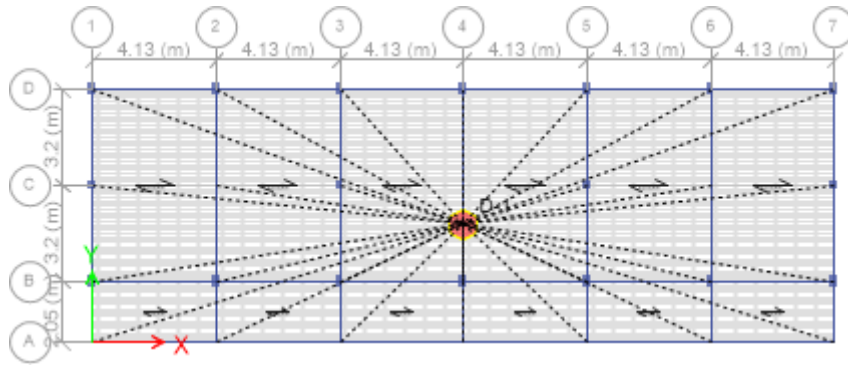
PLANTA GENERAL DE LA EDIFICACIÓN



MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA EDIFICACIÓN



ASIGNACION DE DIAFRAGMAS RIGIDOS



CASOS DE CARGA

Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
PP	Dead	1	
PP	Dead	1	
CV	Live	0	
CV-T	Live	0	
CM	Super Dead	0	
SX-EST1	Seismic	0	User Coefficient
SY-EST1	Seismic	0	User Coefficient
SX-EST2	Seismic	0	User Coefficient
SY-EST2	Seismic	0	User Coefficient
CLP X	Seismic	0	User Loads

Click To:

Add New Load

Modify Load

Modify Lateral Load...

Delete Load

OK Cancel

DEFINICION DE FACTORES PARA MASA SISMICA

Mass Source Data

Mass Source Name: Masa Sismica

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

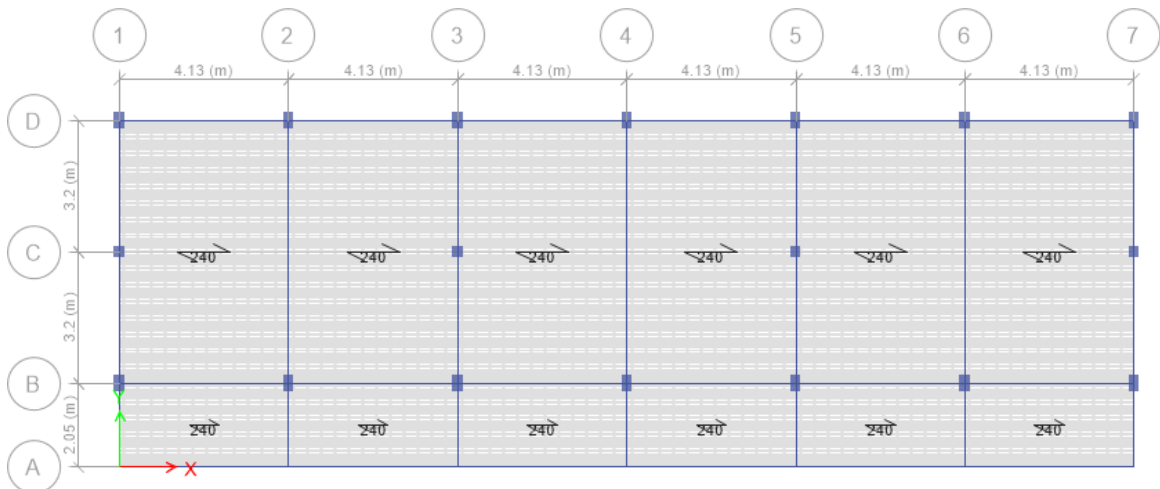
Load Pattern	Multiplier
CM	1
CV	0.5
CV-T	0.25

Mass Options

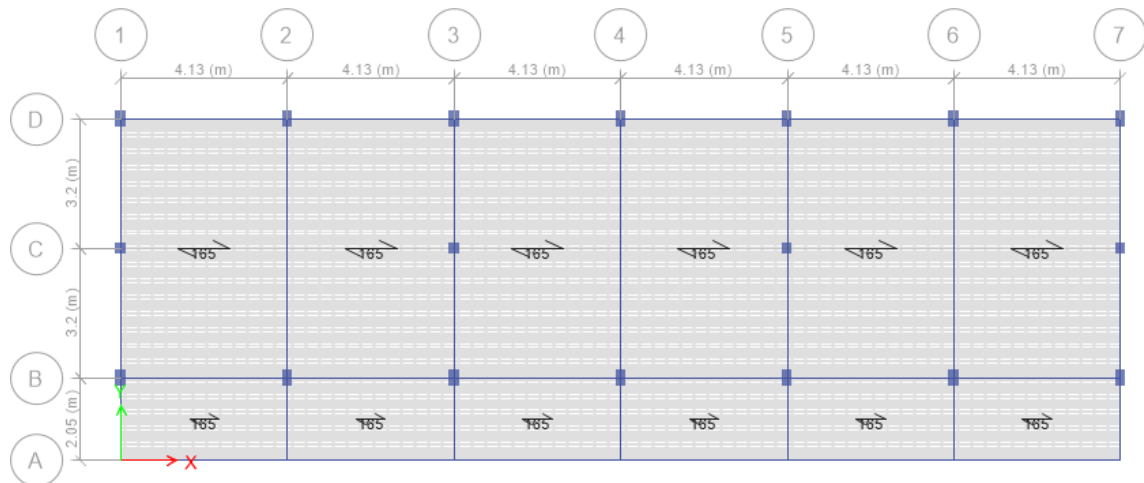
- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

ASIGNACION DE CARGA DISTRIBUIDA EN LA ESTRUCTURA

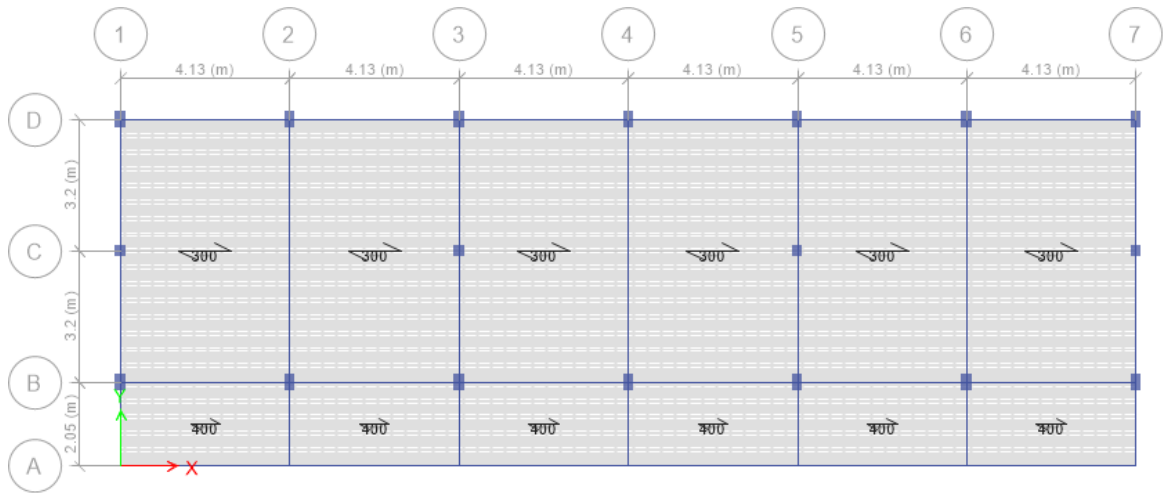
- Carga muerta: primer piso



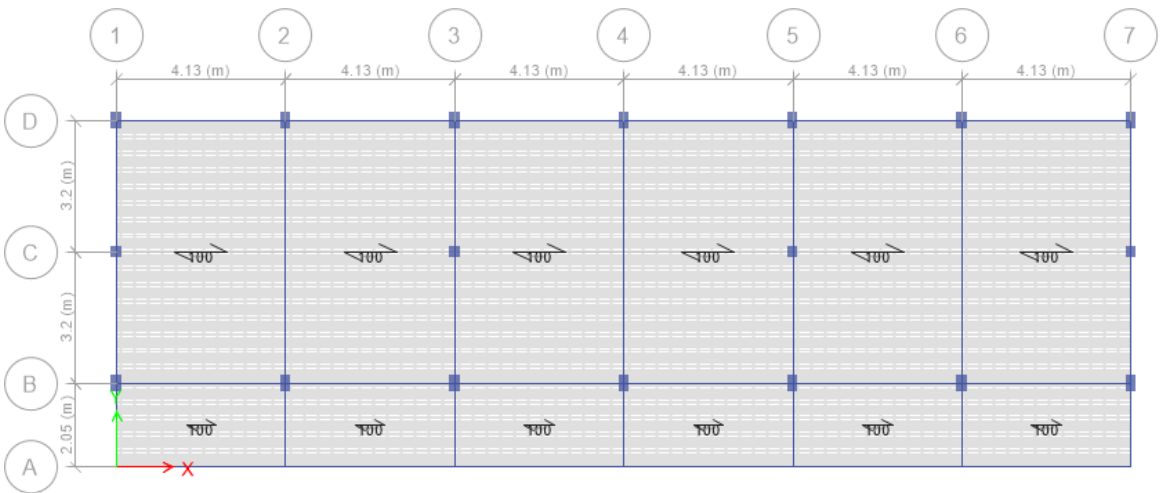
- Carga muerta: segundo piso



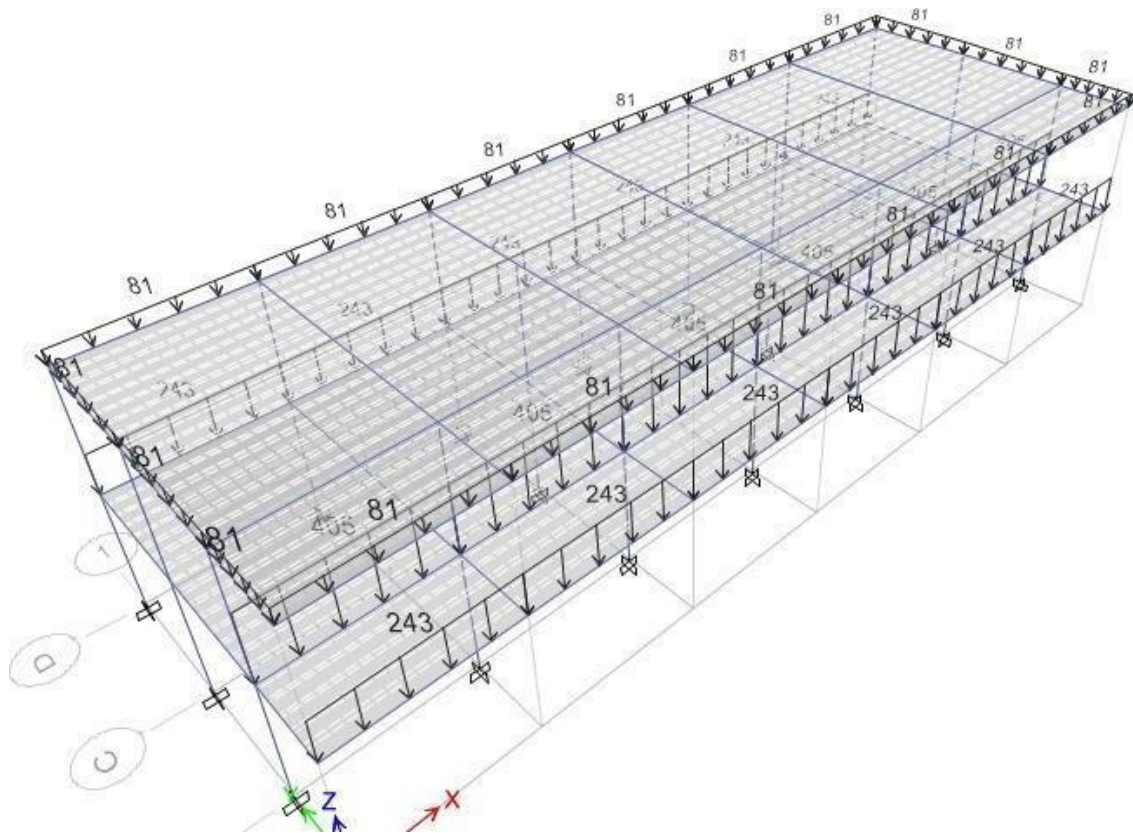
- Carga viva: primer piso



- Carga viva: segundo piso



CARGA PRODUCIDA POR LA TABIQUERIA



DEFINICION DE CASOS DE CARGA PARA SISMO ESTATICO

- Sismo en la dirección X positivo

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity		Factors	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.140625
<input checked="" type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1.031
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity	Story Range	
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05	Top Story	Piso 2
Overwrite Eccentricities	Overwrite...	Bottom Story	Base

OK Cancel

- Sismo en la dirección X negativo

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.140625

Building Height Exp., K 1.031

Story Range

Top Story Piso 2

Bottom Story Base

OK Cancel

- Sismo en la dirección Y positivo

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.140625

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Piso 2

Bottom Story Base

OK Cancel

- Sismo en la dirección Y negativo

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.) 0.05

Overwrite Eccentricities Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C 0.140625

Building Height Exp., K 1

Story Range

Top Story Piso 2

Bottom Story Base

OK Cancel

DEFINICION DE FUNCION ESPECTRAL PARA SISMO INELASTICO

Response Spectrum Function Definition - User D... ⌵

Function Name

Function Damping Ratio

Defined Function

Period	Value
0	0.1406
0.1	0.1406
0.2	0.1406
0.3	0.1406
0.4	0.1406
0.5	0.1406
0.6	0.1406

Function Graph

E-3

DEFINICION DE CARGA LATERAL PUSHOVER

- Carga de empuje en X

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Piso 2	D2	26.94	0	0
Piso 1	D1	18.86	0	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms)

- Carga de empuje en Y

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets

Load Set 1 of 1

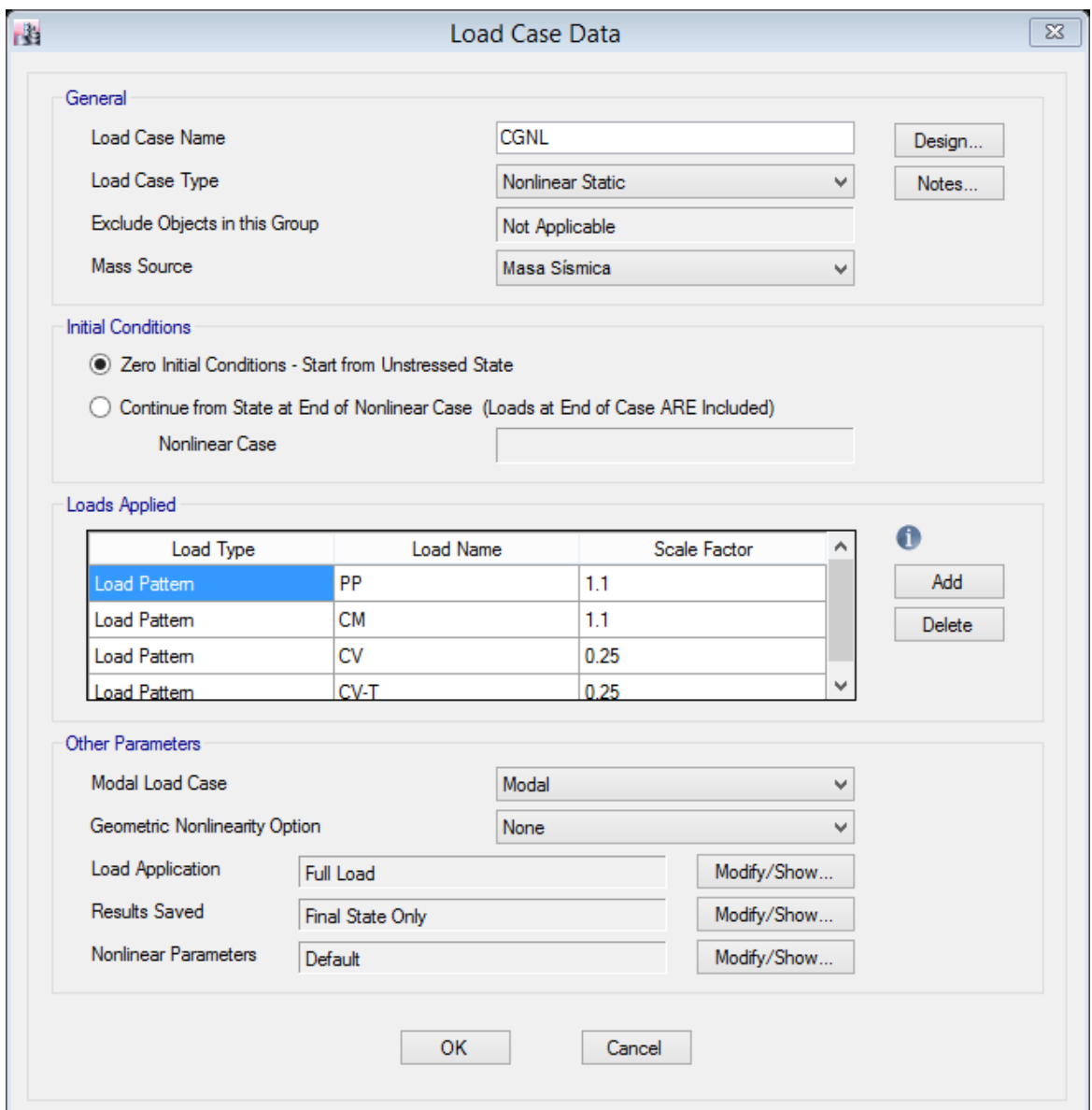
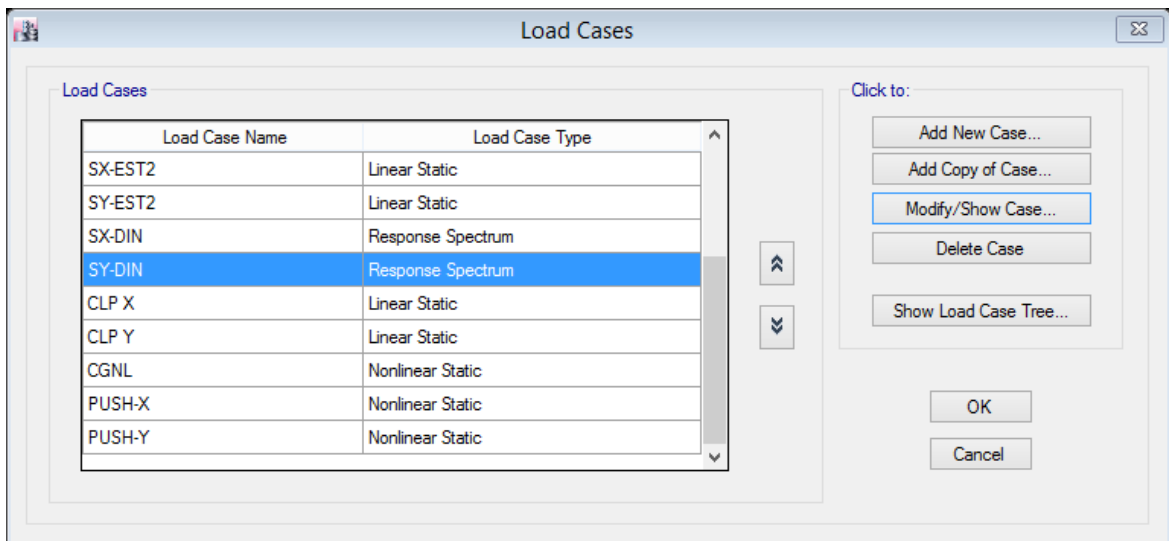
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Piso 2	D2	0	26.7	0
Piso 1	D1	0	19.1	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms)

DEFINICION DE CARGA GRAVITACIONAL NO LINEAL



CASOS DE CARGA PARA EL ANALISIS ESTATICO NO LINEAL

- Dirección X

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH-X

Load Case Type: Nonlinear Static

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Masa Sísmica

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CLP X	1

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control

Results Saved: Multiple States

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

Control Displacement

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 0.8 m

Monitored Displacement

DOF/Joint

U1, Piso 2, 29

- Dirección Y

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH-Y Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Masa Sísmica

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CLP Y	1

Info Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default Modify/Show...

