

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UTILIZANDO CONCRETO  
CELULAR  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$**

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

**Autor : Bach. Luis Miguel Banda Ticia**

**Asesor : Mg. Ing. José Luis Piedra Tineo**

**JAÉN, PERÚ, AGOSTO, 2023**

NOMBRE DEL TRABAJO

**V6-VIVIENDA CINCO NIVELES UTILIZAN  
DO CONCRETO CELULAR.docx**

AUTOR

**Luis Miguel Banda Ticlia**

RECuento DE PALABRAS

**7975 Words**

RECuento DE CARACTERES

**43408 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**110 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**11.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 25, 2023 8:10 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 25, 2023 8:12 AM GMT-5**

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
Dr. Luis Miguel Banda Ticlia  
RESPONSABLE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 09 de agosto del año 2023, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zaidith Nancy Garrido Campaña  
Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Vocal : Dr. Jeiden Revilla Arce

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( X ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UTILIZANDO CONCRETO CELULAR  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ ", presentado por el Bachiller *Luis Miguel Banda Ticlia*, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.


Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:


- ( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

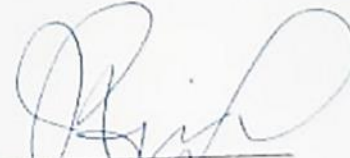
Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 15 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 11:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Dra. Zaidith Nancy Garrido Campaña  
Presidente

  
Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Secretario

  
Dr. Jeiden Revilla Arce  
Vocal

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	ii
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	8
1.1. Situación problemática .....	8
1.2. Planteamiento del problema.....	9
1.3. Justificación .....	9
1.4. Antecedentes .....	10
1.5. Objetivos .....	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1. Población y muestra.....	17
2.2. Tipo y diseño de investigación .....	17
2.3. Hipótesis .....	17
2.4. Variables .....	17
2.5. Materiales.....	17
2.6. Métodos .....	18
2.7. Técnicas .....	18
2.8. Instrumentos.....	18
2.9. Procedimiento de recolección de datos.....	18
III. RESULTADOS .....	28
IV. DISCUSIÓN.....	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
AGRADECIMIENTO .....	54
DEDICATORIA.....	55
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Losa aligerada en dirección Y-Y .....	19
Tabla 2. Recomendaciones de la Norma E.060 para controlar deflexiones .....	20
Tabla 3. Luz libre entre ejes .....	21
Tabla 4. Igualando momentos de inercia.....	21
Tabla 5. Dimensiones de la viga por tramos considerando solicitaciones sísmicas.....	21
Tabla 6. Dimensiones de columnas .....	25
Tabla 7. Dimensiones de columnas considerando solicitaciones sísmicas .....	25
Tabla 8. Coeficientes de reducción para sistemas estructurales.....	30
Tabla 9. Coeficiente básico de reducción dirección X-X.....	31
Tabla 10. Coeficiente básico de reducción dirección Y-Y .....	31
Tabla 11. Peligro sísmico .....	32
Tabla 12. Períodos de la estructura Tx y Ty.....	33
Tabla 13. Fuerza cortante mínima: V. Estática – V. Dinámica.....	33
Tabla 14. Fuerza cortante en X.....	34
Tabla 15. Fuerza cortante en XY.....	35
Tabla 16. Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección XX.....	36
Tabla 17. Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección YY.....	37
Tabla 18. Irregularidad extrema de rigidez en dirección XX.....	38
Tabla 19. Irregularidad extrema de rigidez en dirección YY .....	38
Tabla 20. Irregularidad de masa o peso en dirección XY .....	39
Tabla 21. Irregularidad torsional en dirección XX.....	42
Tabla 22. Irregularidad torsional en dirección YY.....	42
Tabla 23. Irregularidad torsional extrema en dirección XX.....	43
Tabla 24. Irregularidad torsional extrema en dirección YY.....	43
Tabla 25. Derivas por piso en el sentido XX.....	45
Tabla 26. Derivas por piso en el sentido YY.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Losa aligerada en dirección Y-Y .....	19
Tabla 2. Recomendaciones de la Norma E.060 para controlar deflexiones .....	20
Tabla 3. Luz libre entre ejes .....	21
Tabla 4. Igualando momentos de inercia.....	21
Tabla 5. Dimensiones de la viga por tramos considerando solicitaciones sísmicas.....	21
Tabla 6. Dimensiones de columnas .....	25
Tabla 7. Dimensiones de columnas considerando solicitaciones sísmicas .....	25
Tabla 8. Coeficientes de reducción para sistemas estructurales .....	30
Tabla 9. Coeficiente básico de reducción dirección X-X.....	31
Tabla 10. Coeficiente básico de reducción dirección Y-Y .....	31
Tabla 11. Peligro sísmico .....	32
Tabla 12. Períodos de la estructura Tx y Ty.....	33
Tabla 13. Fuerza cortante mínima: V. Estática – V. Dinámica .....	33
Tabla 14. Fuerza cortante en X.....	34
Tabla 15. Fuerza cortante en XY .....	35
Tabla 16. Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección XX.....	36
Tabla 17. Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección YY.....	37
Tabla 18. Irregularidad extrema de rigidez en dirección XX.....	38
Tabla 19. Irregularidad extrema de rigidez en dirección YY .....	38
Tabla 20. Irregularidad de masa o peso en dirección XY .....	39
Tabla 21. Irregularidad torsional en dirección XX.....	42
Tabla 22. Irregularidad torsional en dirección YY.....	42
Tabla 23. Irregularidad torsional extrema en dirección XX.....	43
Tabla 24. Irregularidad torsional extrema en dirección YY .....	43
Tabla 25. Derivas por piso en el sentido XX.....	45
Tabla 26. Derivas por piso en el sentido YY.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista en elevación de la vivienda para elección de luz más corta .....	19
Figura 2. Vista en planta de la vivienda para elección de luz libre más crítica.....	20
Figura 3. Dimensiones preliminares de zapata aislada.....	26
Figura 4. Dimensiones finales de cimentación considerando solicitaciones sísmicas .....	27
Figura 5. Fachada principal de vivienda multifamiliar.....	28
Figura 6. Corte principal de vivienda multifamiliar .....	28
Figura 7. Cortante en los muros dirección Y-Y.....	30
Figura 8. Cortante en los muros dirección Y-Y .....	31
Figura 9. Factor de amplificación sísmica.....	32
Figura 10. Aceleración espectral .....	33
Figura 11. Espectro en X .....	34
Figura 12. Espectro en Y .....	35
Figura 13. Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección XX del software Etabs.....	36
Figura 14. Irregularidad en dirección YY del software Etabs.....	37
Figura 15. Irregularidad de masa o peso en dirección XY obtenido del software Etabs.....	39
Figura 16. Irregularidad de geometría vertical .....	40
Figura 17. Discontinuidad en los sistemas resistentes.....	40
Figura 18. Irregularidad torsional en dirección XX obtenido del software Etabs .....	41
Figura 19. Irregularidad torsional en dirección YY obtenido del software Etabs .....	42
Figura 20. Esquinas entrantes.....	44
Figura 21. Derivas por piso en el sentido XX obtenido del software Etabs.....	45
Figura 22. Derivas por piso en el sentido YY obtenido del software Etabs.....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planos de distribución de la vivienda multifamiliar de cinco niveles.....	56
Anexo 2. Zonificación de la ciudad de jaén de acuerdo a la capacidad portante del suelo.	61
Anexo 3. Diseño de losa aligerada .....	63
Anexo 4. Diseño de columnas .....	69
Anexo 5. Diseño de vigas .....	76
Anexo 6. Diseño de placa 100x100x25 .....	87
Anexo 7. Diseño de placa 100x25 .....	94
Anexo 8. Diseño de cimentación.....	101
Anexo 9. Diseño de vigas de conexión.....	105
Anexo 10. Diseño de escalera.....	107



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el “comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ ”, se aborda la problemática de que las estructuras convencionales son muy pesadas y existe un desconocimiento del uso de este tipo de concreto a nivel local, se aplicó una metodología de tipo básica y diseño no experimental en el que se aplicó el software Etabs como herramienta para el análisis estructural, la muestra fue una vivienda multifamiliar de cinco pisos en un lote de 6x20m. Como resultado se obtuvo que la fuerza cortante en el sentido X es de 71.35tn y en Y es de 70.61tn; no existe irregularidades tanto en altura ni en planta; con respecto a los desplazamientos se obtuvo desplazamientos en la dirección X, resultados de 0.002375, 0.003279, 0.004097, 0.004841 y 0.002960 para los pisos 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente; mientras que en la dirección Y, se han obtenido desplazamientos de 0.002291, 0.003301, 0.004297, 0.004976 y 0.002827, concluyendo que una vivienda diseñada con concreto celular cumple con los parámetros de desplazamientos, cortantes y derivas establecidas por la NTE-E.030 Diseño Sismorresistente.