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

Control Displacement

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 0.8 m

Monitored Displacement

DOF/Joint: U2 ▼ Piso 2 ▼ 29

ASIGNACION DE ROTULAS PLASTICAS A VIGAS

Hinge Property Data for FH1 - Moment M3

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-0.025
D-	-0.2	-0.015
C-	-1.1	-0.015
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.1	0.015
D	0.2	0.015
E	0.2	0.025

Symmetric

Type

Moment - Rotation

Moment - Curvature

Hinge Length:

Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis: **Isotropic**

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero

Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment Moment SF: Positive Negative tonf-m

Use Yield Rotation Rotation SF: 1 1

(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

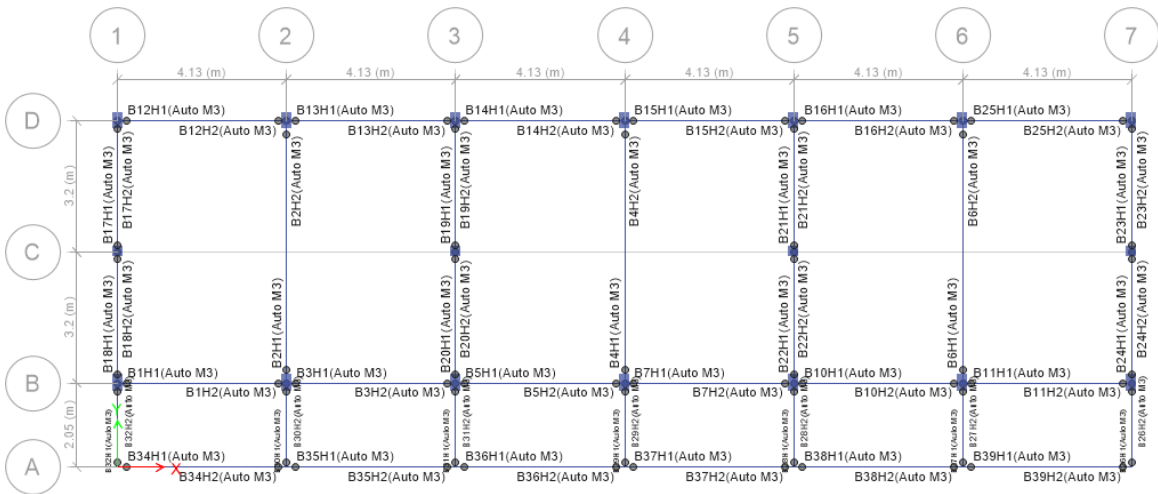
Immediate Occupancy Positive: 0.003 Negative: -0.003

Life Safety Positive: 0.012 Negative: -0.012

Collapse Prevention Positive: 0.015 Negative: -0.015

Show Acceptance Criteria on Plot

OK Cancel



ASIGNACION DE ROTULAS PLASTICAS A COLUMNAS

Moment Rotation Data for FH2 - Interacting P-M2-M3

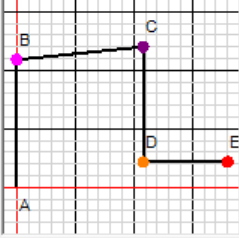
Select Curve

Axial Force: Angle: Curve #1: ⏪ ⏩ ⏴ ⏵

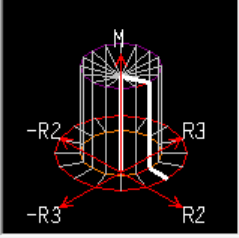
Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0	0
B	1	0
C	1.1	0.015
D	0.2	0.015
E	0.2	0.025

Note: Yield moment is defined by interaction surface



Current Curve - Curve #1
Force #1; Angle #1



3-D Surface
Axial Force= 0 tonf

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

■ Immediate Occupancy:

■ Life Safety:

■ Collapse Prevention:

Show Acceptance Points on Current Curve

3D View

Plan: deg Axial Force: tonf

Elevation: deg Hide Backbone Lines

Aperture: deg Show Acceptance Criteria

Show Thickened Lines Highlight Current Curve

Moment Rotation Information

Symmetry Condition:

Number of Axial Force Values:

Number of Angles:

Total Number of Curves:

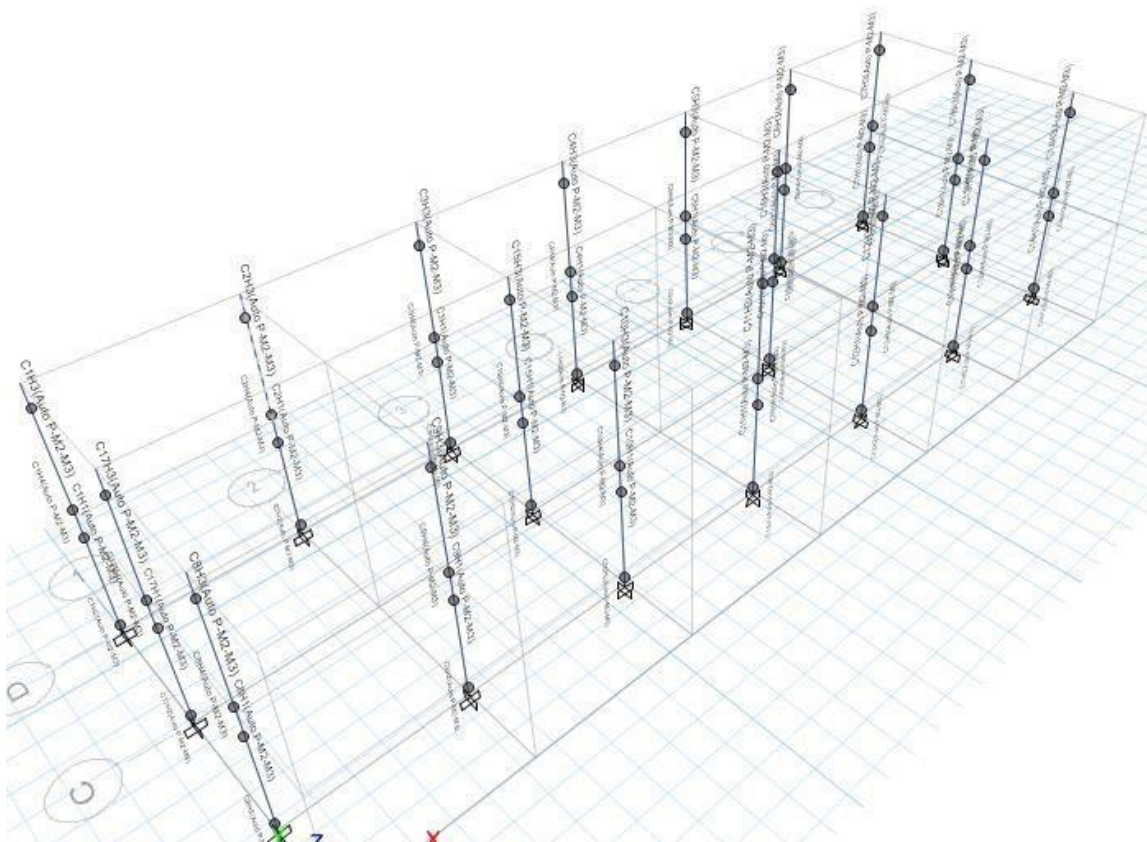
Angle Is Moment About

0 degrees = About Positive M2 Axis

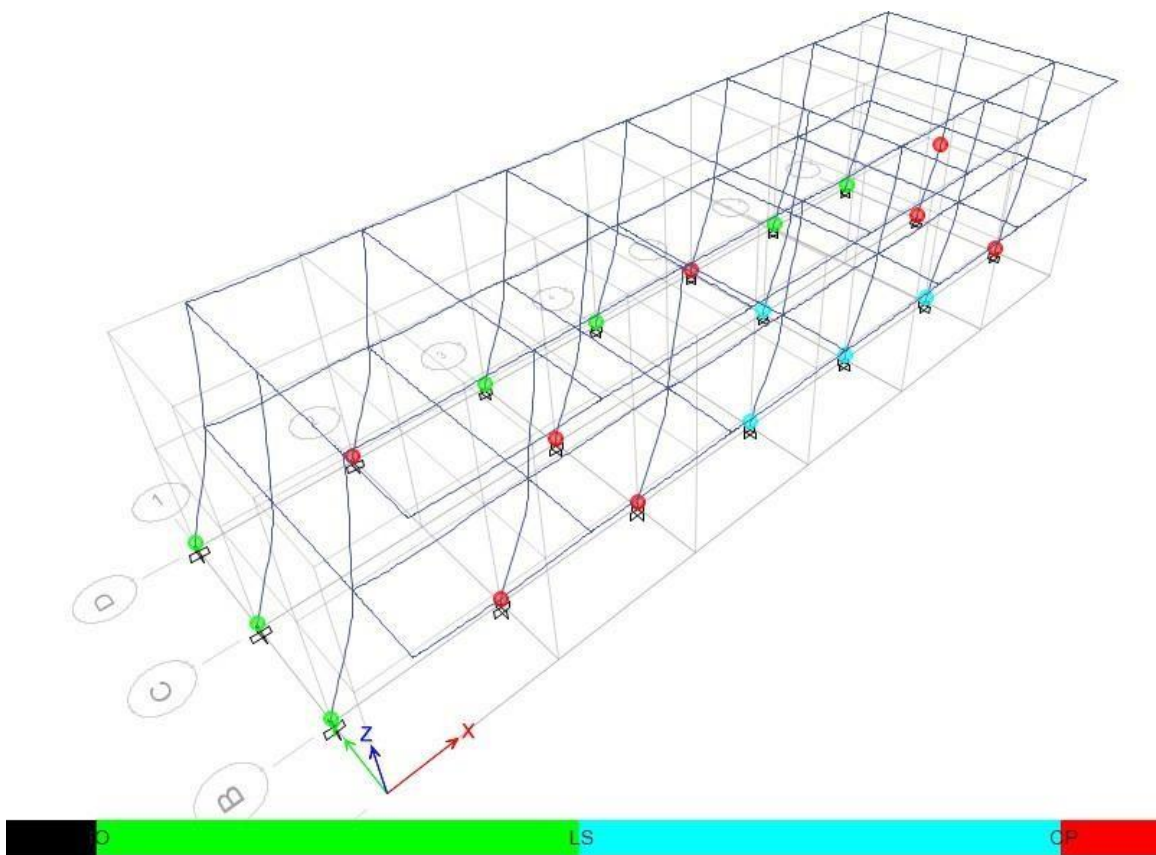
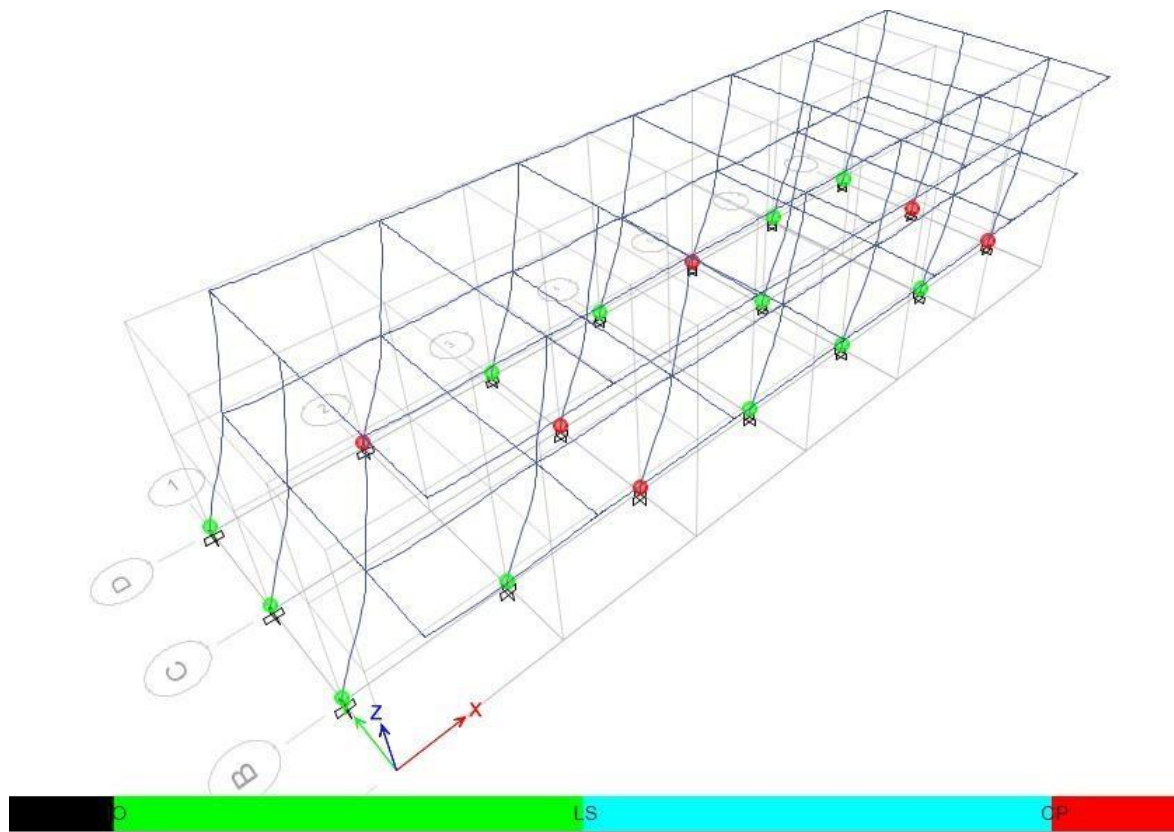
90 degrees = About Positive M3 Axis

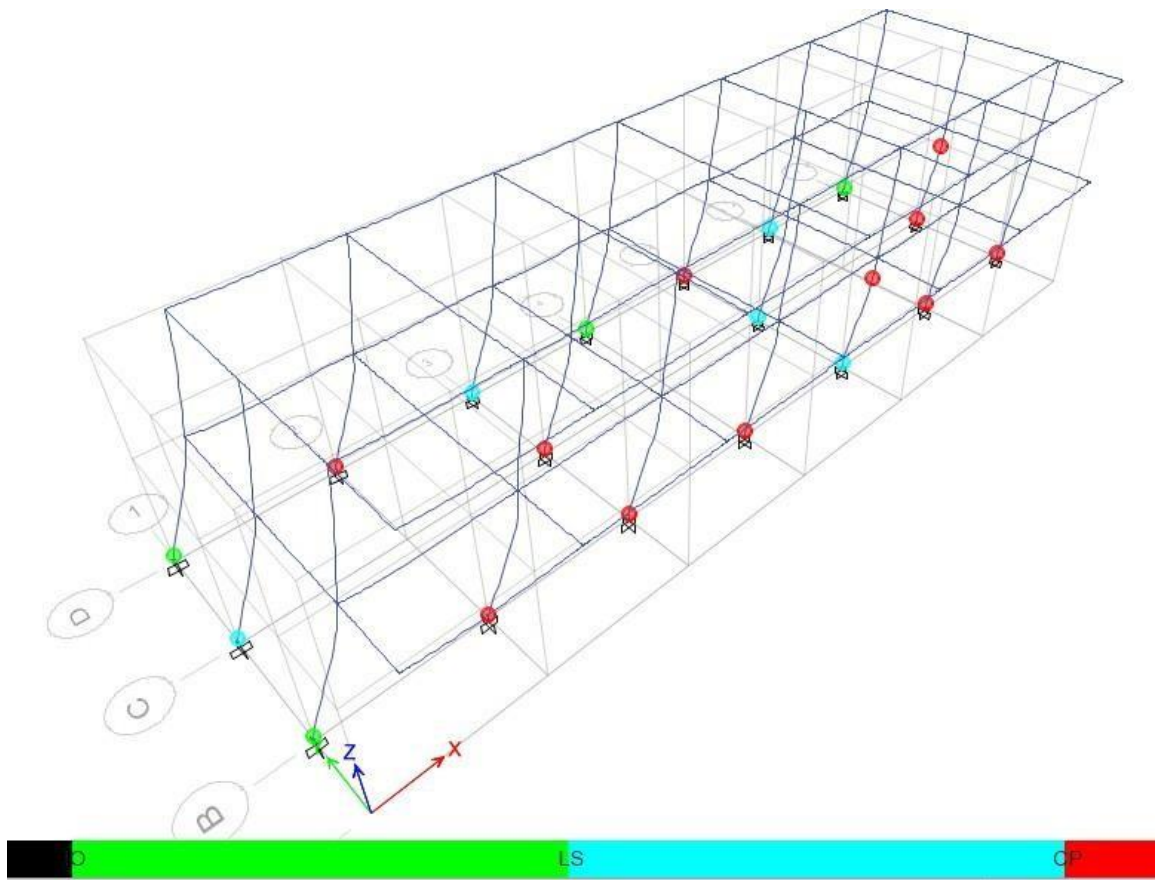
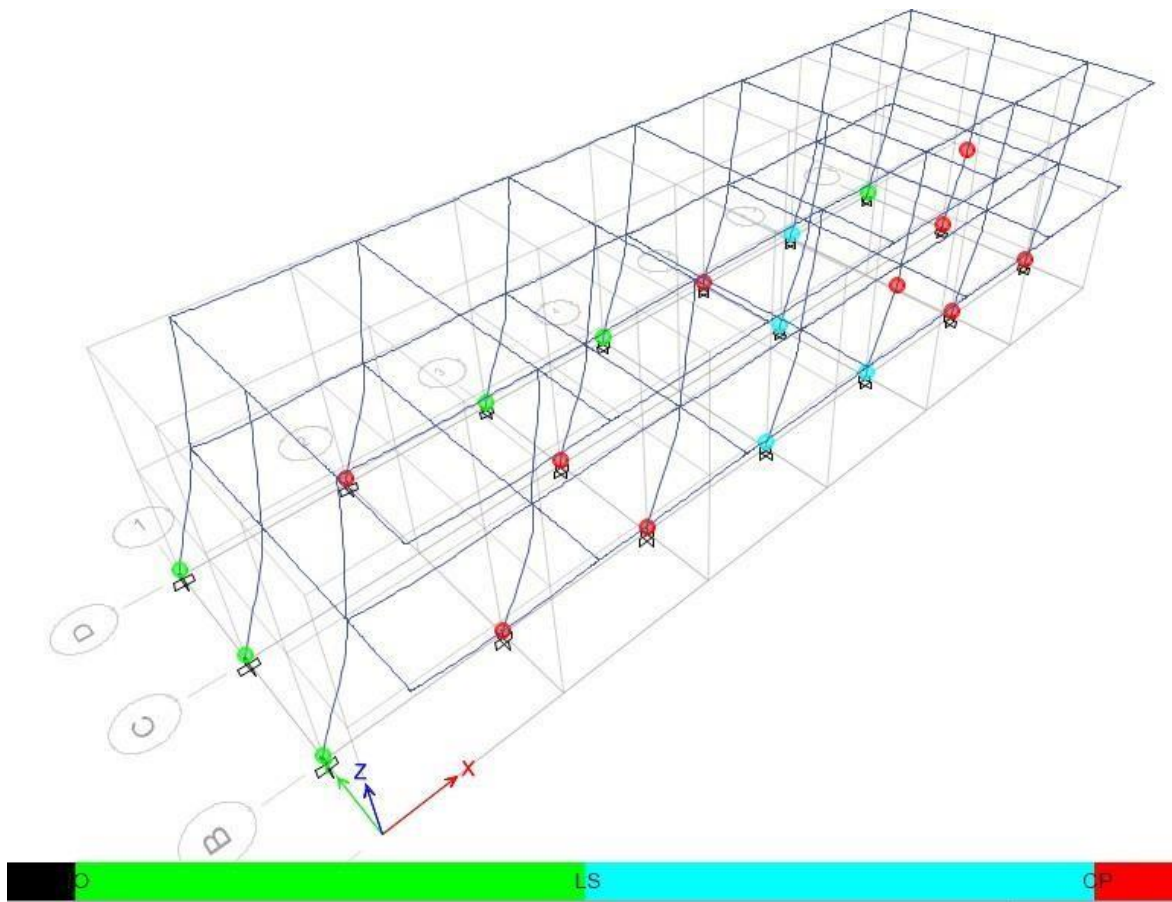
180 degrees = About Negative M2 Axis

270 degrees = About Negative M3 Axis



PROCESO DE FORMACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS EN LA ESTRUCTURA





ANEXO N° 10

CALCULO DEL PATRON DE CARGAS DE EMPUJE

PATRON DE CARGAS LATERALES

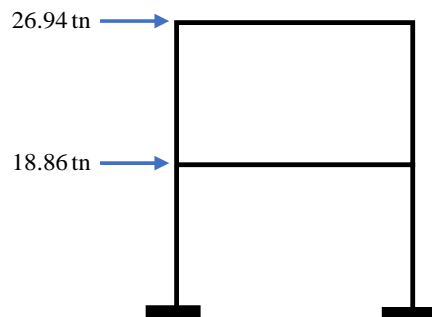
$$V_x = 45.80 \text{ tn} \quad K_x = 1.031$$

$$V_y = 45.80 \text{ tn} \quad K_y = 1.000$$

$$F_i = \alpha_i * V \quad \alpha_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k}$$

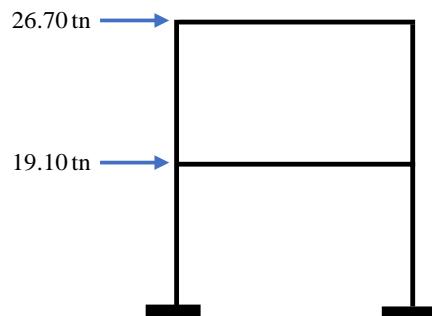
En la dirección X:

N°	h _i	W _{sis}	W _{sis} * h _i ^(kx)	α	F (tn)	Q (tn)
2	6.4	134.01	908.43	0.588253	26.941	26.941
1	3.2	191.67	635.86	0.411747	18.857	45.798
1544.29				1.00		



En la dirección Y:

N°	h _i	W _{sis}	W _{sis} * h _i ^(ky)	α	F (tn)	Q (tn)
2	6.4	134.01	857.63	0.583039	26.702	26.702
1	3.2	191.67	613.34	0.416961	19.096	45.798
1470.97				1.00		



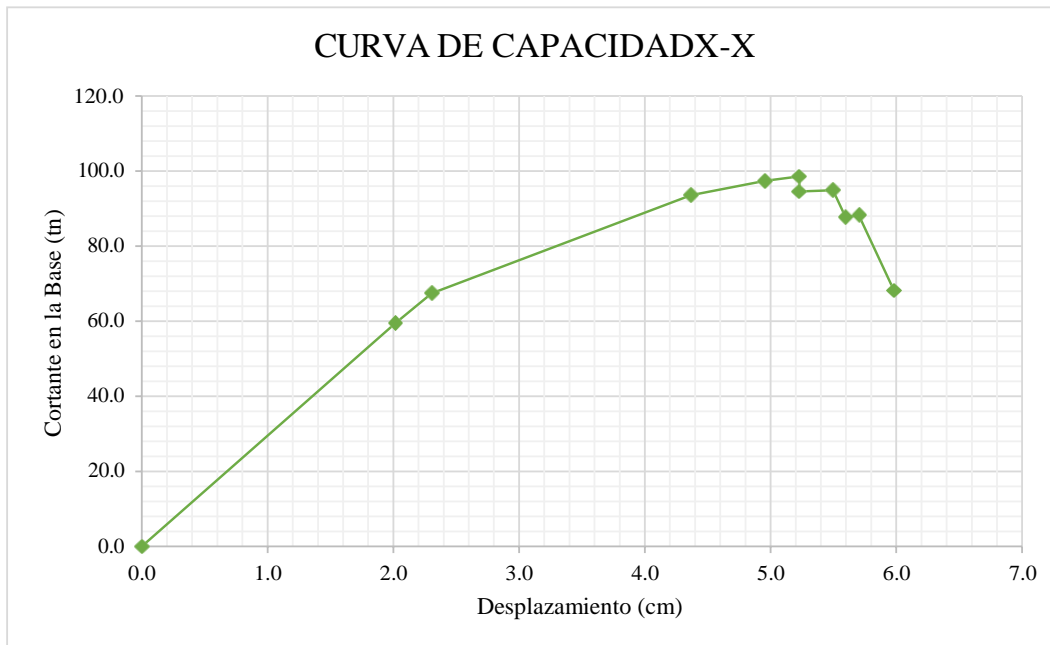
ANEXO N° 11

CALCULO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD

CAPACIDAD SISMORRESISTENTE

CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA: X-X

PUNTO	V (tn)	Δ (m)	Δ (cm)
0	0.000	0.000	0.000
1	59.525	0.020	2.016
2	67.446	0.023	2.305
3	93.579	0.044	4.368
4	97.410	0.050	4.959
5	98.582	0.052	5.229
6	94.610	0.052	5.230
7	94.898	0.055	5.496
8	87.690	0.056	5.597
9	88.245	0.057	5.702
10	68.165	0.060	5.982



CONVERSION A UN ESPECTRO DE CAPACIDAD:

N°	W (kg)	ϕ (cm)	W* ϕ (kg-cm)	(W* ϕ)/g	(W* ϕ^2) (kg-cm ²)	(W* ϕ^2)/g (kg-cm ²)	W/g
2	134005.3	0.588253	78829.02	8035.578	46371.42	4726.953704	13660.07
1	191668.2	0.411747	78918.78	8044.728	32494.56	3312.391842	19538.04
	325673.5			16080.31		8039.345546	33198.11