**Palabras clave:** concreto celular, comportamiento estructural, vivienda multifamiliar

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the structural behavior of a five-story multi-family dwelling using cellular concrete  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, the problem that conventional structures are very heavy and there is a lack of knowledge about the use of this type is addressed. of concrete at the local level, a basic methodology and non-experimental design was applied in which the Etabs software was applied as a tool for structural analysis, the sample was a five-story multi-family dwelling on a 6x20m lot. As a result, it was obtained that the shear force in the X direction is 71.35tn and in Y it is 70.61tn; there are no irregularities both in height or in plan; Regarding the displacements, displacements in the X direction were obtained, values of 0.002375, 0.003279, 0.004097, 0.004841 and 0.002960 for floors 5, 4, 3, 2 and 1 respectively; while in the Y direction, displacements of 0.002291, 0.003301, 0.004297, 0.004976 and 0.002827 have been obtained, concluding that a house designed with cellular concrete complies with the displacement, shear and drift parameters established by NTE-E.030 Seismic Resistant Design

**Keywords:** cellular concrete, structural behavior, multifamily housing

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación problemática

A nivel internacional, en India existen edificaciones con un diseño estructural con materiales deficientes en propiedades, por ello, frente a esta problemática se ha decidido aplicar el concreto celular, ya que permitirá mejorar en cuanto a la reducción del peso, establecerá una mejor protección térmica y una mejor rapidez en la construcción (Mohammad y Suriya Prakash, 2018). En Turquía algunas edificaciones no presentan un sistema estructural adecuado, por lo cual han optado en aplicar el concreto aireado, para que se convierta en una fuente de soporte y a la vez presente un peso mas liviano, permitiéndoles mejorar la vulnerabilidad sísmica que presentan (Gokmen et al. 2019). En Turquía, la parte estructural de los muros de las edificaciones es cuestionable ante las demandas sísmicas que presentan, además se siguen utilizando materiales básicos, que no conllevan a ninguna mejora en cuanto a sus propiedades para obtener edificaciones seguras (Baris et al. 2019).

A nivel nacional, en Lima, la mayoría de viviendas multifamiliares son ejecutadas con el concreto convencional, conllevando a comportamientos sísmicos desfavorables, por lo que se pretende aplicar el concreto celular, que permitirá que las cargas sean mucho más livianas y respondan satisfactoriamente en áreas de alto riesgos sísmicos (Ayuque, 2017). En Tacna, las viviendas presentan deficiencias en cuanto a su calidad de construcción y empleo de materiales convencionales, dejándolos expuestos a fuerzas sísmicas y ante el peso de las cargas muertas sobre la estructura, es por ello que, se opta por emplear el concreto celular el cual mejora las propiedades de los materiales y características en las edificaciones (Patiño, 2009). En Arequipa, debido a la deficiencia de mejoras en cuanto las propiedades y características del concreto para la aplicación en las viviendas, optan por utilizar el concreto celular, ya que ofrece beneficios como aliviar el peso en las estructuras (Lazo, 2017).

A nivel local, la albañilería autoconstruida es muy utilizada en la ciudad de Jaén, lo que debe estar acorde a los parámetros establecidos por el RNE (Pérez y Tequen, 2021). Por otro lado se tiene que existe un bajo nivel de conocimiento sobre el uso de nuevas tecnologías o nuevos materiales que permitan mejorar las características técnicas y el comportamiento estructural de las edificaciones que se construyen a diario, se sigue construyendo de manera convencional, es por ello que se hace necesario realizar investigaciones para que se pueda mejorar las condiciones estructurales de las edificaciones y se pueda garantizar que no fallarán ante la ocurrencia de fenómenos naturales como un sismo.

De acuerdo con el último censo realizado en el Perú, existe un 9.7% de viviendas que son de mala calidad y el 90.3% son de buena calidad, siendo los principales indicadores de calidad los materiales utilizados y la presencia de patologías en las viviendas; esto se produce a causa de que se sigue optando por la autoconstrucción en todo el país, lo que ocasiona como efecto la presencia de patologías en las viviendas (INEI, 2017).

## **1.2. Planteamiento del problema**

¿Cuál es el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ ?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Metodológica**

Metodológicamente este tipo de justificación radica en que el uso de un concreto celular es poco conocido y aplicado, con la presente investigación se pretende demostrar que este tipo de concreto puede mejorar el comportamiento estructural de una edificación y que la metodología de su uso puede ser replicada en construcciones de la ciudad de Jaén en la región Cajamarca.

### **1.3.2. Técnica**

Técnicamente esta investigación es necesaria porque, se demuestra que el uso de este tipo de concreto para el diseño de una vivienda multifamiliar, también cumple con los parámetros técnicos establecidos por las normas peruanas, específicamente por la NTE-E030 y por lo tanto su uso puede ser aplicado en la construcción de viviendas, porque además el uso de este tipo de concreto ayuda a reducir el peso de las estructuras.

### **1.3.3. Económica**

Económicamente esta investigación es necesaria porque el uso de un concreto celular para la conformación de una vivienda multifamiliar, no sólo tiene ventajas técnicas sino también económicas.

### **1.3.4. Social**

Se justifica porque al mejorarse las características estructurales de una vivienda con el uso de un concreto celular también se podrá tener la seguridad de que estas cumplen con los parámetros establecidos por las normas peruanas, por lo tanto, se contarán con viviendas más seguras ante la ocurrencia de un fenómeno natural como un evento sísmico.

## **1.4. Antecedentes**

### **1.4.1. Internacionales**

Cevallos y Gonzabay (2020) en su tesis realizada en Ecuador, su objetivo fundamental fue “realizar el diseño de un sistema estructural para losas de piso utilizando losetas de mortero celular”, según la metodología de estudio tuvo un enfoque cuantitativo, la muestra estuvo constituida por losetas diseñadas con un peso de 83kg, Como resultado obtuvieron una variación entre el PCR de 209,62kg determinado con las ecuaciones del ACI 318, con una diferencia de 22kg, para una deformación de 0.057mm, concluyeron que las losetas diseñadas tienen un peso de 83kg, presentan dimensiones pequeñas con el propósito de evitar el agrietamiento y facilitar su ubicación sin la necesidad de utilizar equipos que eleven el costo de la estructura, por lo que recomendaron determinar que el soporte de carga del material ante esfuerzos sin agrietamiento no sea superada en las losas; durante todo su proceso de montaje hasta la puesta en servicio.

Flores y Reyes (2020) en su estudio desarrollado en Ecuador, plantearon como objetivo realizar el “diseño de un sistema estructural para edificaciones de interés social aplicando el método de paredes portantes con concreto celular”, según la metodología aplicada fue de tipo básica y diseño no experimental, cuya muestra fue una vivienda de dos niveles de altura 2.6 m, 7 m y para la dirección X y 6.90 m para la dirección Y. Como resultado se obtuvo que al elaborar muros con concreto celular a comparación del concreto convencional resulta viable, más económico un 31% y tiene un óptimo desempeño sísmico, concluyeron que al aplicar el concreto celular es una buen alternativa, ya que presenta mejoras en cuanto a sus propiedades y características, capaces de responder satisfactorimante ante eventos sísmicos. Recomendaron analizar la presencia de otras fallas por fuerzas externas pero para muros de menor espesor.

Barcia y Lindao (2020) en su tesis realizada en Guayaquil, establecieron como objetivo “realizar el estudio de factibilidad para la utilización de bloques de concreto celular en el diseño de viviendas”, según la metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, cuya muestra estuvo conformada por especímenes de diferentes formas y tamaños para cada ensayo respectivo. Como resultado obtuvieron que los bloques de concreto celular cumple con la factibilidad técnica, concluyéndo que luego de analizar los ensayos realizados, el uso de este material es una buena alternativa optar por un concreto que brinde mejoras en sus propiedades, para lo que recomedaron realizar el análisis sísmico para evaluar su comportamiento de respuesta.