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g}$$

PF₁ = 2.000201

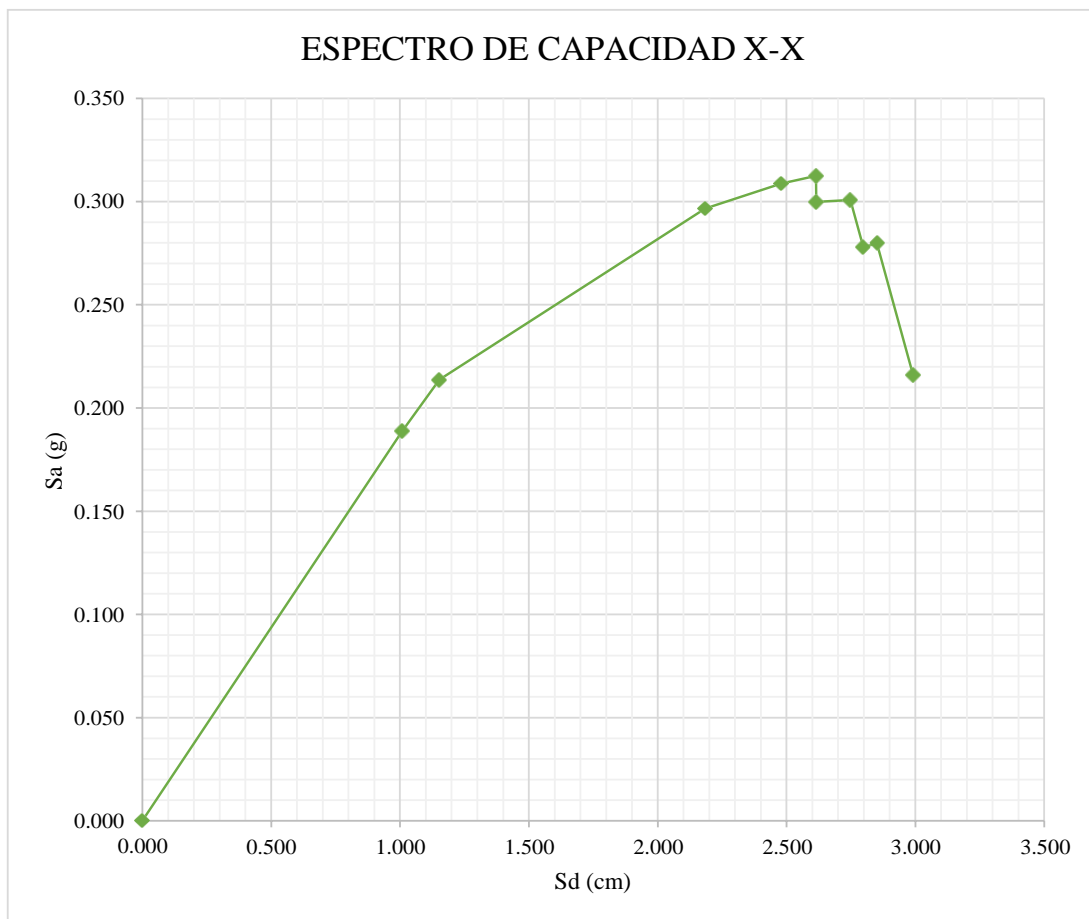
$$\alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g]^2}{(\sum_{i=1}^N (W_i / g)) [\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g]}$$

α_1 = 0.968846

Una vez calculado el factor de participación modal (PF_1) y el coeficiente modal de masa para el primer modo natural (α_1), se calcula el espectro de capacidad en la dirección X:

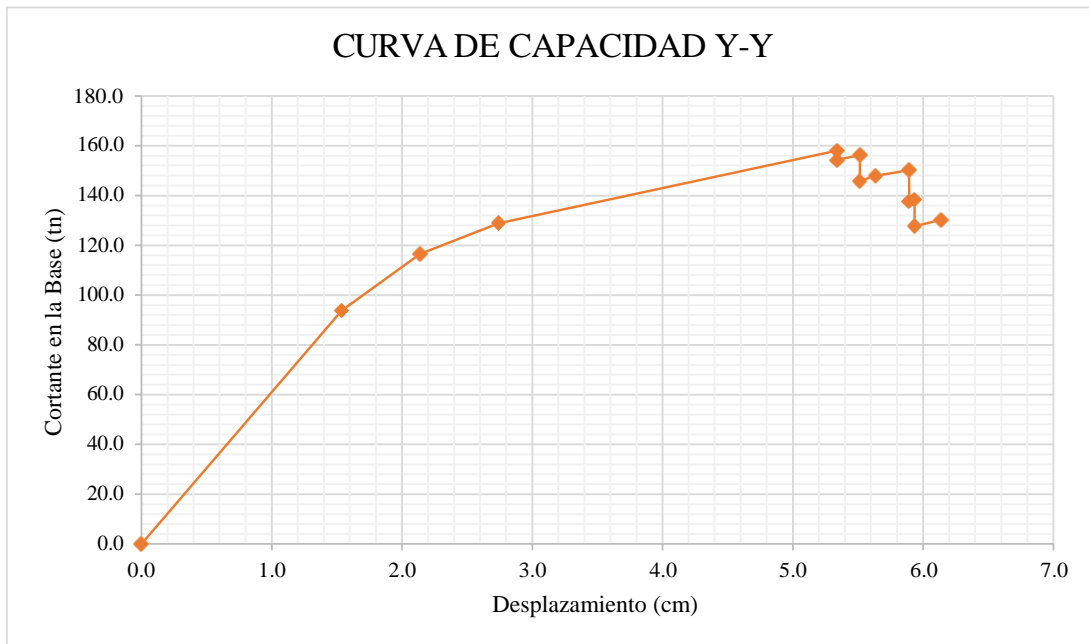
$$Sd_i = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1} \qquad Sa_i = \frac{V_i \cdot w}{a_1}$$

PUNTO	Sd	Sa
0	0.000	0.000
1	1.008	0.189
2	1.152	0.214
3	2.184	0.297
4	2.479	0.309
5	2.614	0.312
6	2.615	0.300
7	2.748	0.301
8	2.798	0.278
9	2.851	0.280
10	2.991	0.216



CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA: Y-Y

N°	V (tn)	Δ (m)	Δ (cm)
0	0.000	0.000	0.000
1	93.778	0.015	1.536
2	116.558	0.021	2.138
3	128.886	0.027	2.741
4	158.055	0.053	5.337
5	154.266	0.053	5.338
6	156.286	0.055	5.513
7	145.936	0.055	5.514
8	147.939	0.056	5.632
9	150.223	0.059	5.892
10	137.575	0.059	5.893
11	138.319	0.059	5.934
12	127.633	0.059	5.934
13	130.231	0.061	6.135



CONVERSION A UN ESPECTRO DE CAPACIDAD:

N°	W (kg)	Ø (cm)	W*Ø (kg-cm)	(W*Ø)/g	(W*Ø ²) (kg-cm ²)	(W*Ø ²)/g (kg-cm ²)	W/g
2	134005.3	0.583039	78130.29	7964.352	45553	4643.526552	13660.07
1	191668.2	0.416961	79918.18	8146.603	33322.77	3396.817001	19538.04
	325673.5			16110.96		8040.343554	33198.11

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g}$$

PF₁ = 2.003765

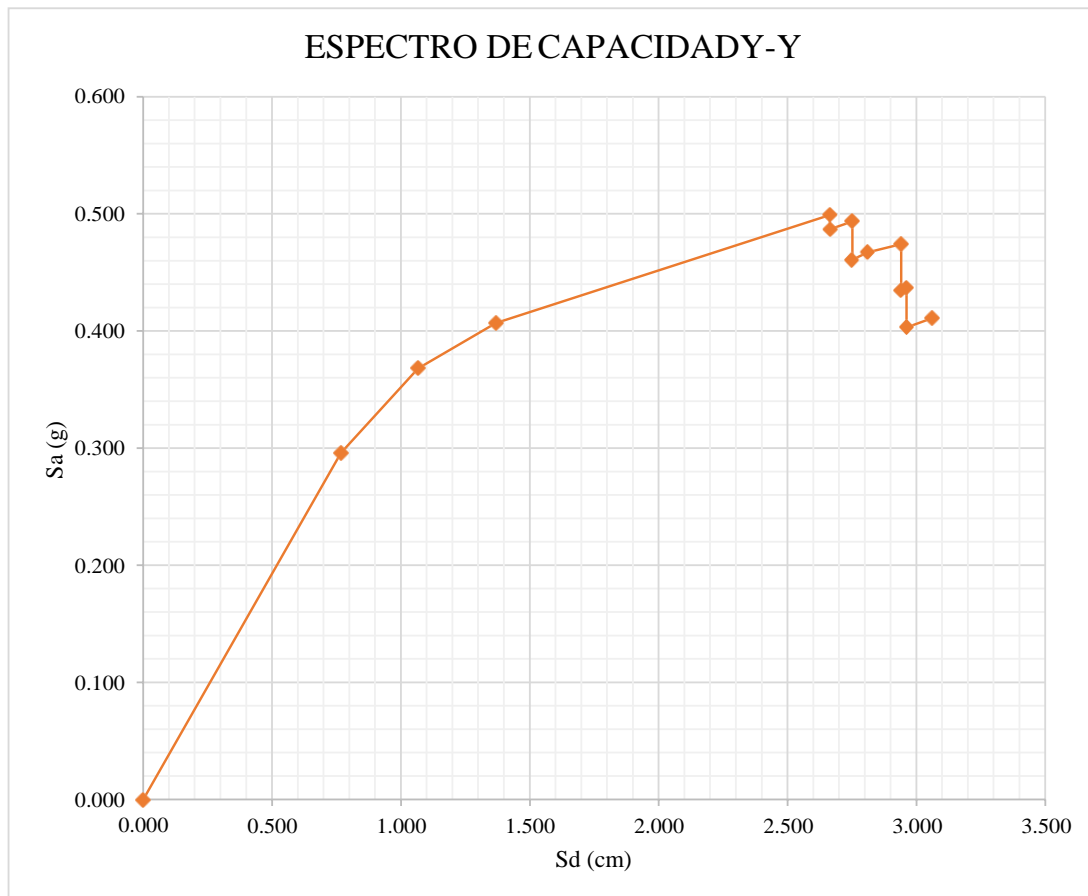
$$\alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g]^2}{(\sum_{i=1}^N (W_i / g)) [\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g]}$$

α₁ = 0.972422

Una vez calculado el factor de participación modal (PF_1) y el coeficiente modal de masa para el primer modo natural (α_1), se calcula el espectro de capacidad en la dirección X:

$$Sd_i = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1} \qquad Sa_i = \frac{V_i \cdot w}{a_1}$$

PUNTO	Sd	Sa
0	0.000	0.000
1	0.767	0.296
2	1.067	0.368
3	1.368	0.407
4	2.663	0.499
5	2.664	0.487
6	2.751	0.493
7	2.752	0.461
8	2.811	0.467
9	2.940	0.474
10	2.941	0.434
11	2.961	0.437
12	2.962	0.403
13	3.061	0.411



ANEXO N° 12

METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD

DEMANDA SÍSMICA

PARAMETROS SÍSMICOS DE LA ESTRUCTURA:

- Zonificación:

Zona: Z2 Z = 0.25

- Categoría y factor de uso:

Categoría: A2 U = 1.5

- Parámetros de sitio (S, T_p, T_L):

Perfil tipo: S2 S = 1.2
T_p = 0.6
T_L = 2



- Restricción de irregularidades:

Restricciones: No se permiten irregularidades

- Factores de irregularidad:

Irregularidad en altura: Regular I_a = 1

Irregularidad en planta: Regular I_p = 1

6). Coeficiente de amplificación sísmica:

$T < T_p$	→	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	→	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_L$	→	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$

PARAMETROS SÍSMICOS OBTENIDOS:

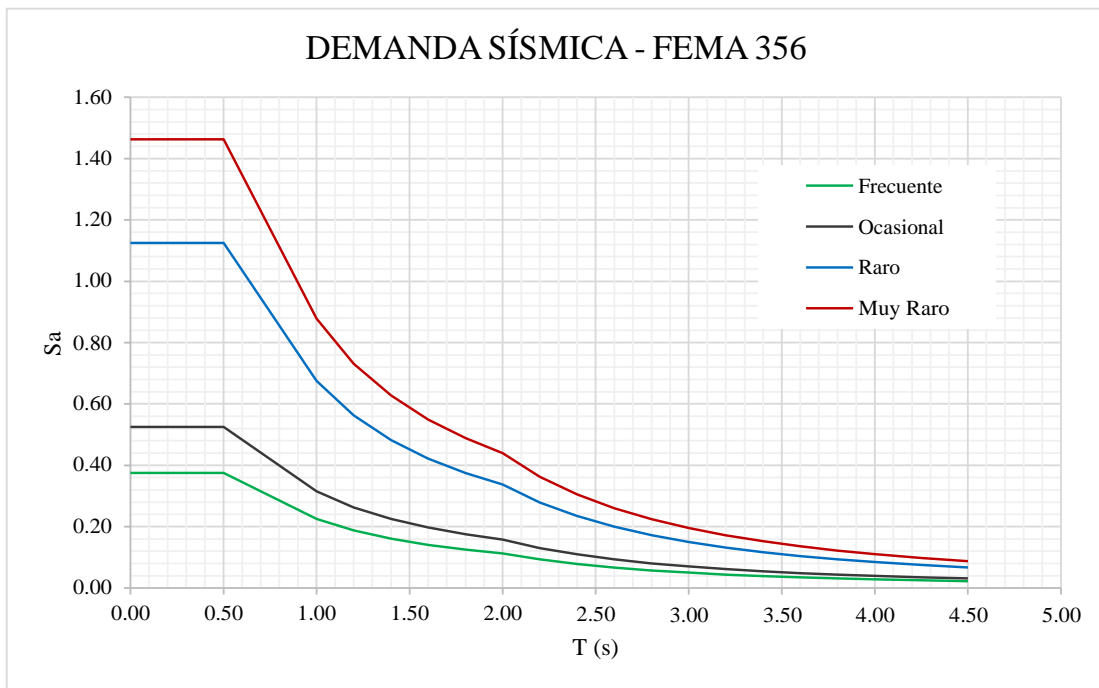
Z	=	0.25
U	=	1.5
S	=	1.2
T _p	=	0.6
T _L	=	2
R	=	1

ACELERACION ESPECTRAL:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

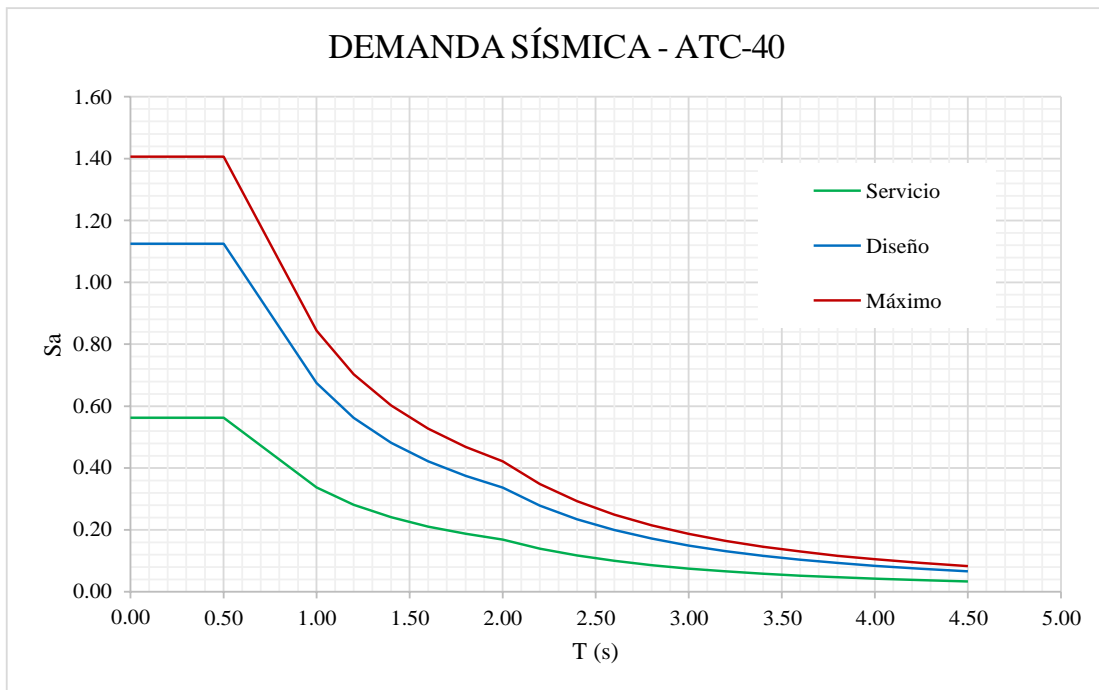
ESPECTRO SISMICO DE ACELERACIONES SEGÚN FEMA 356:

T (s)	C	Norma E.030	FEMA 356			
		Diseño	Frecuente	Ocasional	Raro	Muy Raro
		Sa	Sa ₁	Sa ₂	Sa ₃	Sa ₄
0.00	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.10	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.20	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.30	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.40	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
0.50	2.50	1.125	0.375	0.525	1.125	1.463
1.00	1.50	0.675	0.225	0.315	0.675	0.878
1.20	1.25	0.563	0.188	0.263	0.563	0.731
1.40	1.07	0.482	0.161	0.225	0.482	0.627
1.60	0.94	0.422	0.141	0.197	0.422	0.548
1.80	0.83	0.375	0.125	0.175	0.375	0.488
2.00	0.75	0.338	0.113	0.158	0.338	0.439
2.20	0.62	0.279	0.093	0.130	0.279	0.363
2.40	0.52	0.234	0.078	0.109	0.234	0.305
2.60	0.44	0.200	0.067	0.093	0.200	0.260
2.80	0.38	0.172	0.057	0.080	0.172	0.224
3.00	0.33	0.150	0.050	0.070	0.150	0.195
3.20	0.29	0.132	0.044	0.062	0.132	0.171
3.40	0.26	0.117	0.039	0.054	0.117	0.152
3.60	0.23	0.104	0.035	0.049	0.104	0.135
3.80	0.21	0.093	0.031	0.044	0.093	0.122
4.00	0.19	0.084	0.028	0.039	0.084	0.110
4.25	0.17	0.075	0.025	0.035	0.075	0.097
4.50	0.15	0.067	0.022	0.031	0.067	0.087



ESPECTRO SISMICO DE ACELERACIONES SEGÚN ATC-40:

T (s)	C	Norma E.030	ATC-40		
		Diseño	Servicio	Diseño	Máximo
		S _a	S _{as}	S _{ad}	S _{am}
0.00	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.10	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.20	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.30	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.40	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
0.50	2.50	1.125	0.563	1.125	1.406
1.00	1.50	0.675	0.338	0.675	0.844
1.20	1.25	0.563	0.281	0.563	0.703
1.40	1.07	0.482	0.241	0.482	0.603
1.60	0.94	0.422	0.211	0.422	0.527
1.80	0.83	0.375	0.188	0.375	0.469
2.00	0.75	0.338	0.169	0.338	0.422
2.20	0.62	0.279	0.139	0.279	0.349
2.40	0.52	0.234	0.117	0.234	0.293
2.60	0.44	0.200	0.100	0.200	0.250
2.80	0.38	0.172	0.086	0.172	0.215
3.00	0.33	0.150	0.075	0.150	0.188
3.20	0.29	0.132	0.066	0.132	0.165
3.40	0.26	0.117	0.058	0.117	0.146
3.60	0.23	0.104	0.052	0.104	0.130
3.80	0.21	0.093	0.047	0.093	0.117
4.00	0.19	0.084	0.042	0.084	0.105
4.25	0.17	0.075	0.037	0.075	0.093
4.50	0.15	0.067	0.033	0.067	0.083

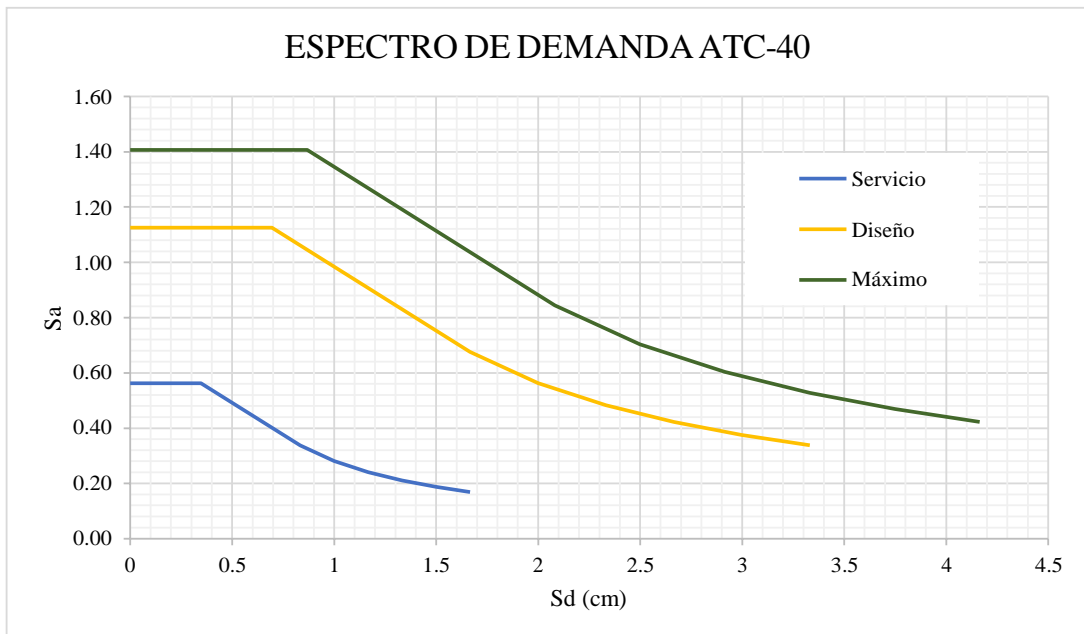


ESPECTRO DE DEMANDA:

Transformamos los espectros de aceleraciones obtenidos anteriormente en parámetros de aceleración y desplazamientos espectrales, con la finalidad de superponerlos junto con la demanda en una sola gráfica y determinar el punto de desempeño.