Barreto y Rincón (2019) en su investigación desarrollada en Colombia, plantearon como objetivo determinar el “comportamiento de las características mecánicas y de durabilidad del concreto reemplazando parcialmente agregado ligero”, según la metodología aplicada fue un estudio de tipo básico y diseño experimental, la muestra estuvo constituida por concreto con sustitución de agregado ligero al 0%, 15%, 30% y 40%. Como resultado obtuvieron que el uso de agregado ligero reduce la densidad de este tipo de concreto, a causa de que este tipo de agregados tienen una absorción más alta porque sus partículas internas son muy porosas que genera que la relación a/c se incremente, concluyeron que, en algunas casos es necesario adicionar aditivos líquidos en la mezcla con el propósito de lograr mejoras en la trabajabilidad de la misma sin perjudicarla, por lo que recomendaron el uso de este tipo de materiales.

Yoc (2018) en su estudio realizado en Guatemala, plateó como objetivo “evaluar las características físicas y mecánicas de las unidades de mamposterías aplicando concreto celular de espuma preformada y presentarlo como una buena opción al productor de prefabricados”, aplicó una metodología de tipo cuantitativa y diseño experimental, la selección estuvo hecha por bloques de mampostería, en los que se midió la resistencia y absorción. Como resultado se obtuvo un material con características adecuadas y provechosas para ser aplicados en prefabricados, concluyéndose que el concreto celular adicionado de espuma preformada se convierte en un material ideal para ser utilizado en muros no estructurales. Se recomendó realizar la evaluación de las características físicas y propiedades mecánicas del concreto celular.

#### **1.4.2. Nacionales**

Mathios y Cotrina (2021) con su investigación desarrollada en San Martín, centraron su objetivo de estudio en “proponer un diseño sismorresistente relacionado con el desempeño en el diseño de edificaciones con el sistema de albañilería confinada con bloques de concreto celular”, según la metodología aplicada fue de tipo básica y diseño experimental, la muestra fue 12 testigos cilíndricos y prismáticos, de concreto celular 1200kg/m<sup>3</sup> y 12 probetas de las mismas características, con concreto celular 1400kg/m<sup>3</sup>. Como resultado obtuvo que la compresión es 75.22kg/cm<sup>2</sup>, módulo de elasticidad 62383kg/cm<sup>2</sup>, módulo de poisson 0.22, tracción por compresión 21kg/cm<sup>2</sup> y la tracción por flexión 22.43kg/cm<sup>2</sup>, concluyeron que el mejor diseño es el de 1400kg/m<sup>3</sup> y recomendaron aplicar un estricto control de calidad y proceso de elaboración del concreto celular para obtener mayor resistencia.

Huaman y Sanchez (2020) en su tesis realizada en Arequipa, plantearon como objetivo “determinar las características del concreto celular para su uso en el análisis estructural de edificios de muros de ductilidad limitada”, según la metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental, la muestra estuvo conformada por 20 testigos curados durante 28 días luego de su fabricación. Como resultado obtuvieron que el peso unitario del concreto celular es igual a 1891.88 kg/m<sup>3</sup> y clasificándose como un concreto celular arenado cuya máxima densidad es igual a 1900 kg/m<sup>3</sup>, concluyeron que el diseño de mezcla utilizado es el apropiado para la obtención de un concreto celular usado con fines estructurales en edificios con muros de ductilidad limitada y recomendaron investigar otras propiedades del concreto celular con otras dosificaciones de aditivo espumante y/o tiempo de mezclado.

Enriquez y Orbegoso (2020) en su estudio desarrollado en Tarapoto, plantearon como objetivo realizar el diseño de un concreto celular con el uso de perlas de poliestireno para el mejoramiento de la resistencia mecánica, según la metodología fue de tipo básica, la muestra fue de 24 probetas, seis de concreto patrón y 18 con adición al 0.5, 1 y 1.5% con respecto al volumen del concreto, curado a los 7, 14 y 21 días. Como resultado obtuvieron que el concreto celular alcanzó una resistencia de 96kgf/cm<sup>2</sup>, concluyeron que el agregado fino y grueso, cumple con las características óptimas para el diseño del concreto celular y al adicionar perlas de poliestireno de 5mm, se convierte en un aislante térmico y su costo de fabricación es más elevado a diferencia del concreto convencional. Se recomendó realizar otros ensayos para determinar características que sirvan para evaluar su comportamiento estructural de una edificación.

Oliveros y Tapahuasco (2019) con su investigación realizada en Lima, centraron su objetivo en “determinar la influencia del concreto liviano en el desempeño sísmico de una vivienda de 10 pisos”, según la metodología fue de tipo cuantitativa y diseño experimental, la muestra fueron las edificaciones de 10 pisos. Como resultado se obtuvo que la fuerza estática basal en la estructura de concreto convencional es de 338.92tn esto corresponde al 80% y 354.23tn su cortante basal dinámica. Y para la de concreto liviano el 80% de su fuerza estática basal resulto 202.72tn y 219.03tn su cortante basal dinámica, llegaron a la conclusión que el este tipo de concreto si es aceptable con la densidad que requiere un concreto para uso estructural, por lo que recomendaron utilizar este tipo de materiales en el concreto para reducir el peso y costo de la estructura.

Coveñas y Valle (2019) Durante su investigación en Piura, se propuso como objetivo diseñar muros no estructurales en edificaciones con bloques de concreto celular que tengan fibras sintéticas. De acuerdo a la técnica de investigación, que utilizó un diseño preexperimental, la muestra consistió en bloques de concreto celular en proporciones de peso de 0.20, 0.30 y 0.60%. en relación al peso de cemento. Como resultados obtuvieron que adicionando fibra sintética al 0.30% es la proporción más óptima debido a los parámetros de fluidez más aceptada para una mayor trabajabilidad y resistencia que fueron cercanos a los números del diseño del bloque con 0.60% de fibra, concluyeron que en la parte económica el concreto celular con fibras sintéticas con fibras presenta costos más bajos con respecto al concreto tradicional, siendo la diferencia el incremento de los resultados de resistencia con la adición de las fibras indicadas.

### **1.4.3. Regionales**

Orrillo (2023) En su investigación, realizada en Cajamarca, el investigador se concentró en comparar la respuesta estructural al utilizar el sismorresistente E030 2003, 2016 y 2018 para la construcción del centro comercial "Leguía". De acuerdo a la técnica utilizada, el complejo comercial "Leguía" fue diseñado de manera descriptiva y no experimental. Utilizando un enfoque experimental, un centro comercial sirvió de muestra.

Como resultados obtuvo que los desplazamientos laterales máximos, se obtuvieron mediante la versión 2016, en la dirección "X", (54.82 mm) mayor en un 12.52% a la 2003 (48.72 mm) y un 17.66% con respecto a la 2018 (46.59 mm), en "Y", del 2016 (61.16 mm) es mayor a la del 2003 (56.14 mm) y 2018 (51.99 mm) en un 8.96% y 17.64% respectivamente; concluyendo que existen diferencias entre el uso de las diferentes versiones de la normativa.

Castañeda (2020) en su tesis realizada en Cajamarca, establecieron como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de una edificación proyectada con sistemas de albañilería armada y confinada, es una investigación de tipo descriptiva y diseño transversal, la muestra estuvo conformada por un edificio multifamiliar de cuatro niveles. Como resultado obtuvo que la albañilería armada presenta un comportamiento sísmico más conservador con respecto a la albañilería confinada, cuya reducción de desplazamiento es hasta un 40.60% en X y 34.64% en Y, y una baja vibración de hasta 23.24%, concluyó que el sistema de albañilería armada tiene un comportamiento estructural más tradicional que el sistema confinado, por lo que recomendó que ambos sistemas estén ligados a las norma sismo resistente E.030. para respondan adecuadamente a cualquier fenómeno sísmico.