Se usará la ecuación planteada por ATC-40, $Sd_i = \left(\frac{T_i^2}{4\pi^2}\right) * Sa_i$; obteniendo:

T (s)	Desplazamientos ATC-40		
	Servicio	Diseño	Máximo
	Sd_S	Sd_D	Sd_M
0.00	0.000	0.000	0.000
0.10	0.014	0.028	0.035
0.20	0.056	0.111	0.139
0.30	0.125	0.250	0.312
0.40	0.222	0.444	0.555
0.50	0.347	0.694	0.867
1.00	0.833	1.665	2.082
1.20	0.999	1.999	2.498
1.40	1.166	2.332	2.915
1.60	1.332	2.665	3.331
1.80	1.499	2.998	3.747
2.00	1.665	3.331	4.164
2.20	1.665	3.331	4.164
2.40	1.665	3.331	4.164
2.60	1.665	3.331	4.164
2.80	1.665	3.331	4.164
3.00	1.665	3.331	4.164
3.20	1.665	3.331	4.164
3.40	1.665	3.331	4.164
3.60	1.665	3.331	4.164



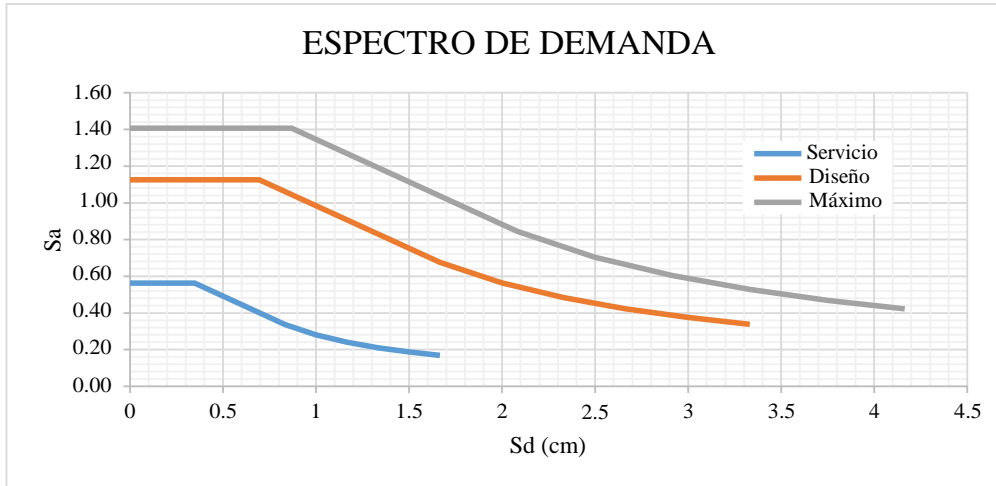
ANEXO N° 13

DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESTRUCTURA

DESEMPEÑO SISMICO ALCANZADO

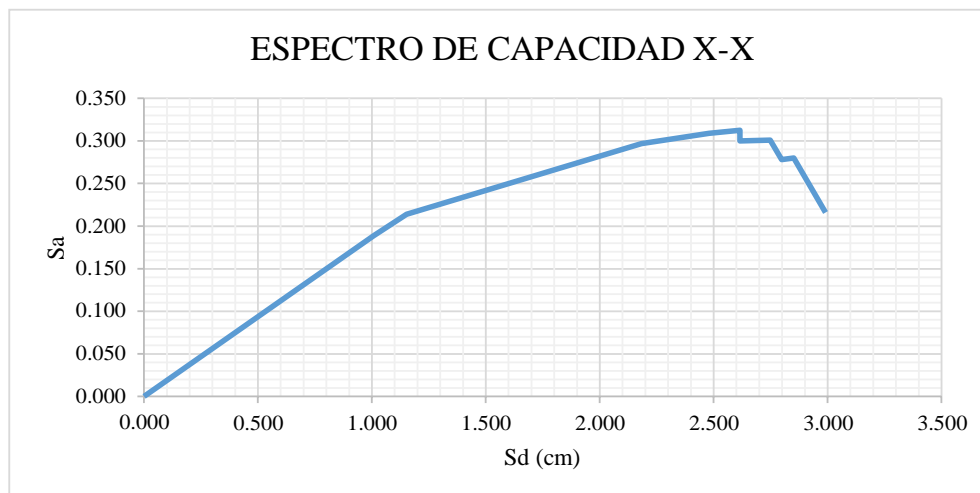
METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD: ATC-40

▪ Espectro de demanda:

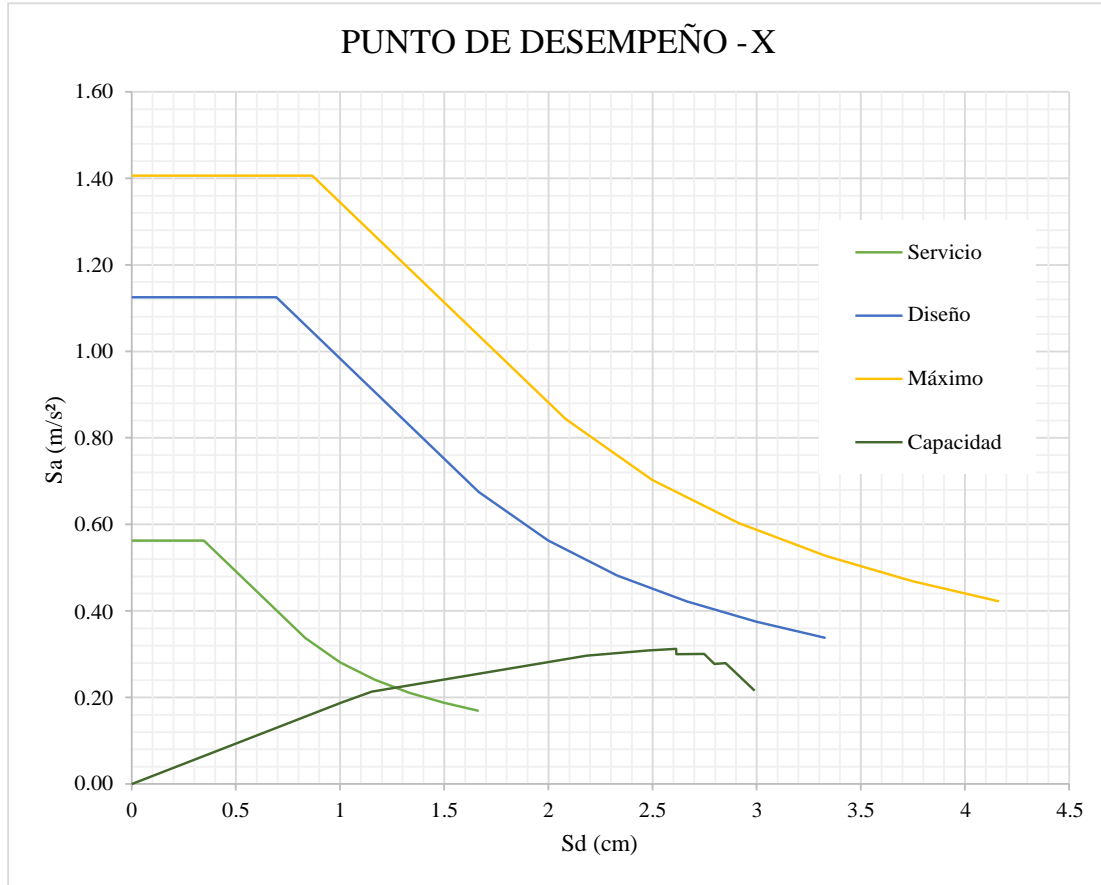


▪ Espectro de capacidad: X-X

Sd	Sa
0.000	0.000
1.008	0.189
1.152	0.214
2.184	0.297
2.479	0.309
2.614	0.312
2.615	0.300
2.748	0.301
2.798	0.278
2.851	0.280
2.991	0.216



▪ Punto de desempeño en la dirección X-X



▪ Sectorización del desempeño en la dirección X-X

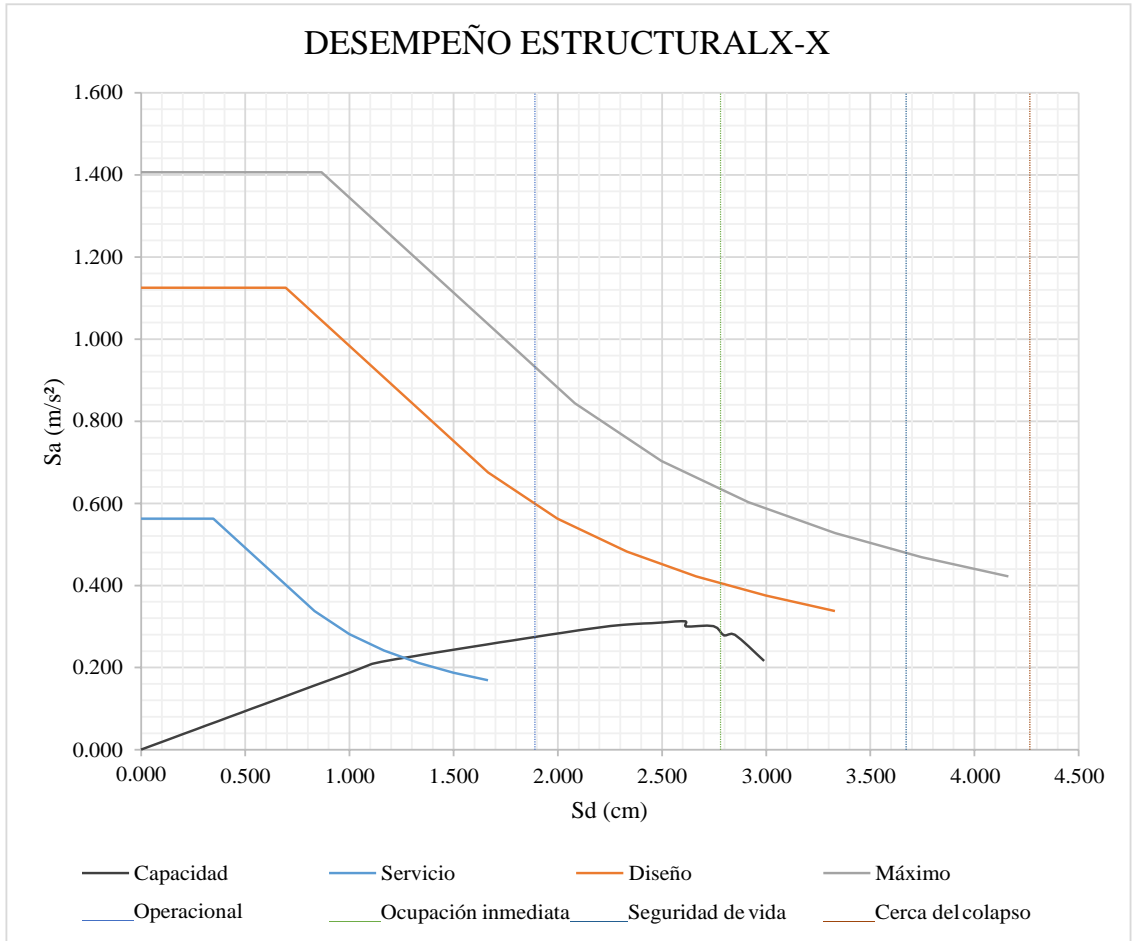
NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	ΔFE
Ocupación inmediata	ΔFE	$\Delta FE + 0.30\Delta_P$
Seguridad de vida	$\Delta FE + 0.30\Delta_P$	$\Delta FE + 0.60\Delta_P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.60\Delta_P$	$\Delta FE + 0.80\Delta_P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.80\Delta_P$	$\Delta FE + \Delta_P$

$$\Delta FE = 1.890$$

$$\Delta_P = 2.970$$

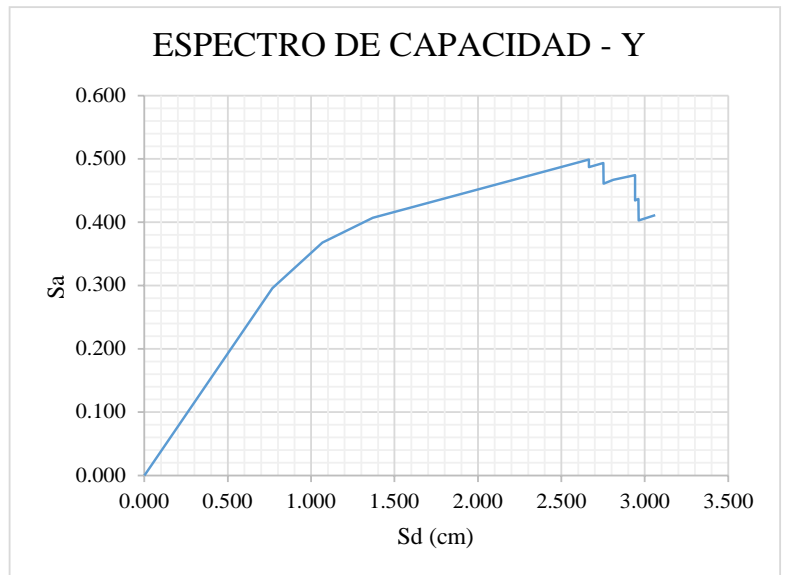
DESEMPEÑO	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	1.890
Ocupación inmediata	1.890	2.781
Seguridad de vida	2.781	3.672
Cerca del colapso	3.672	4.266
Colapso	4.266	4.860

▪ Sectorización de la curva de capacidad en la dirección X-X



▪ Espectro de capacidad: Y-Y

Sd	Sa
0.000	0.000
0.767	0.296
1.067	0.368
1.368	0.407
2.663	0.499
2.664	0.487
2.751	0.493
2.752	0.461
2.811	0.467
2.940	0.474
2.941	0.434
2.961	0.437
2.962	0.403
3.061	0.411



▪ Punto de desempeño en la dirección Y-Y

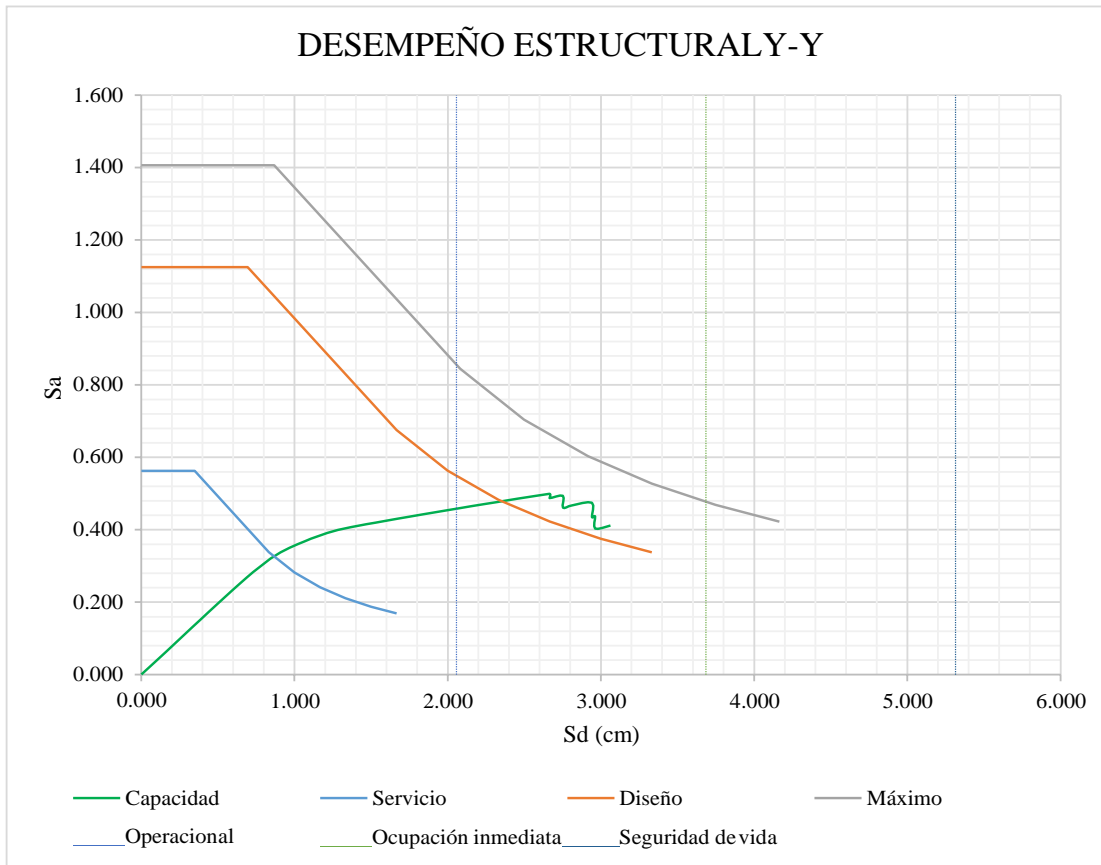
NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	ΔFE
Ocupación inmediata	ΔFE	$\Delta FE + 0.30\Delta P$
Seguridad de vida	$\Delta FE + 0.30\Delta P$	$\Delta FE + 0.60\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.60\Delta P$	$\Delta FE + 0.80\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.80\Delta P$	$\Delta FE + \Delta P$

$$\Delta FE = 2.056$$

$$\Delta P = 5.429$$

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	2.056
Ocupación inmediata	2.056	3.68481
Seguridad de vida	3.68481	5.31342
Cerca del colapso	5.31342	6.39916
Colapso	6.39916	7.485

▪ Punto de desempeño en la dirección Y-Y



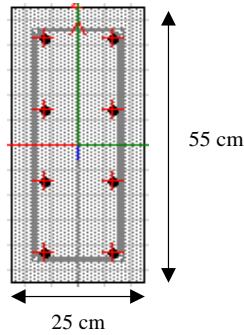
ANEXO N° 14

SECCIONES DE COLUMNAS REFORZADAS

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

Se incrementará la rigidez lateral ensanchando las columnas, respetando la funcionalidad y arquitectura de los ambientes. Se comprueba la capacidad de carga a flexocompresión para estas columnas, mediante su diagrama de interacción:

- **Columna reforzada, rectangular (Y-Y):** ubicada en los ejes (B - 3) y (B - 5).



Área de acero existente:

$$A_s = 4 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4" = 11.40 \text{ cm}^2$$

Área de acero a adicionar:

$$A_s = 4 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4" = 11.40 \text{ cm}^2$$

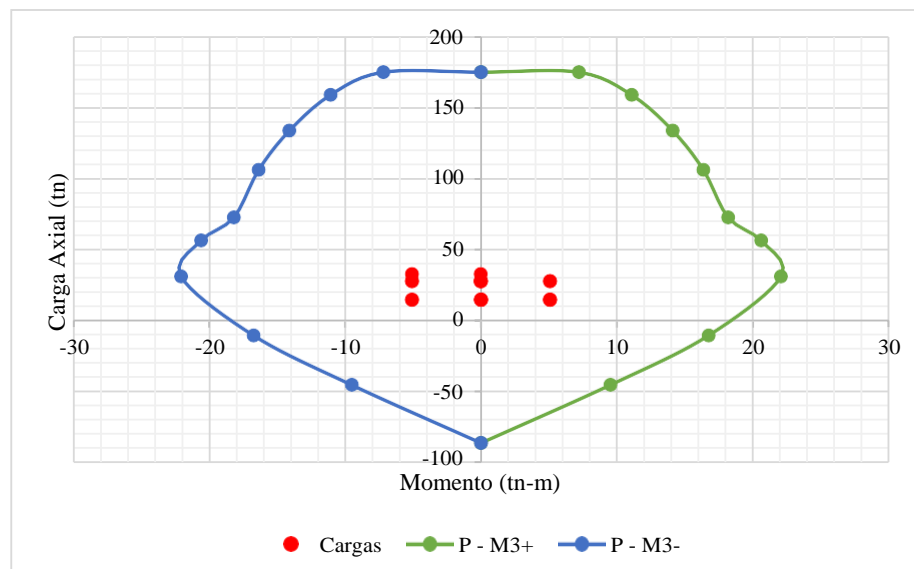
Área de acero total: $8 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4" = 22.80 \text{ cm}^2$

Datos para diagrama de interacción :

PUNTO	P (tn)	M3+ (tn-m)	M3- (tn-m)
1	175.117	0.000	0.000
2	175.117	7.188	-7.188
3	159.109	11.066	-11.066
4	133.909	14.092	-14.092
5	106.361	16.345	-16.345
6	72.944	18.166	-18.166
7	56.626	20.586	-20.586
8	31.399	22.055	-22.055
9	-10.143	16.728	-16.728
10	-44.956	9.511	-9.511
11	-85.842	0.000	0.000

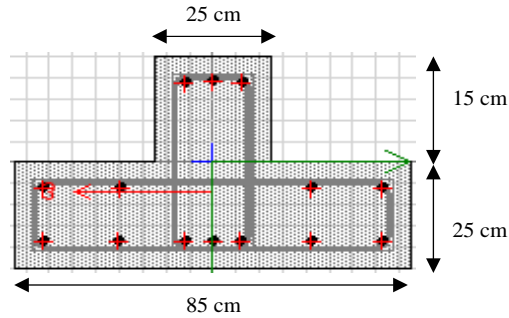
Combinaciones de carga :

COMB.	P (tn)	M3 (tn-m)
1.4D+1.7L	33.068	-0.018
1.25(D+L)+SX	27.978	-5.087
1.25(D+L)+SY	28.013	-0.018
1.25(D+L)-SX	28.032	-5.087
1.25(D+L)-SY	28.013	-0.018
0.9D+SX	15.018	-5.079
0.9D-SX	15.018	-5.079
0.9D+SY	14.999	-0.009
0.9D-SY	14.999	-0.009



▪ **Columna reforzada, sección T (X-X):**

ubicada en los ejes (A - 2) y (A - 6).



Área de acero existente:

$$A_s = 6 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 17.10 \text{ cm}^2$$

Área de acero a adicionar:

$$A_s = 8 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 22.80 \text{ cm}^2$$

Cuantía de 1.33%:

Área de acero total :

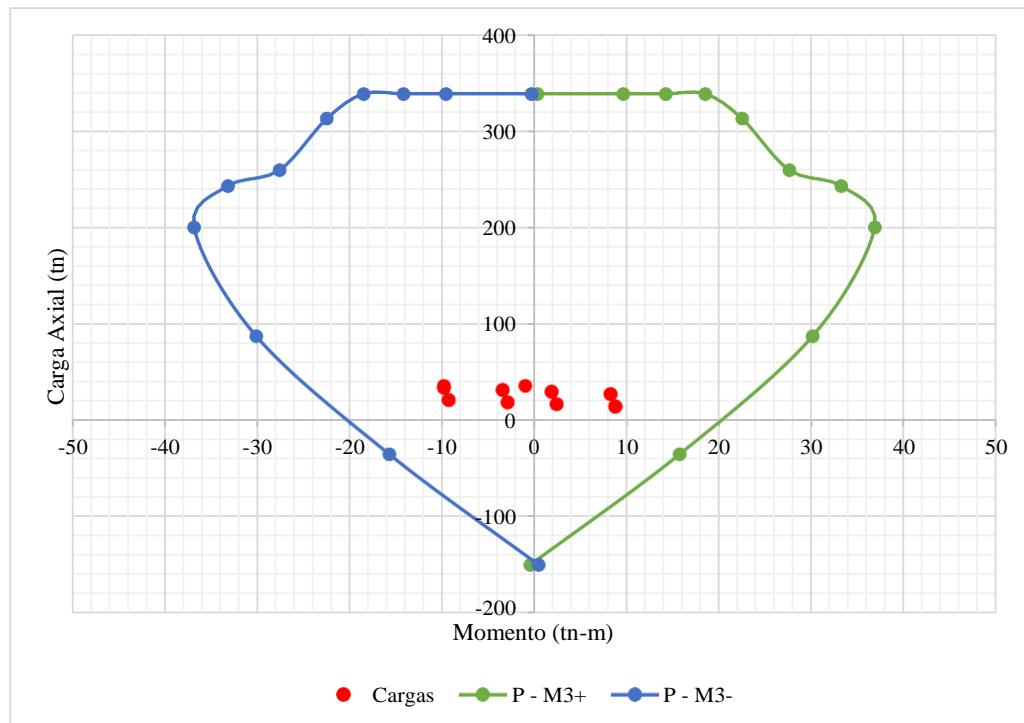
$14 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 39.90 \text{ cm}^2$

Datos para diagrama de interacción :

PUNTO	P (tn)	M3+ (tn-m)	M3- (tn-m)
1	338.362	0.313	-0.313
2	338.362	9.588	-9.588
3	338.362	14.180	-14.180
4	338.362	18.482	-18.482
5	312.712	22.453	-22.453
6	259.152	27.575	-27.575
7	242.855	33.161	-33.161
8	200.003	36.808	-36.808
9	87.151	30.098	-30.098
10	-35.443	15.701	-15.701
11	-150.224	-0.453	0.453

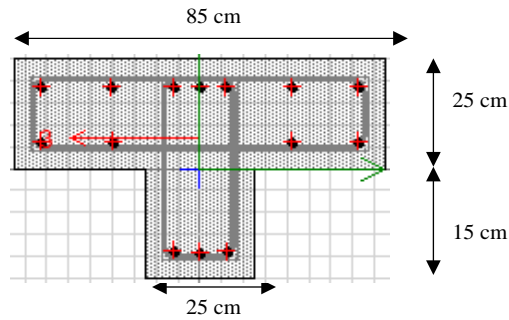
Combinaciones de carga :

COMB.	P (tn)	M3 (tn-m)
1.4D+1.7L	35.675	-0.998
1.25(D+L)+SX	31.431	-3.449
1.25(D+L)+SY	33.885	-9.810
1.25(D+L)-SX	31.431	-3.449
1.25(D+L)-SY	33.885	-9.810
0.9D+SX	18.420	-2.911
0.9D-SX	18.420	-2.911
0.9D+SY	20.873	-9.272
0.9D-SY	20.873	-9.272



▪ **Columna reforzada, sección T (X-X):**

ubicada en los ejes (C- 2) y (C - 6).



Área de acero existente:

$$A_s = 6 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 17.10 \text{ cm}^2$$

Área de acero a adicionar:

$$A_s = 8 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 22.80 \text{ cm}^2$$

Cuantía de 1.33%:

Área de acero total :

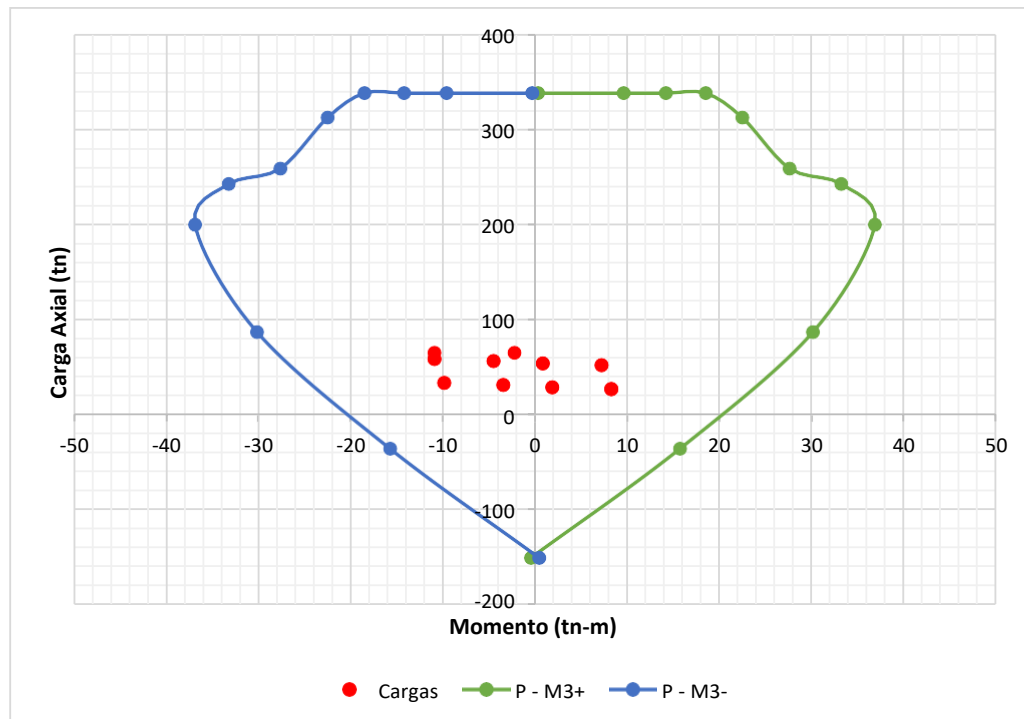
$14 \text{ } \varnothing \text{ } 3/4'' = 39.90 \text{ cm}^2$

Datos para diagrama de interacción :

PUNTO	P (tn)	M3+ (tn-m)	M3- (tn-m)
1	338.362	0.313	-0.313
2	338.362	9.588	-9.588
3	338.362	14.180	-14.180
4	338.362	18.482	-18.482
5	312.712	22.453	-22.453
6	259.152	27.575	-27.575
7	242.855	33.161	-33.161
8	200.003	36.808	-36.808
9	87.151	30.098	-30.098
10	-35.443	15.701	-15.701
11	-150.224	-0.453	0.453

Combinaciones de carga :

COMB.	P (tn)	M3 (tn-m)
1.4D+1.7L	65.480	-2.237
1.25(D+L)+SX	56.815	-4.500
1.25(D+L)+SY	58.846	-10.887
1.25(D+L)-SX	56.815	-4.500
1.25(D+L)-SY	58.846	-10.887
0.9D+SX	31.660	-3.450
0.9D-SX	31.660	-3.450
0.9D+SY	33.691	-9.836
0.9D-SY	33.691	-9.836



ANEXO N° 15

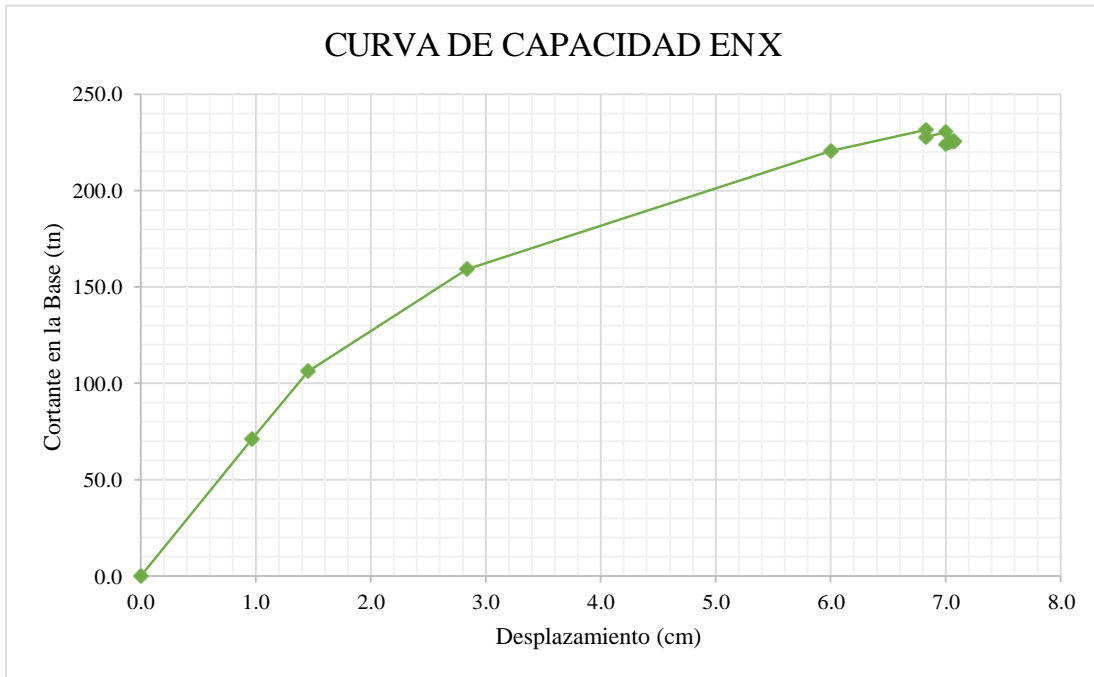
CAPACIDAD

SISMORRESISTENTE DE LA ESTRUCTURA REFORZADA

CAPACIDAD SISMORRESISTENTE - ESTRUCTURA REFORZADA

CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA: X-X

PUNTO	V (tn)	Δ (m)	Δ (cm)
0	0.000	0.000	0.000
1	71.028	0.010	0.965
2	106.097	0.015	1.455
3	159.114	0.028	2.834
4	220.527	0.060	6.002
5	231.528	0.068	6.825
6	227.768	0.068	6.826
7	230.438	0.070	7.002
8	223.923	0.070	7.003
9	224.941	0.070	7.031
10	225.436	0.071	7.059
11	225.414	0.071	7.063
12	225.537	0.071	7.071
13	225.530	0.071	7.073
14	225.530	0.071	7.073



CONVERSION A UN ESPECTRO DE CAPACIDAD:

N°	W (kg)	\emptyset (cm)	W* \emptyset (kg-cm)	(W* \emptyset)/g	(W* \emptyset^2) (kg-cm ²)	(W* \emptyset^2)/g (kg-cm ²)	W/g
2	153625.3	0.588253	90370.55	9212.084	53160.75	5419.037084	15660.07
1	211288.2	0.411747	86997.25	8868.222	35820.85	3651.462889	21538.04
	364913.5			18080.31		9070.499973	37198.11

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g}$$

$$PF_1 = 1.993309$$

$$\alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (v_{i1} \psi_{i1}) / g]^2}{(\sum_{i=1}^N (W_i / g)) [\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g]}$$

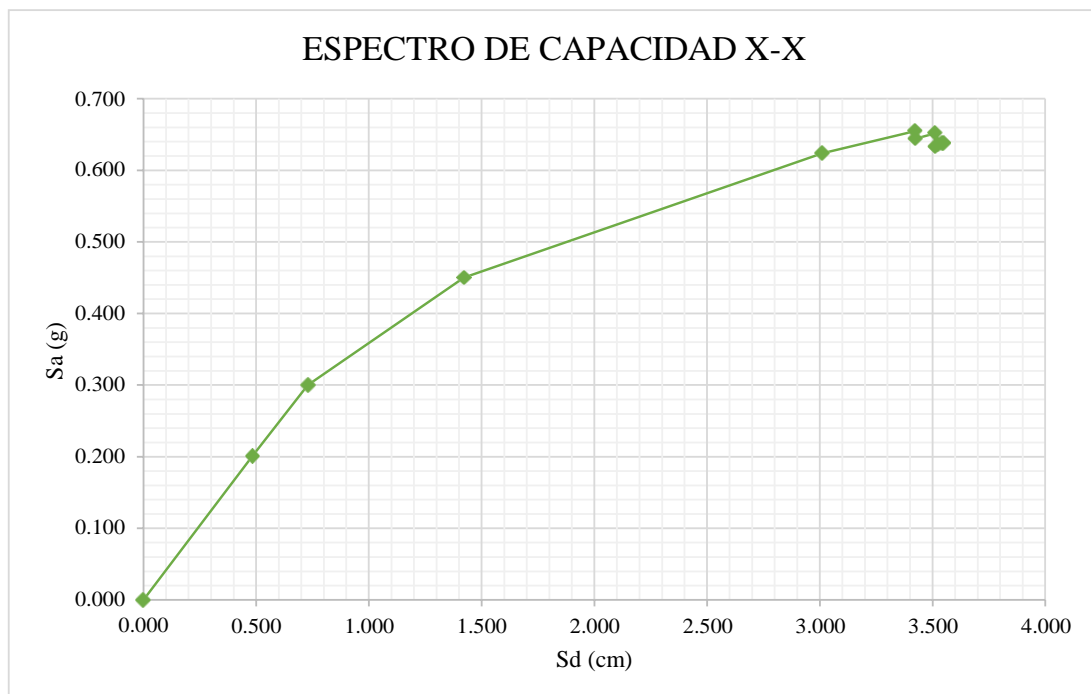
$$\alpha_1 = 0.968856$$

Una vez calculado el factor de participación modal (PF_1) y el coeficiente modal de masa para el primer modo natural (α_1), se calcula el espectro de capacidad en la dirección X:

$$Sd_i = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1}$$

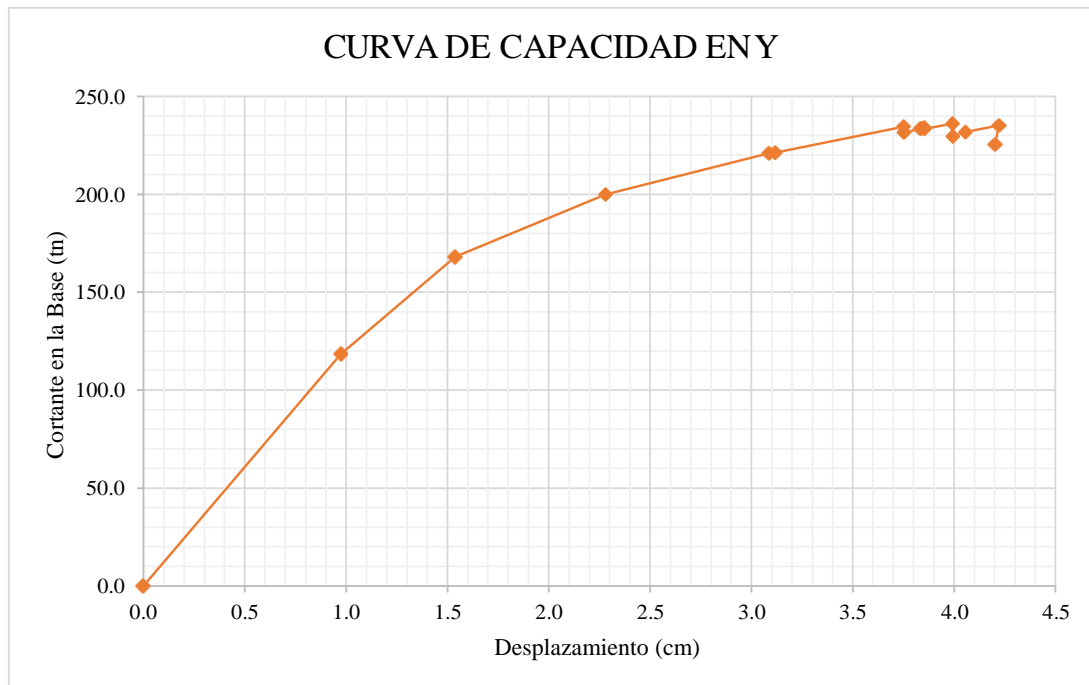
$$Sa_i = \frac{V_{i,w}}{a_1}$$

PUNTO	Sd	Sa
0	0.000	0.000
1	0.484	0.201
2	0.730	0.300
3	1.422	0.450
4	3.011	0.624
5	3.424	0.655
6	3.425	0.644
7	3.513	0.652
8	3.513	0.633
9	3.527	0.636
10	3.542	0.638
11	3.543	0.638
12	3.547	0.638
13	3.548	0.638
14	3.548	0.638



CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA: Y-Y

N°	V (tn)	Δ (m)	Δ (cm)
0	0.000	0.000	0.000
1	118.361	0.010	0.973
2	168.158	0.015	1.539
3	199.910	0.023	2.281
4	221.093	0.031	3.089
5	221.302	0.031	3.118
6	234.541	0.038	3.753
7	231.541	0.038	3.753
8	233.552	0.038	3.832
9	233.552	0.038	3.832
10	233.389	0.038	3.833
11	234.117	0.038	3.850
12	233.363	0.039	3.851
13	236.115	0.040	3.993
14	229.752	0.040	3.994
15	231.829	0.041	4.055
16	235.173	0.042	4.220
17	225.756	0.042	4.203



CONVERSION A UN ESPECTRO DE CAPACIDAD:

N°	W (kg)	\emptyset (cm)	$W*\emptyset$ (kg-cm)	$(W*\emptyset)/g$	$(W*\emptyset^2)$ (kg-cm ²)	$(W*\emptyset^2)/g$ (kg-cm ²)	W/g
2	153625.3	0.878304	134929.7	13754.3	118509.3	12080.45544	15660.07
1	211288.2	0.846961	178952.9	18241.88	151566.1	15450.16583	21538.04
	364913.5			31996.18		27530.62127	37198.11

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1})^2 / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g}$$

$$\alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (W_i \psi_{i1}) / g]^2}{(\sum_{i=1}^N (W_i) g) [\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g]}$$

PF₁ = 1.162203

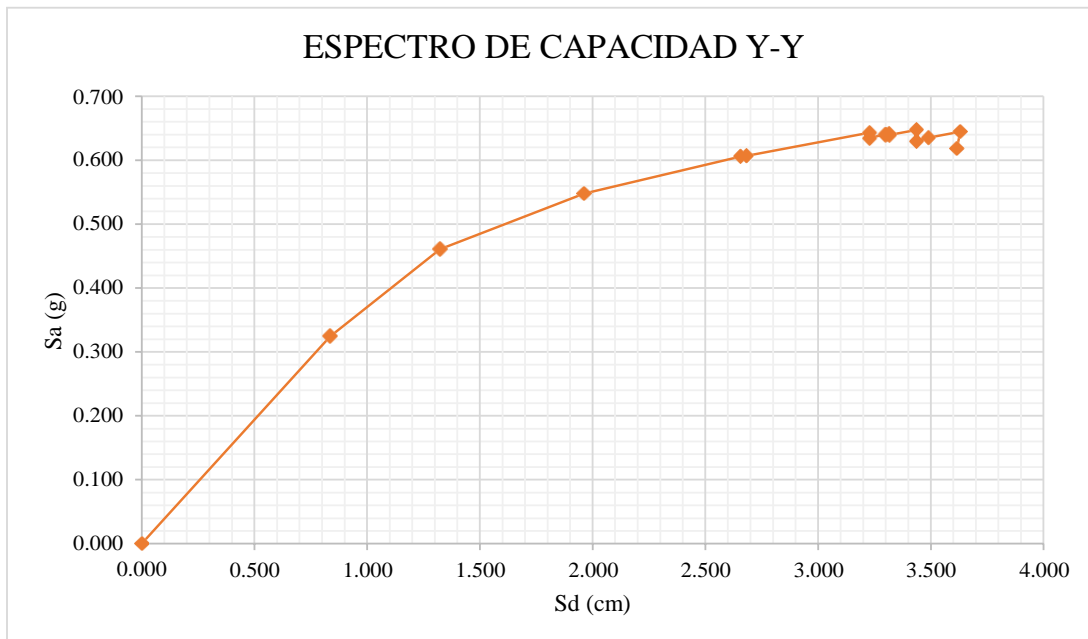
a₁ = 0.999676

Una vez calculado el factor de participación modal (PF₁) y el coeficiente modal de masa para el primer modo natural (α₁), se calcula el espectro de capacidad en la dirección X:

$$Sd_i = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1}$$

$$Sa_i = \frac{V_i \square W}{a_1}$$

PUNTO	Sd	Sa
0	0.000	0.000
1	0.837	0.324
2	1.324	0.461
3	1.962	0.548
4	2.658	0.606
5	2.682	0.607
6	3.229	0.643
7	3.230	0.635
8	3.297	0.640
9	3.297	0.640
10	3.298	0.640
11	3.313	0.642
12	3.314	0.640
13	3.436	0.647
14	3.437	0.630
15	3.489	0.636
16	3.631	0.645
17	3.616	0.619



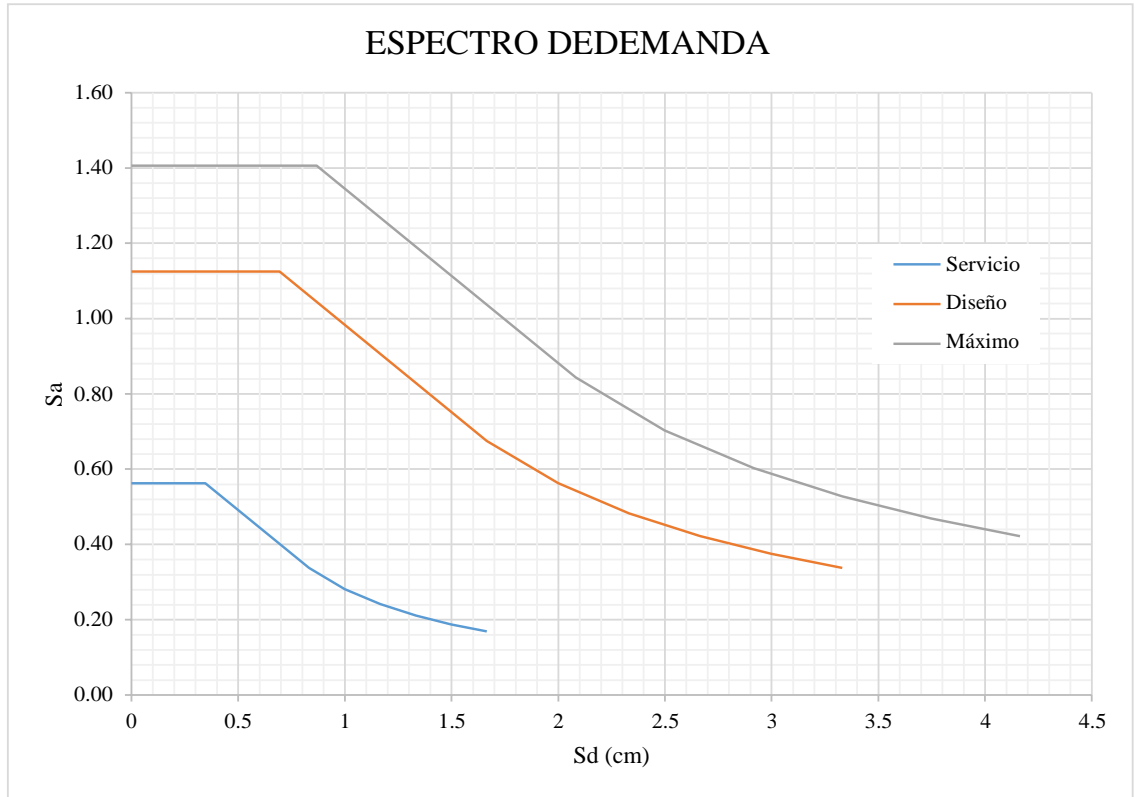
ANEXO N° 16

DESEMPEÑO SISMICO DE LA ESTRUCTURA REFORZADA

DESEMPEÑO SISMICO - ESTRUCTURA REFORZADA

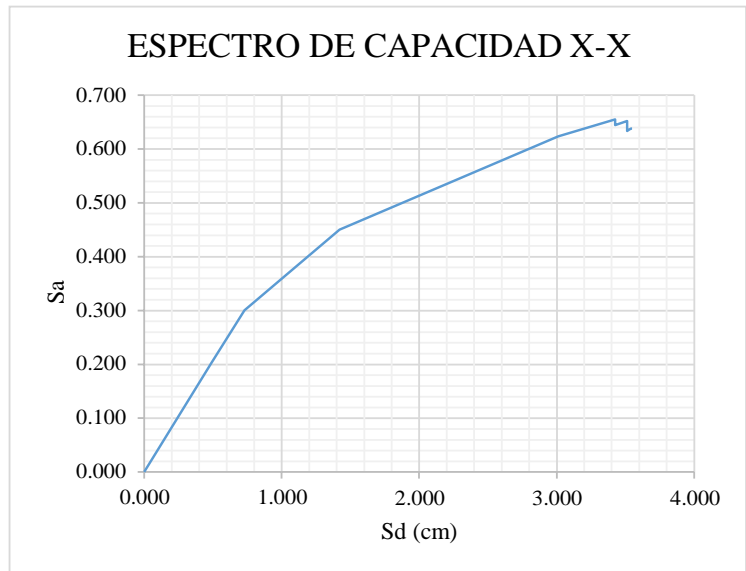
METODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD: ATC-40