Cervantes (2020) se propuso como objetivo comparar el comportamiento estructural de edificaciones tomando en cuenta columnas y vigas autoconstruidas con las diseñadas con columnas y vigas y las diseñadas con las normas E020, E030 y E060; . Este estudio se realizó en Cajamarca.La muestra estuvo conformada por 13 viviendas, y la metodología utilizada fue un diseño aplicado y no experimental. Los resultados muestran que las derivas por planta para la dirección son de 0,0084 para la tercera planta, 0,0088 para la segunda planta y 0,0042 para la primera planta, respectivamente; estos valores representan incrementos del 70,87%, 63,19% y 50,72%. Para la dirección Y, son 0,0001 para la tercera planta, 0,0088 para la segunda y 0,0042 para el primer piso.Y, son 0,0001 para el tercer piso, 0,0001 para el segundo piso y 0,0001 para el primer piso, respectivamente, lo que representa aumentos del 16,09%, 8,63% y 5,58%. Se concluyó que el comportamiento sísmico de este tipo de edificios, considerando columnas y vigas en condiciones reales son inferiores respecto a las diseñadas según la normativa.

#### **1.4.4. Locales**

Torres (2023) De acuerdo con la técnica no experimental del estudio y el diseño de tipo básico, el objetivo del investigador en su investigación en Jaén fue conocer los desplazamientos laterales en viviendas de cinco pisos para el sistema estructural y muros de carga. La muestra fue una vivienda de cinco pisos en el sector de Monterrico, y el estudio tuvo un diseño no experimental. Los resultados mostraron que la deriva máxima para el sistema portante fue de 0,005094 para la dirección X y de 0,009582 para la dirección Y, superando esta última en un 36,89% el valor mínimo de la norma. Y en los muros de carga, la máxima deriva del entrepiso fue de 0,000819 en la dirección X y de 0,009582 en la dirección Y, determinó que los desplazamientos laterales en ambas construcciones no siguen las reglas de la normativa vigente, superando el límite establecido en un 63,72%, y sugirió que se tuviera en cuenta una distribución aceptable de los muros.

Merino y Meza (2022) En su tesis, realizada en el barrio de Las Flores de Jaén, se centraron en la evaluación del comportamiento sismorresistente mediante la norma técnica E.030.De acuerdo con la metodología del estudio, el fue un estudio no experimental, de tipo básico, cuya muestra fue un edificio de hormigón armado. El edificio utilizado como muestra tenía cuatro pisos de hormigón armado. Como resultado, descubrieron que los desplazamientos entre plantas en el edificio de hormigón armado no cumplían la deriva máxima de 0,007, y concluyeron de que usando placas en ambos sentidos es la mejor propuesta para reducir los efectos de un terremoto en la estructura., haciendo referencia a la

segunda alternativa, convirtiendo la estructura a un sistema dual, para lo que recomendaron que al momento de construir una edificación los elementos estructurales como columnas sean bien circulares o rectangulares.

Amasifuen y Ocaña (2022) En su investigación, realizada en Jaén, identificaron el impacto del poliestireno expandido en el análisis sísmico de losas aligeradas como reductor de cargas muertas. De acuerdo con el planteamiento, la muestra para la investigación sísmica de losas aligeradas era un edificio de cinco plantas, y era de tipo básico y diseño no experimental. La estructura de muestra constaba de cinco pisos. El momento flector se redujo en un 13,03%, 13,32%, 13,67% y 9,72%; mientras que la fuerza cortante se redujo en un 13,12%, 15,54%, 12,75% y 17,21%; y la fuerza de flexión se redujo en un 12,50%, 17,65%, 17,65% y 17,21% como resultado de los resultados. 12,50%, 17,65%, 75,00%, y 2,33%; 24,29%, 22,50%, 22,86%, y 26,79%; 6,94%, 6,07%, 8,82%, y 4,86%, Concluyeron que el poliestireno tiene un efecto en la disminución del peso de las cargas muertas, por lo que recomendaron por establecer las actuaciones en el proceso constructivo de una losa aligerada con ladrillo de poliestireno y arcilla. Esto mejoró el comportamiento estructural.