- **Espectro de demanda:**

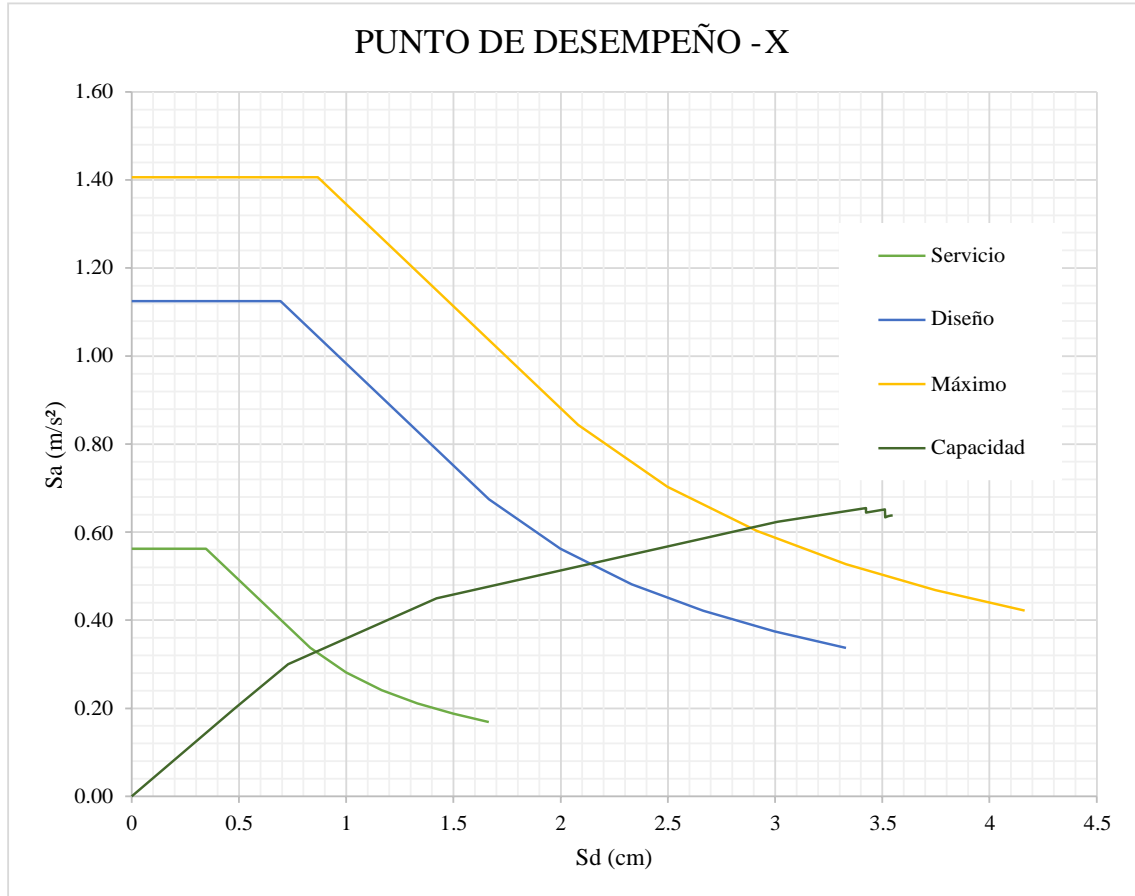


- **Espectro de capacidad: X-X**

Sd	Sa
0.000	0.000
0.484	0.201
0.730	0.300
1.422	0.450
3.011	0.624
3.424	0.655
3.425	0.644
3.513	0.652
3.513	0.633
3.527	0.636
3.542	0.638
3.543	0.638
3.547	0.638
3.548	0.638
3.548	0.638



▪ Punto de desempeño en la dirección X-X



▪ Sectorización del desempeño en la dirección X-X

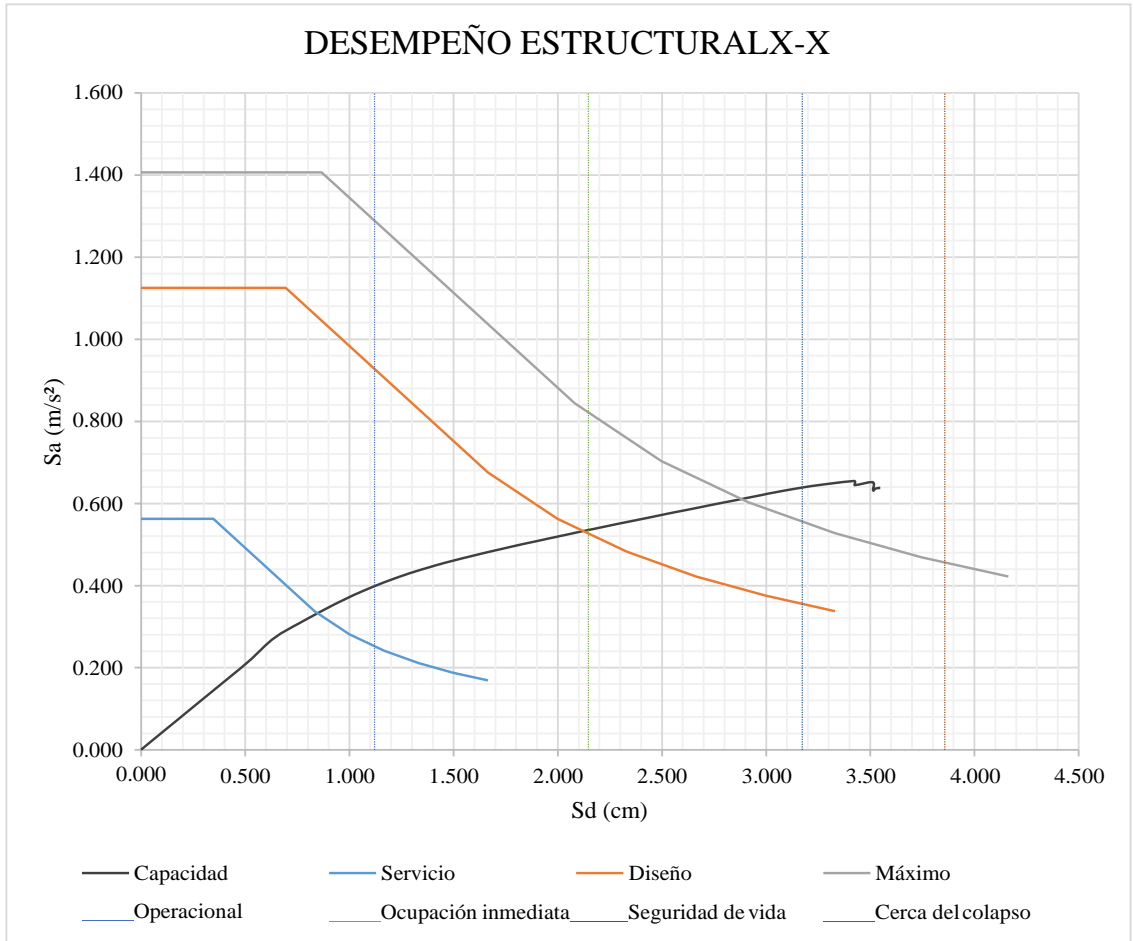
NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	ΔFE
Ocupación inmediata	ΔFE	$\Delta FE + 0.30\Delta P$
Seguridad de vida	$\Delta FE + 0.30\Delta P$	$\Delta FE + 0.60\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.60\Delta P$	$\Delta FE + 0.80\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.80\Delta P$	$\Delta FE + \Delta P$

$$\Delta FE = 1.120$$

$$\Delta P = 3.422$$

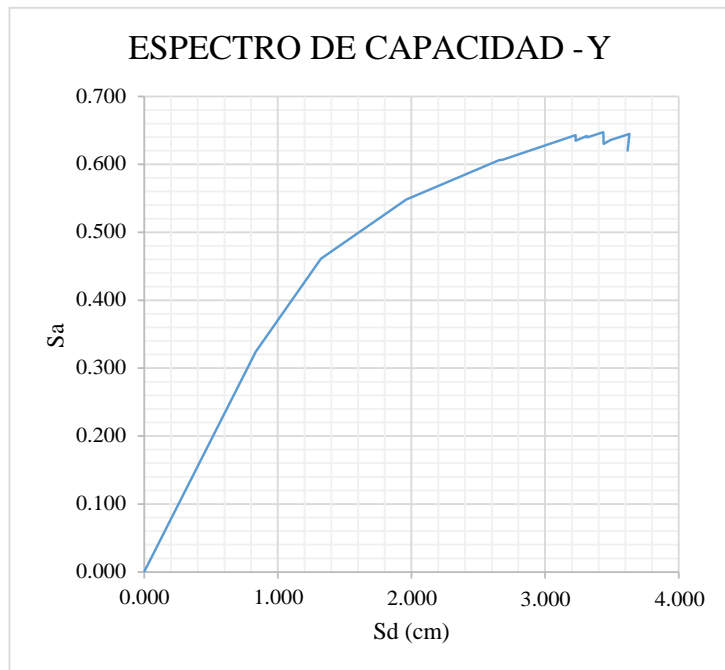
DESEMPEÑO	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	1.120
Ocupación inmediata	1.120	2.1466
Seguridad de vida	2.1466	3.1732
Cerca del colapso	3.1732	3.8576
Colapso	3.8576	4.542

▪ Sectorización de la curva de capacidad en la dirección X-X



▪ Espectro de capacidad: Y-Y

S_d	S_a
0.000	0.000
0.837	0.324
1.324	0.461
1.962	0.548
2.658	0.606
2.682	0.607
3.229	0.643
3.230	0.635
3.297	0.640
3.297	0.640
3.298	0.640
3.313	0.642
3.314	0.640
3.436	0.647
3.437	0.630
3.489	0.636
3.631	0.645
3.616	0.619



▪ Punto de desempeño en la dirección Y-Y

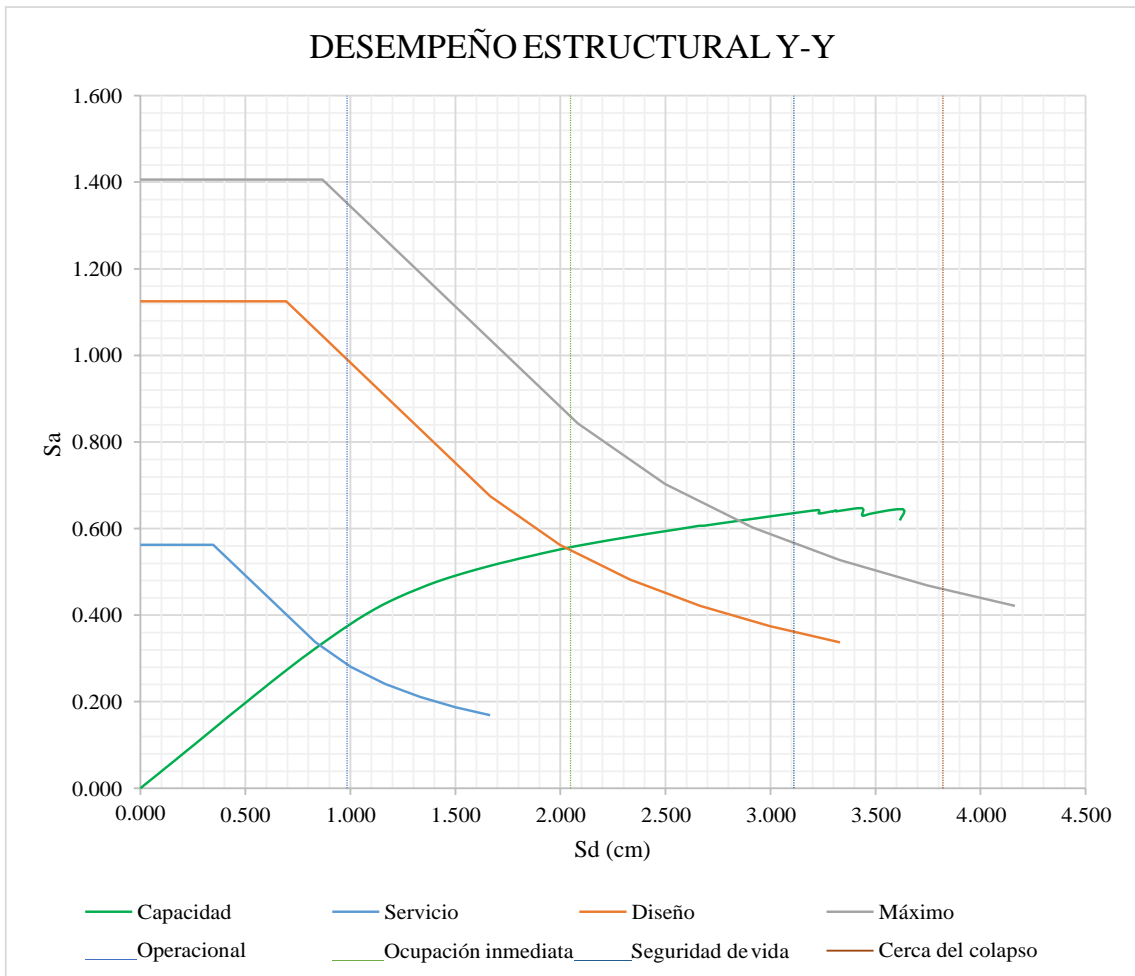
NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	ΔFE
Ocupación inmediata	ΔFE	$\Delta FE + 0.30\Delta P$
Seguridad de vida	$\Delta FE + 0.30\Delta P$	$\Delta FE + 0.60\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.60\Delta P$	$\Delta FE + 0.80\Delta P$
Cerca del colapso	$\Delta FE + 0.80\Delta P$	$\Delta FE + \Delta P$

$\Delta FE = 0.983$

$\Delta P = 3.546$

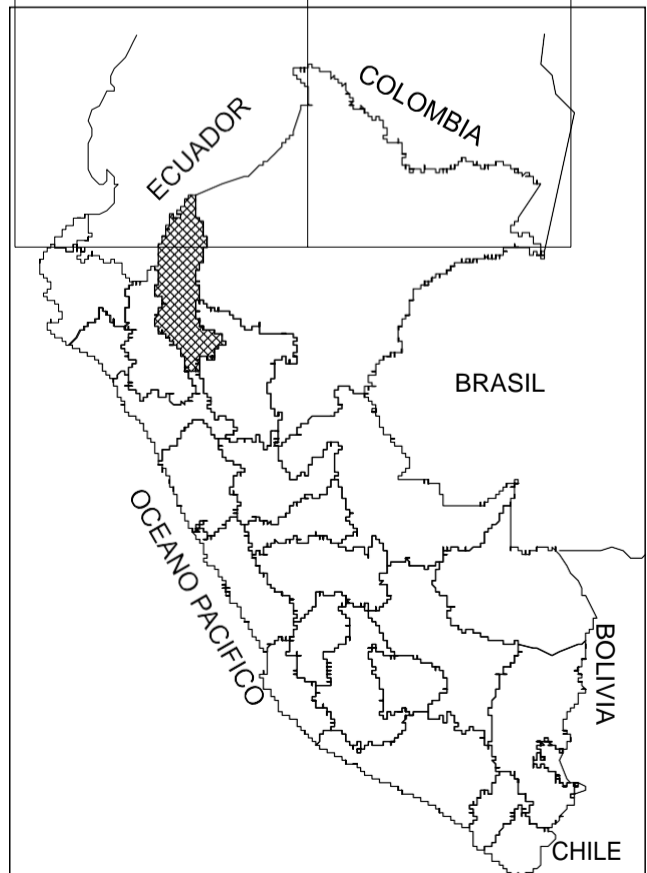
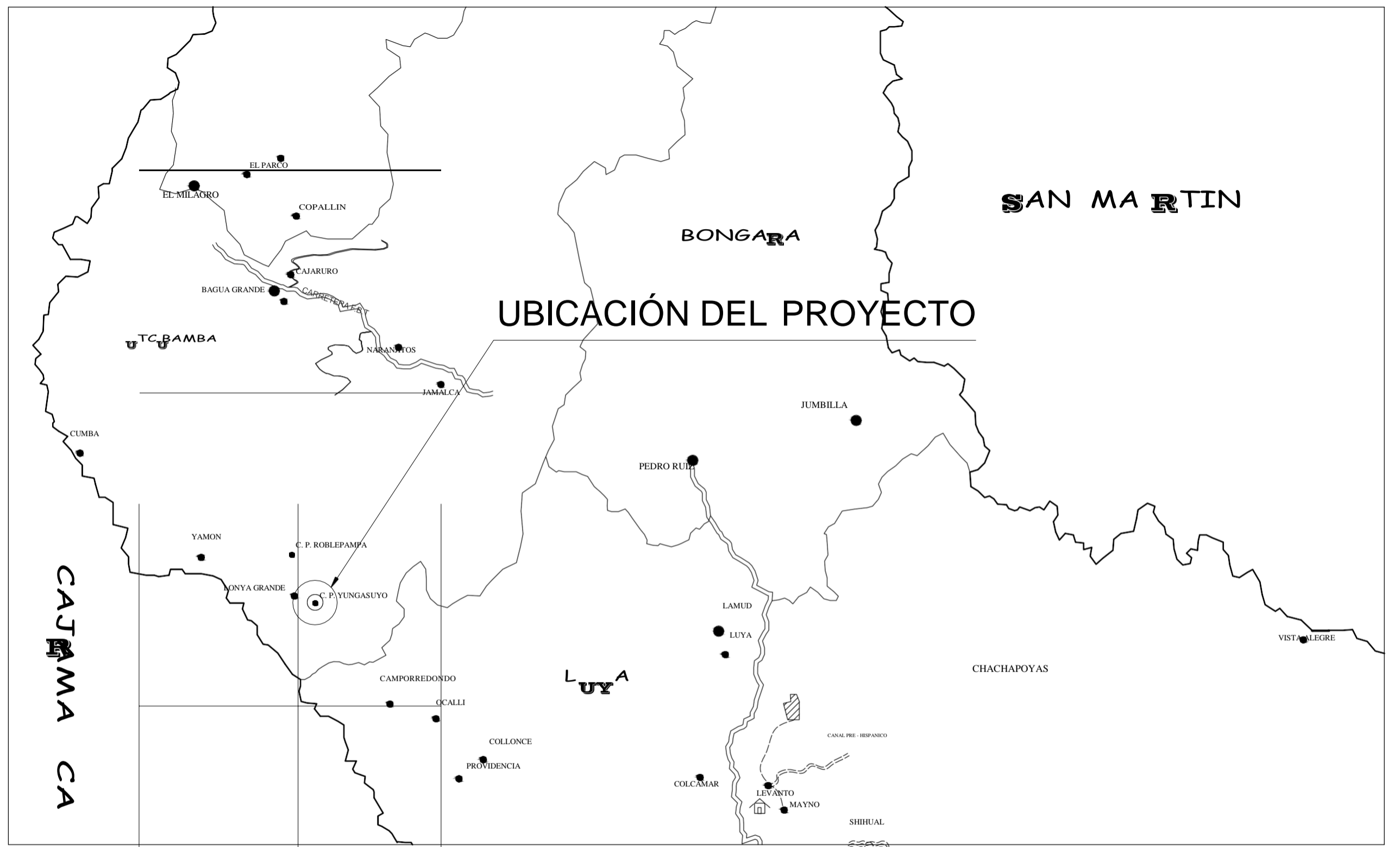
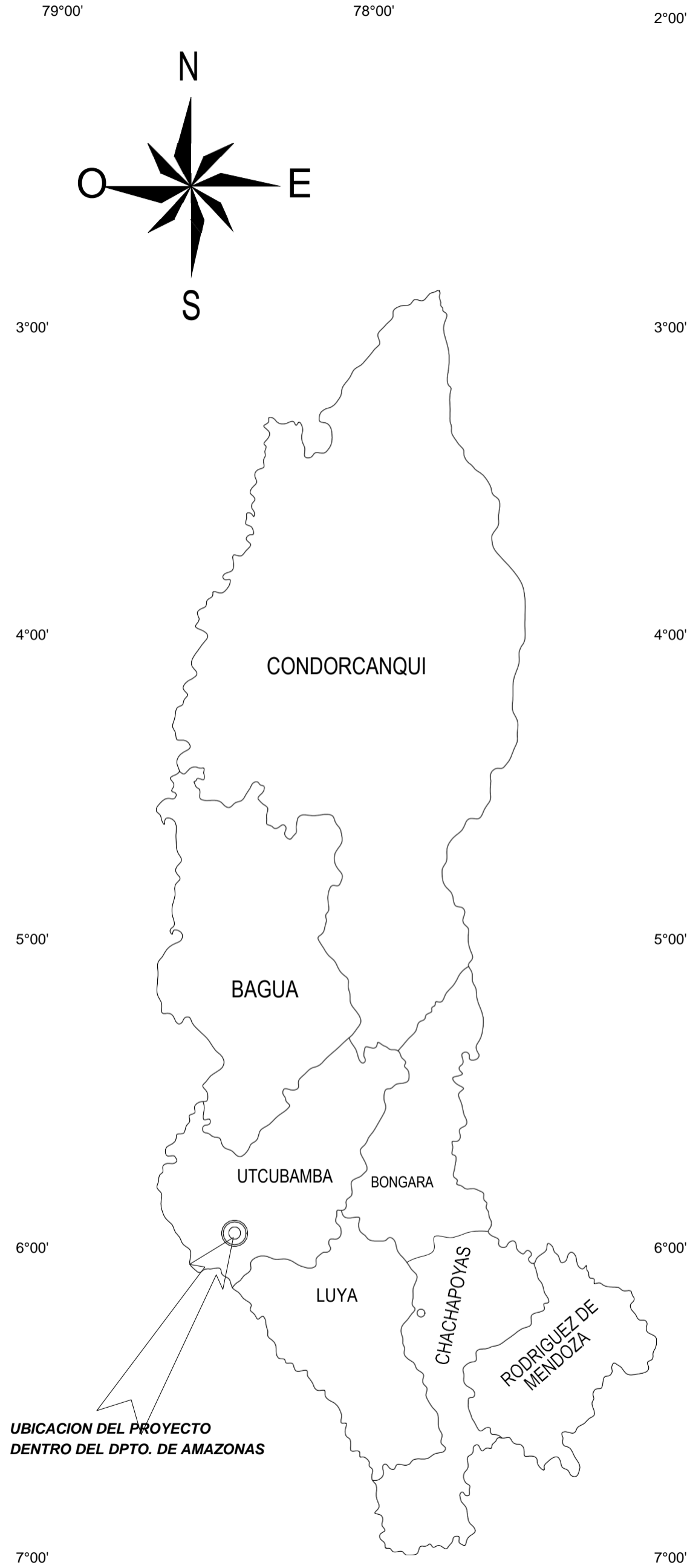
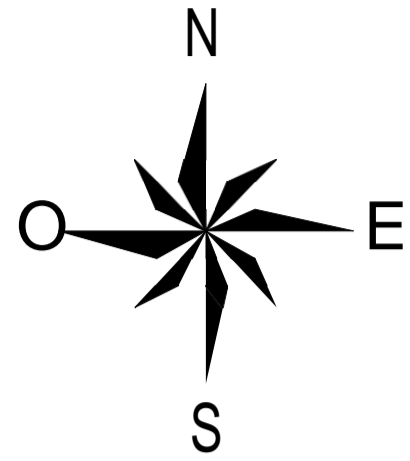
NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO	
	Limite inferior	Limite Superior
Operacional	0	0.983
Ocupación inmediata	0.983	2.0471
Seguridad de vida	2.0471	3.1109
Cerca del colapso	3.1109	3.8201
Colapso	3.8201	4.529

▪ Punto de desempeño en la dirección Y-Y



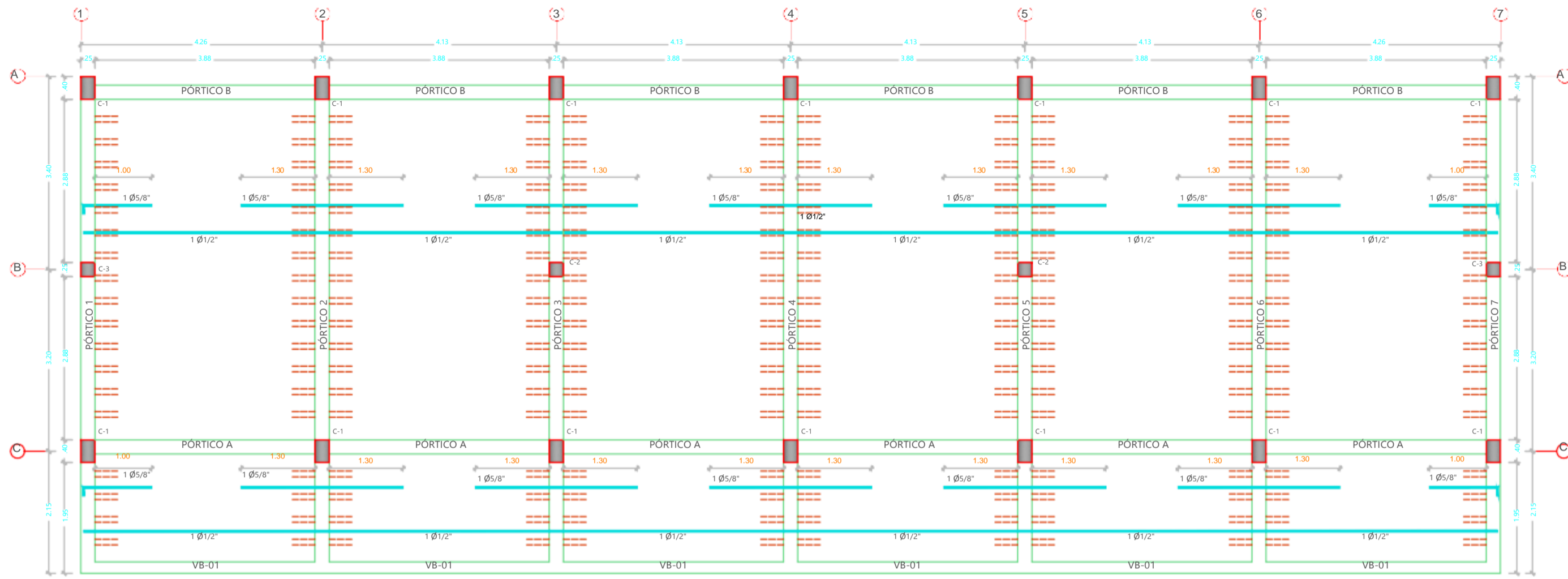
ANEXO N° 17

PLANOS ORIGINALES

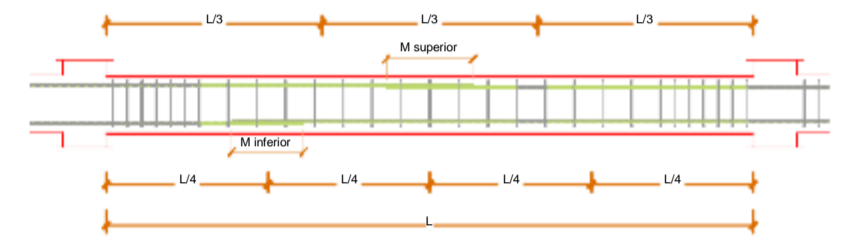
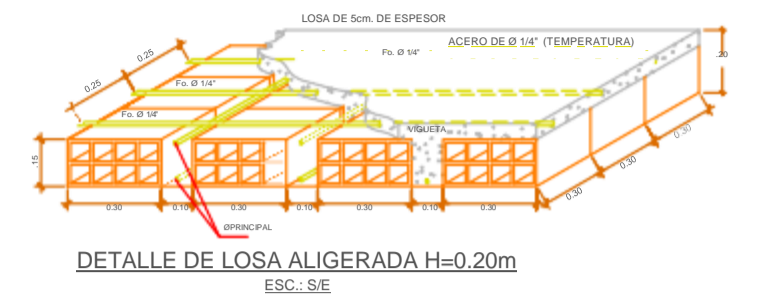


LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN AMAZONAS EN EL AMBITO NACIONAL DEL PERU

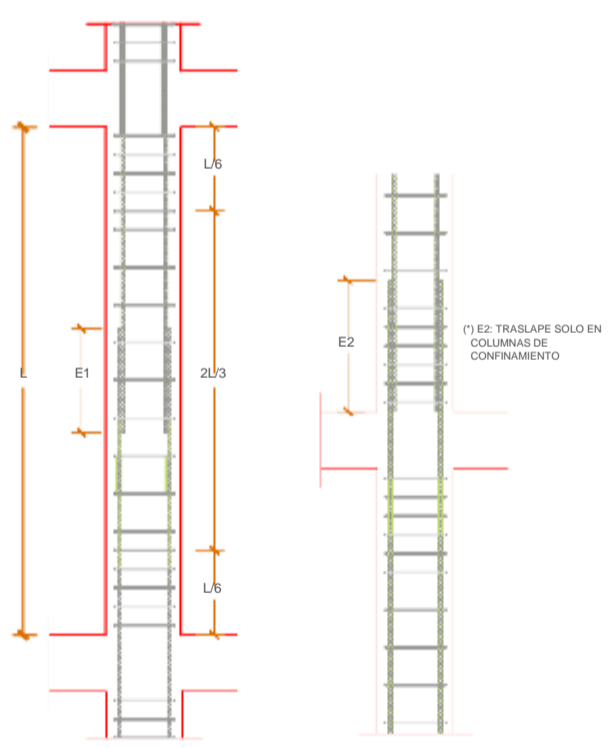
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: "Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Región Amazonas".					
ALUMNO: Fernandez Hoyos Waldirsays					
ASESORES: -Mg. José Miguel Berrú Camino -Mg. Julio César Benites Chero	LÁMINA N°: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">U-01</div>				
UBICACIÓN: LOCALIDAD : Yungasuyo DISTRITO : Lonya Grande PROVINCIA : Utcubamba REGIÓN : Amazonas	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PLANO: UBICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>FECHA: Julio, 2018</td> <td>ESCALA: 1:750</td> </tr> </table>	PLANO: UBICACIÓN		FECHA: Julio, 2018	ESCALA: 1:750
PLANO: UBICACIÓN					
FECHA: Julio, 2018	ESCALA: 1:750				



LOSA ALIGERADA - PRIMER NIVEL
(h= 0.20 m)



CUADRO DE COLUMNAS			
ESCALA 1:20			
TIPO	C-1 (0.25x0.40)	C-2 (0.25x0.25)	C-3 (0.25x0.25)
SECCIÓN			
ESTRIBOS	3/8" x 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	3/8" x 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	3/8" x 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO σ = 1.18 Kg/cm ² (VER ESTUDIO DE SUELOS) Df = 1.50 m	
CONCRETO SOLADO 4" 1:10 (CEMENTO - HORMIGON) ZAPATAS f _c = 175 Kg/cm ² RESTO DE ELEMENTOS f _c = 210 Kg/cm ²	
ACERO ASTM A - 615 GRADO 60 CORRUGADO f _y = 4,200 Kg/cm ²	
CEMENTO PORTLAND TIPO I: EN GENERAL CEMENTO PORTLAND TIPO MS PARA ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL TERRENO	
SOBRECARGAS AULAS: S/C = 300 kg/m ² PASADIZO DE CIRCULACIÓN: S/C = 400 kg/m ²	
RECUBRIMIENTOS COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4.0 cm. ALIGERADO Y VIGAS CHATAS 2.0 cm. ESCALERAS 2.0 cm. CIMENTACION 7.5 cm.	
ALBAÑILERIA TODAS LAS UNIDADES QUE CONFORMAN LA TABIQUERIA, DEBERAN USAR LADRILLO PANDERETA	
NORMAS DE DISEÑO CARGAS E-020 DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030 DISEÑO DE CONCRETO ARMADO E-060 SUELOS Y CIMENTACIONES E-050 ALBAÑILERIA E-070	
PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE FACTOR DE ZONA Z=0.30 FACTOR DE USO U=1.50 FACTOR DE SUELO S=1.40 T _p =1.0 COEFICIENTE DE REDUCCION R _x =8.00 R _y =8.00	

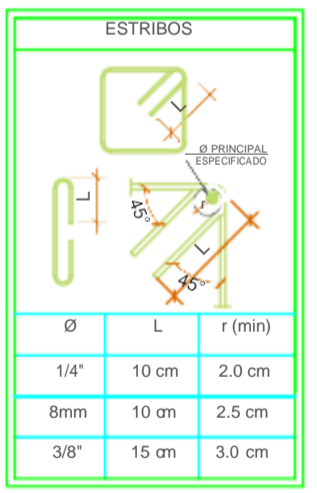
VALORES DE "M"		
Ø ACERO Pulg.	M inferior cm.	M superior cm.
3/8"	40.00	45.00
1/2"	40.00	50.00
5/8"	50.00	60.00
3/4"	60.00	75.00
1"	100.00	130.00

NOTA:
1. CUANDO SON VARILLAS DE DIFERENTE Ø SE TOMARA EL VALOR MAYOR.
2. NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCIÓN.
3. EN CASOS DE VIGAS EMPALMADAS EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 20% CONSIDERANDO AL PROYECTO.
4. PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INTERIOR DE EMPALMADO SOBRE LOS EMPALMES DEBEN AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME 50% PARA 2Ø" Y 75% PARA 1Ø" Y 3Ø".

DETALLE DE CONFINAMIENTO DE MUROS			
ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN		
	Ø	ESTRIBOS	OBSERVACIONES
	4 Ø3/8"	1/4":1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 4 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	Se ubica en la parte superior de los muros y en los muros que tienen vanos de ventanas.
	4 Ø3/8"	1/4":1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 4 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	Se ubica al costado de las columnas y entre dos columnas dependiendo de la distancia entre ellas. Están separadas por una junta de dilatación e = 1".

LONGITUD DE EMPALME		
Ø ACERO Pulg.	E1 cm.	E2 cm.
3/8"	40.00	50.00
1/2"	50.00	50.00
5/8"	60.00	60.00
3/4"	75.00	75.00
1"	130.00	100.00

NOTA:
(1) E2: TRASLAPÉ SOLO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO
1. CUANDO SON VARILLAS DE DIFERENTE Ø SE TOMARA EL VALOR MAYOR
2. NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCIÓN
3. LOS EMPALMES "L" SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Región Amazonas".

ALUMNO: Fernandez Hoyos Waldirsays

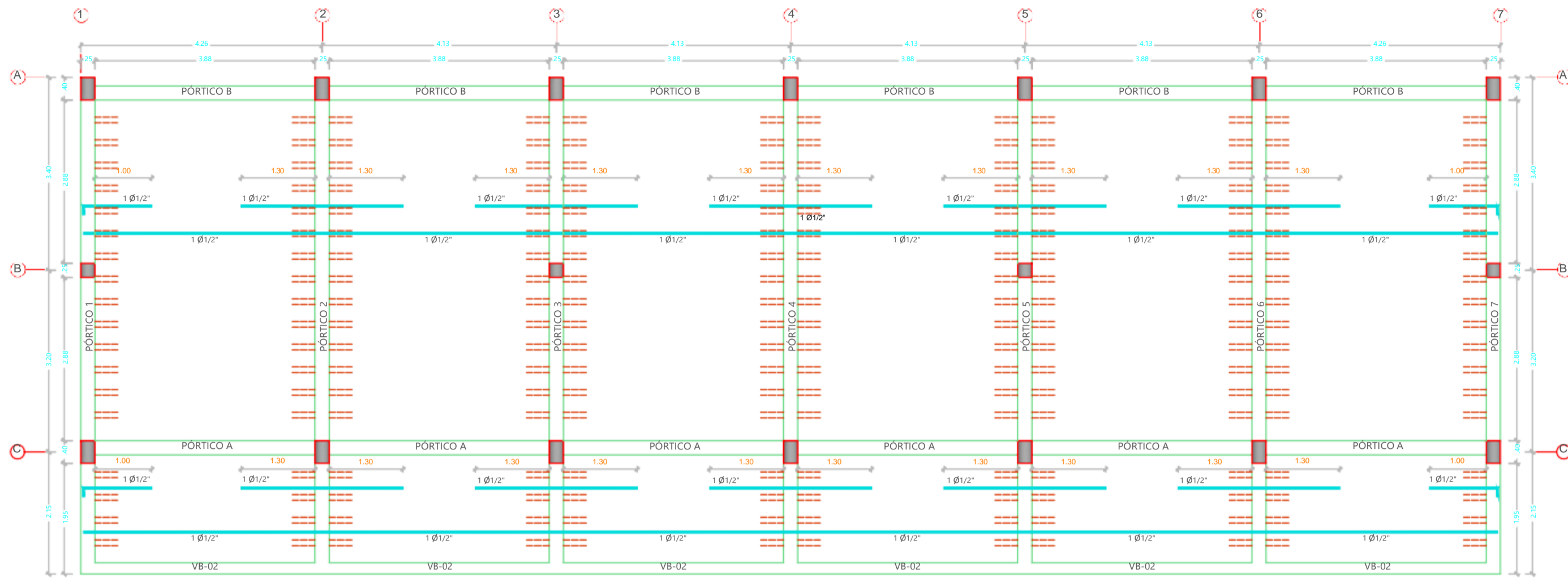
ASESORES: -Mg. José Miguel Berrú Camino
-Mg. Julio César Benites Chero

UBICACIÓN: LOCALIDAD : Yungasuyo
DISTRITO : Lonya Grande
PROVINCIA : Utcubamba
REGIÓN : Amazonas

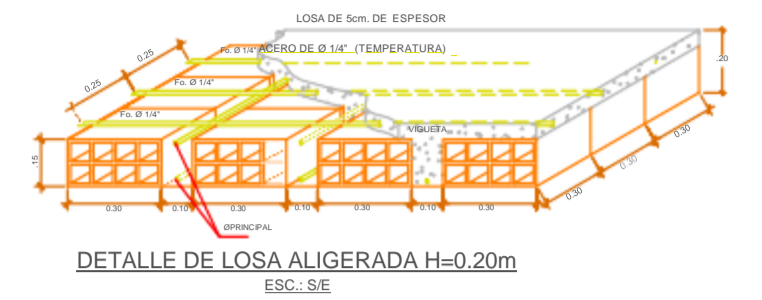
PLANO: ESTRUCTURAS - ALIGERADO 1º NIVEL

FECHA: Julio, 2018 ESCALA: INDICADA

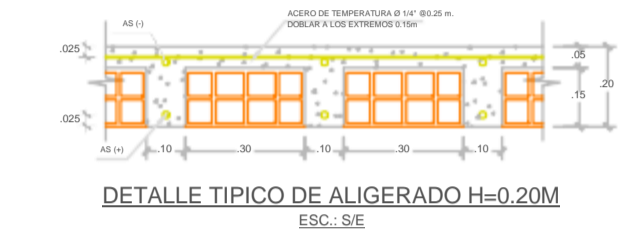
LÁMINA N°: E-01



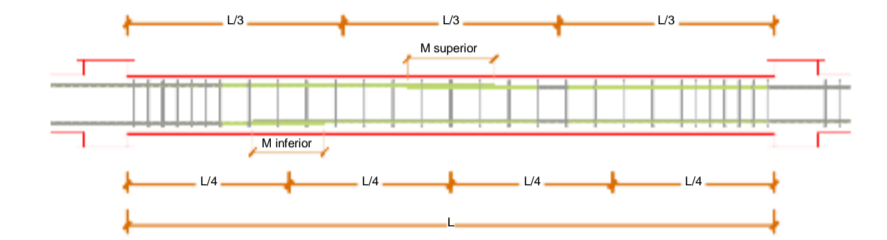
LOSA ALIGERADA - SEGUNDO NIVEL
(h = 0.20 m)



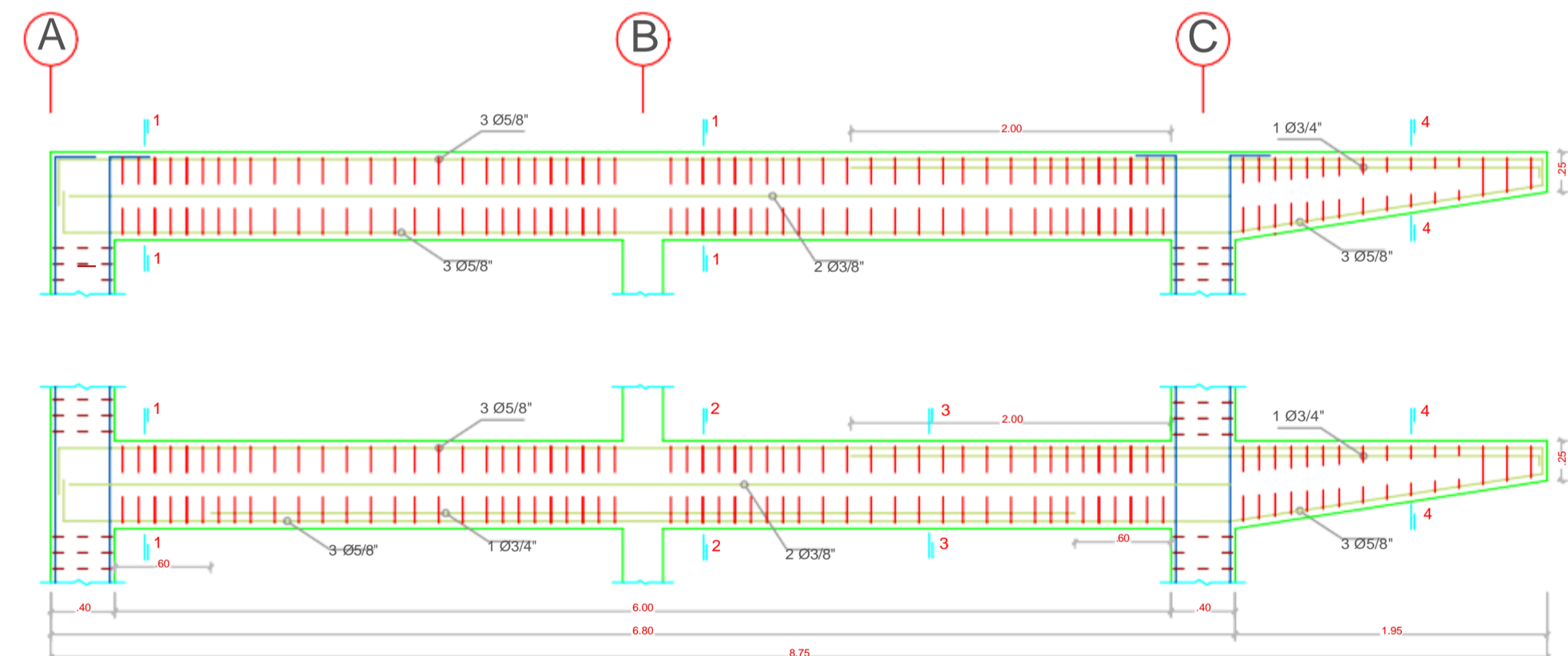
DETALLE DE LOSA ALIGERADA H=0.20m
ESC.: S/E



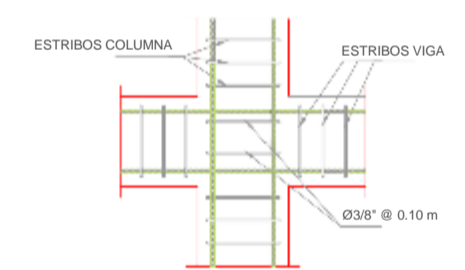
DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO H=0.20m
ESC.: S/E



DETALLE DE LA UBICACIÓN Y LONGITUD DE EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS
ESC.: S/E



PÓRTICOS 1, 3, 5, 7
(Esc.: 1/25)



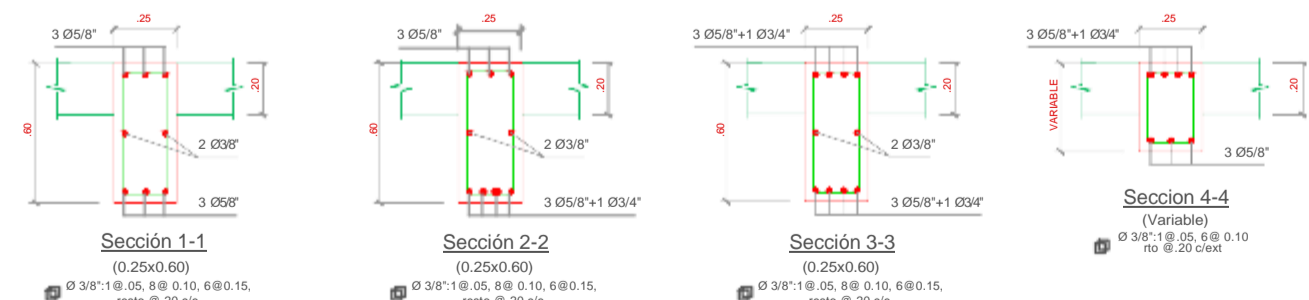
DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA COLUMNA
ESC.: S/E

VALORES DE "M"		
Ø ACERO	M inferior	M superior
3/8"	40.00	40.00
1/2"	40.00	50.00
5/8"	50.00	60.00
3/4"	60.00	75.00
1"	100.00	130.00

NOTA:
1. CUANDO SON VARELLAS DE DIFERENTE Ø SE TOMARÁ EL VALOR MAYOR.
2. NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL ÁREA TOTAL EN UNA SECCIÓN.
3. EN CASOS DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS EMPALMES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 50% (L/2).
4. PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INTERIOR SE EMPALMA SOBRE LOS EMPALMES EN LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25cm PARA Ø3/8" Y 35cm PARA 1/2" Y 5/8".