Pérez y Tequen (2021) en su tesis realizada en Jaén, centraron su objetivo de estudio en “analizar el comportamiento estructural sismorresistente entre el sistema aporricado y albañilería confinada”, fue de tipo básica y diseño no experimental, la muestra de estudio estuvo constituida por un edificio multifamiliar de 5 niveles. Como resultado obtuvieron que los desplazamientos del sistema estructural estudiado son lejanos de los mayores valores establecidos por la normativa, porque no superan el 20% de lo especificado, mientras que, del sistema aporricado alcanzan el 50%, en conclusión los dos sistemas estructurales presentan un correcto comportamiento estructural, por lo que recomendaron realizar un correcto análisis de la estructuración y predimensionamiento para determinar un mejor comportamiento estructural para el sistema de albañilería confinada.

Carrasco y Villanueva (2019) en su estudio desarrollado en Jaén, plantearon como objetivo “realizar el modelamiento y diseño estructural sísmico de una edificación de albañilería confinada”, según la metodología aplicada fue de tipo aplicada y diseño no experimental, la muestra fueron edificios de de 3, 4 y 5 niveles con una área techada de 102m<sup>2</sup>, Como resultado se obtuvo modelos sismorresistentes de las tres variantes tanto estáticos como dinámicos con las características de carga que exige la norma, concluyeron que el logro del modelado estructural de una vivienda típica con medidas óptimas y con un diseño estructural es capaz de responder satisfactoriamente ante cargas que provoca el sismo,

por lo que recomendaron realizar un correcto análisis ante otras fuerzas externas y evaluar el comportamiento que toma, como también realizar el estudio del lugar donde se pretende construir.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

“Analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ”.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Diseñar una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- b) Analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a fuerzas sísmicas
- c) Determinar los desplazamientos, cortantes y derivas de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1.1. Población y muestra**

#### **2.1.1. Población**

Se encuentra constituido por las viviendas multifamiliares de cinco niveles en la ciudad de Jaén.

#### **2.1.2. Muestra**

La muestra de la presente investigación estuvo conformada por una vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Jaén.

#### **2.1.2. Muestreo**

Se realizó un muestreo no probabilístico, porque sólo se ha estudiado los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar haciendo el uso de concreto celular en la conformación de estos elementos estructurales.

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

#### **2.2.1. Tipo de investigación**

Básica porque con este estudio se busca mejorar nuestras actuales condiciones de vida, logrando obtener un análisis detallado del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  para construcciones a futuro.

#### **2.2.2. Diseño de investigación**

Tiene un diseño no experimental debido a que no altera las condiciones en la que se estudia la variable.

### **1.3. Hipótesis**

El comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  es aceptable bajo parámetros normativos.

### **1.4. Variables**

#### **2.4.1. Variable dependiente**

Comportamiento estructural de vivienda

#### **2.4.2. Variable independiente**

Concreto celular

### **1.5. Materiales**

Para la presente investigación se han utilizado principalmente como material base las normas E.020 Cargas y E.030 Diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **1.5. Métodos**

Los métodos que se han utilizado en la presente investigación fue el inductivo, mediante el cual se ha obtenido conclusiones generales a partir de premisa particulares, en base al modelamiento estructural realizado de la vivienda de cinco niveles con concreto celular. Por otro lado, se ha utilizado también el método deductivo, mediante el cual se deducido conclusiones lógicas a partir de premisas o principios, que para este estudio fueron las normas técnicas peruanas y las referencias bibliográficas utilizadas.

## **1.6. Técnicas**

La técnica que se ha utilizado fue la observación, mediante esta técnica se ha logrado observar el comportamiento estructural que presenta una vivienda multifamiliar de cinco niveles, haciendo uso de concreto celular, como propuesta para futuras construcciones en la ciudad de Jaén.

## **1.7. Instrumentos**

Los instrumentos que se han utilizado básicamente han sido los programas computacionales tales como: Excel para los predimensionamientos y análisis de datos, AutoCAD para el diseño de los planos de la vivienda y el software para el modelamiento estructural de la vivienda multifamiliar de cinco niveles haciendo uso de concreto celular.

## **1.8. Procedimiento de recolección de datos**

### **2.9.1. Etapa 1: Elaboración de los planos de distribución**

Durante esta etapa se ha elegido un lote típico de 6x20m, para plantear una vivienda multifamiliar de cinco niveles, para el cual se han elaborado los planos de distribución, cuyos planos se presentan en el anexo 1.

### **2.9.2. Etapa 2: Predimensionamiento de elementos estructurales**