ESTRIBOS		
Ø	L	r (min)
1/4"	10 cm	2.0 cm
8mm	10 cm	2.5 cm
3/8"	15 cm	3.0 cm

DETALLE DOBLADO DE ESTRIBO
ESC.: S/E



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Región Amazonas".

ALUMNO: Fernandez Hoyos Waldirsays

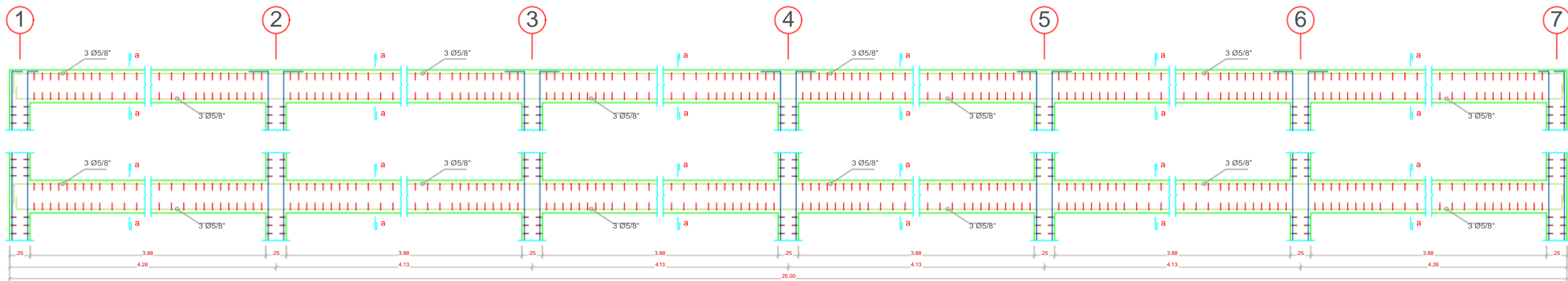
ASESORES: -Mg. José Miguel Berrú Camino
-Mg. Julio César Benites Chero

UBICACIÓN: LOCALIDAD : Yungasuyo
DISTRITO : Lonya Grande
PROVINCIA : Utcubamba
REGIÓN : Amazonas

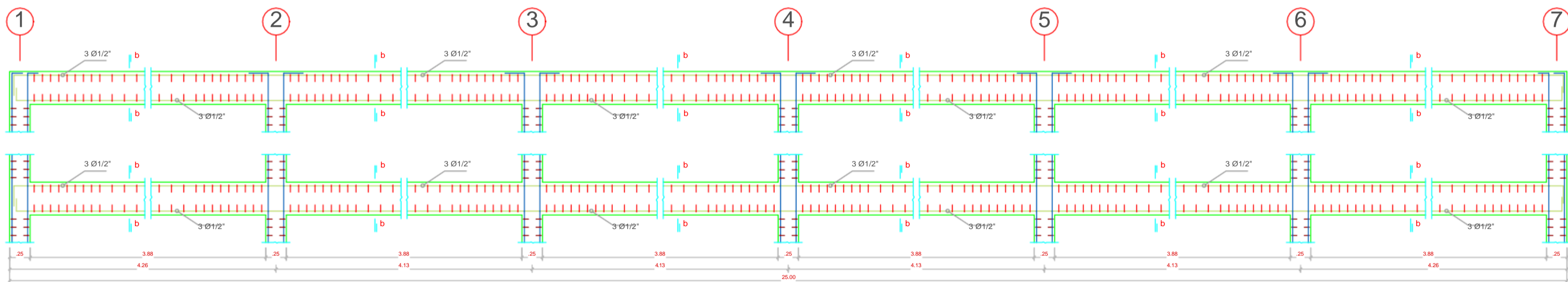
PLANO: **ESTRUCTURAS - ALIGERADO 2º NIVEL**

FECHA: Julio, 2018 ESCALA: INDICADA

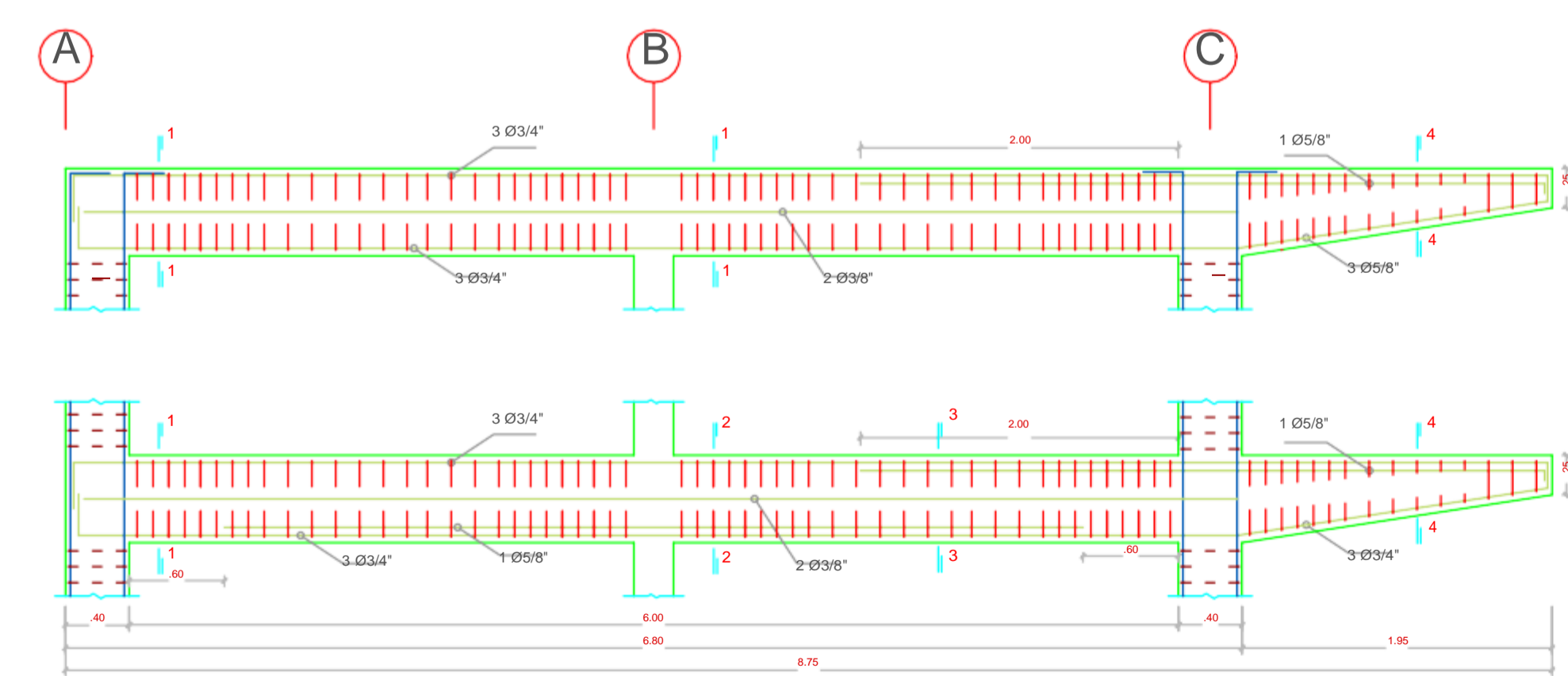
LÁMINA N°: **E-02**



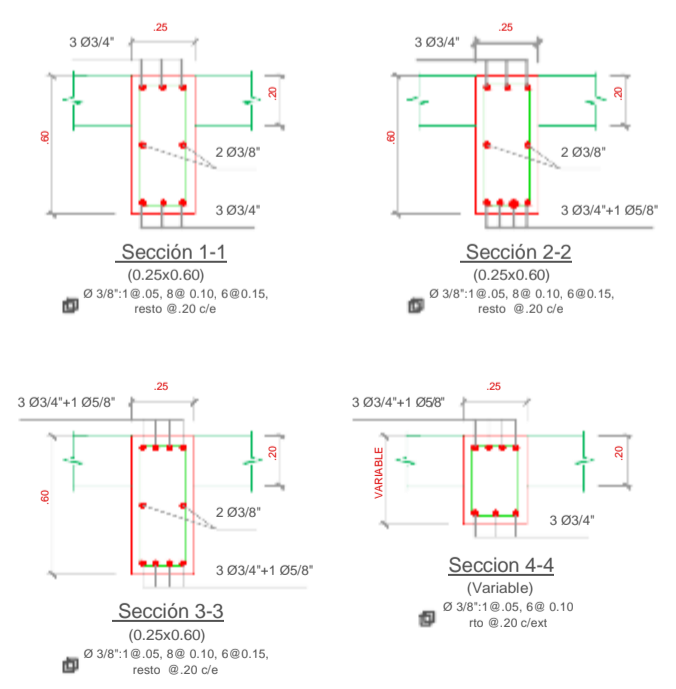
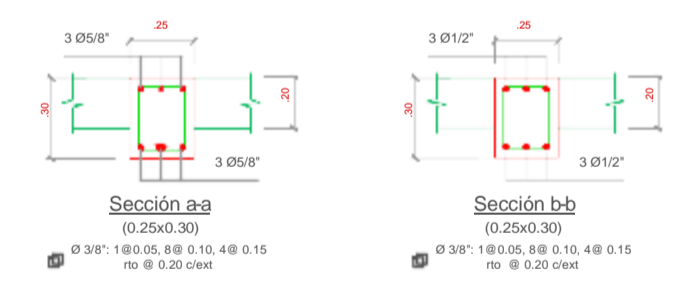
PÓRTICO A
(Escala: 1/25)




PÓRTICO B
(Escala: 1/25)



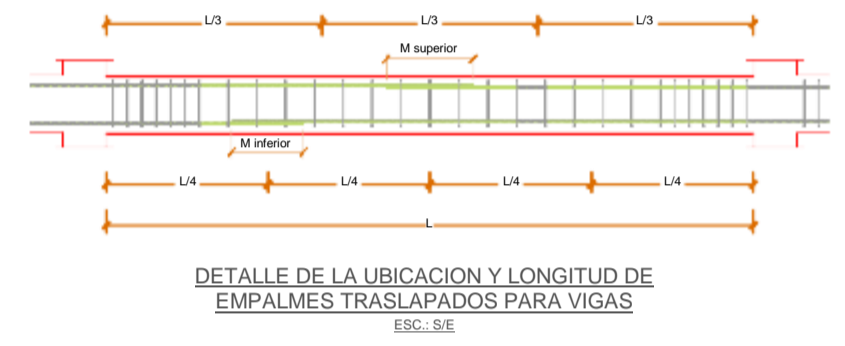
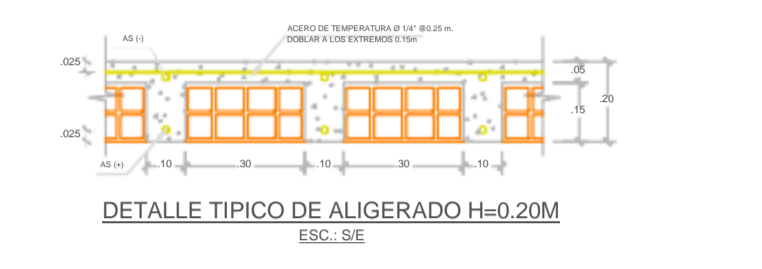
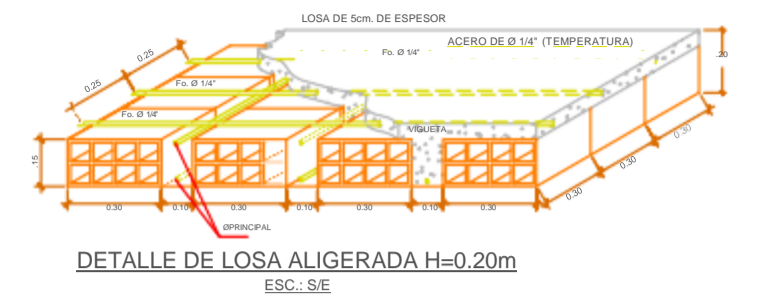
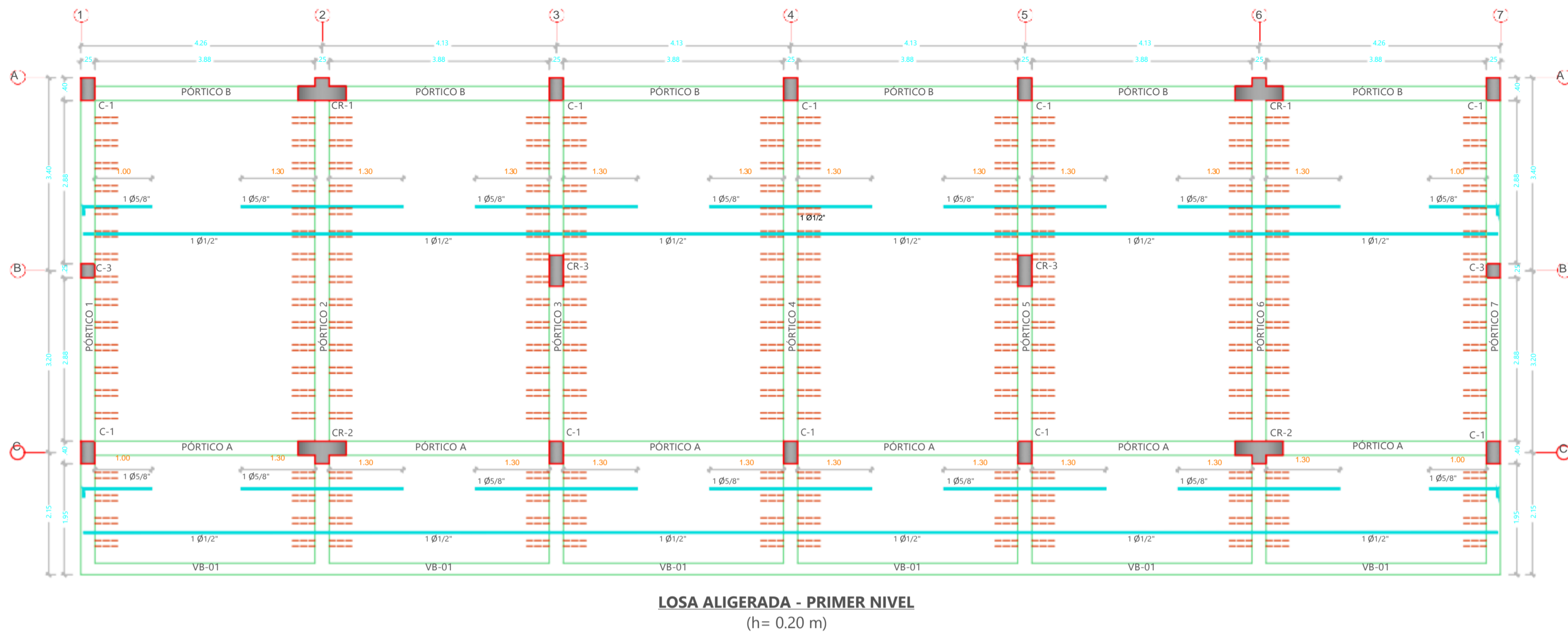
PÓRTICOS 2, 4, 6
(Escala: 1/25)



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Región Amazonas".	
ALUMNO: Fernandez Hoyos Waldirsays	
ASESORES: -Mg. José Miguel Berrú Camino -Mg. Julio César Benites Chero	
UBICACIÓN: LOCALIDAD : Yungasuyo DISTRITO : Lonya Grande PROVINCIA : Utcubamba REGIÓN : Amazonas	PLANO: ESTRUCTURAS - DETALLES DE VIGAS FECHA: Julio, 2018 ESCALA: INDICADA
LÁMINA N°: E-03	

ANEXO N° 18

PLANOS CON PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

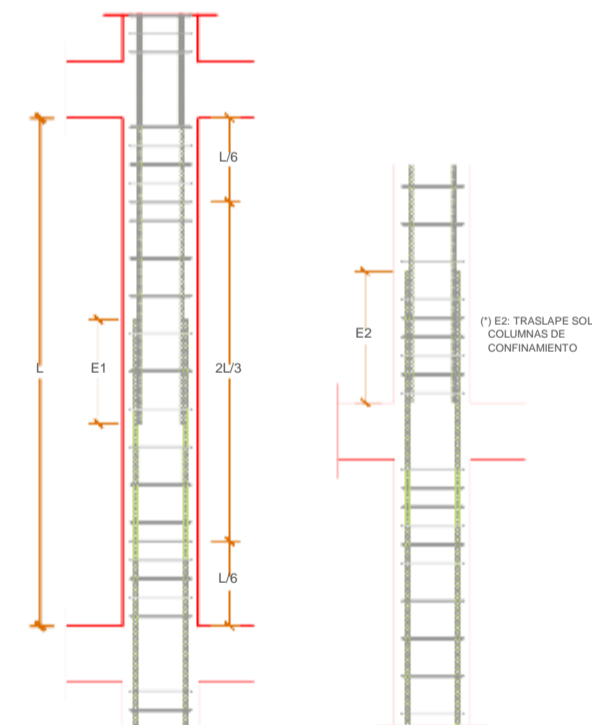


LOSA ALIGERADA - PRIMER NIVEL
(h = 0.20 m)

CUADRO DE COLUMNAS REFORZADAS

ESCALA 1:20

TIPO	CR-3 (0.25x0.55)	CR-1 (T)	CR-2 (T)
SECCIÓN			
ESTRIBOS	3/8" x 2 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	3/8" x 2 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	3/8" x 2 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo



DETALLE DE LA UBICACION Y LONGITUD DE EMPALMES
TRASLAPADOS PARA COLUMNAS
ESC.: S/E

LONGITUD DE EMPALME		
Ø ACERO	E	E2 *
3/8"	40.00	50.00
1/2"	50.00	50.00
5/8"	60.00	60.00
3/4"	75.00	75.00
1"	130.00	100.00

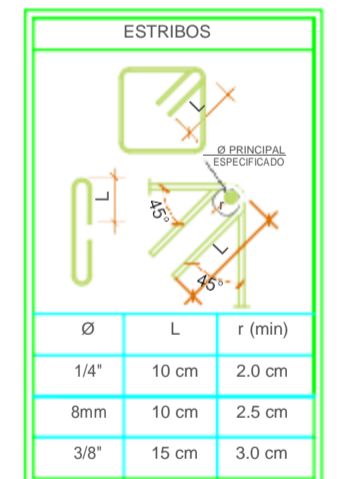
NOTA:
(*) E2: TRASLAPE SOLO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO
1. CUANDO SON VARILLAS DE DIFERENTE Ø SE TOMARA EL VALOR MAXIMO
2. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCION
3. LOS EMPALMES "L" SE UBICARAN EN EL TERCIO CENTRAL

DETALLE DE CONFINAMIENTO DE MUROS

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN		
	Ø	ESTRIBOS	OBSERVACIONES
		1/4" x 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 4 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	Se ubica en la parte superior de los muros y en los muros que tienen vanos de ventanas.
	4 Ø 3/8"	1/4" x 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 4 @ 0.15, rto @ 0.20 c/extremo	Se ubica al costado de las columnas y entre dos columnas dependiendo de la distancia entre ellas. Están separadas por una junta de dilatación e = 1".

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO σ = 1.18 Kg/cm ² (VER ESTUDIO DE SUELOS) Df = 1.50 m	
CONCRETO SOLIDADO 4' 1:10 (CEMENTO : HORMIGON) ZAPATAS f _c = 175 Kg/cm ² RESTO DE ELEMENTOS f _c = 210 Kg/cm ²	
ACERO ASTM A - 615 GRADO 60 CORRUGADO f _y = 4,200 Kg/cm ²	
CEMENTO PORTLAND TIPO I: EN GENERAL CEMENTO PORTLAND TIPO MS PARA ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL TERRENO	
SOBRECARGAS AULAS: S/C = 300 kg/m ² PASADIZO DE CIRCULACIÓN: S/C = 400 kg/m ²	
RECURRIMIENTOS COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS: 4.0 cm. ALIGERADO Y VIGAS CHATAS: 2.0 cm. ESCALERAS: 2.0 cm. CIMENTACION: 7.5 cm.	
ALBAÑILERIA TODAS LAS UNIDADES QUE CONFORMAN LA TABIQUERIA, DEBERAN USAR LADRILLO PANDERETA	
NORMAS DE DISEÑO CARGAS: E-020 DISEÑO SISMO RESISTENTE: E-030 DISEÑO DE CONCRETO ARMADO: E-060 SUELOS Y CIMENTACIONES: E-050 ALBAÑILERIA: E-070	
PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE FACTOR DE ZONA: Z=0.30 FACTOR DE USO: U=1.50 FACTOR DE SUELO: S=1.40 T _p =1.0 COEFICIENTE DE REDUCCION: R _x =8.00 R _y =8.00	

VALORES DE "M"		
Ø ACERO	M inferior	M superior
3/8"	40.00	45.00
1/2"	40.00	50.00
5/8"	50.00	60.00
3/4"	60.00	75.00
1"	100.00	130.00



DETALLE DOBLADO DE ESTRIBO
ESC.: S/E

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de la Institución Educativa José Gregorio Paredes Ayala, Centro Poblado Yungasuyo, Región Amazonas".

ALUMNO: Fernandez Hoyos Waldirsays

ASESORES: -Mg. José Miguel Berrú Camino
-Mg. Julio César Benites Chero


UBICACIÓN: LOCALIDAD : Yungasuyo
DISTRITO : Lonya Grande
PROVINCIA : Utcubamba
REGIÓN : Amazonas

PLANO: ESTRUCTURAS - REFORZAMIENTO

FECHA: Julio, 2018 ESCALA: INDICADA

LÁMINA N°: ER-01

ACTA DE ORIGINALIDAD

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 16
--	--	--

Yo, MAG. ING. JULIO BENITES CHERO, docente de la Facultad Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial CHICLAYO, revisor (a) de la tesis titulada:

“ **Análisis Pushover para Evaluar el Desempeño Sísmico de una Institución Educativa en el Centro Poblado Yungasuyo, Provincia Utcubamba – Amazonas** ”, del estudiante: **FERNANDEZ HOYOS, WALDIRSAYS**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Chiclayo, 26 de Julio de 2017


Firma


Mag. Julio Benites Chero

DNI: 16735658



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo Waldirsays Fernandez Hoyos, identificado con DNI N° 48302038 egresado de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulada: **ANÁLISIS PUSHOVER PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN EL CENTRO POBLADO YUNGASUYO, PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS;** en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: **48302038**

FECHA: 17 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FERNÁNDEZ HOYOS WALDIRSAYS

INFORME TITULADO:

“ANÁLISIS PUSHOVER PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN EL CENTRO POBLADO YUNGASUYO, PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS”.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 21/12/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN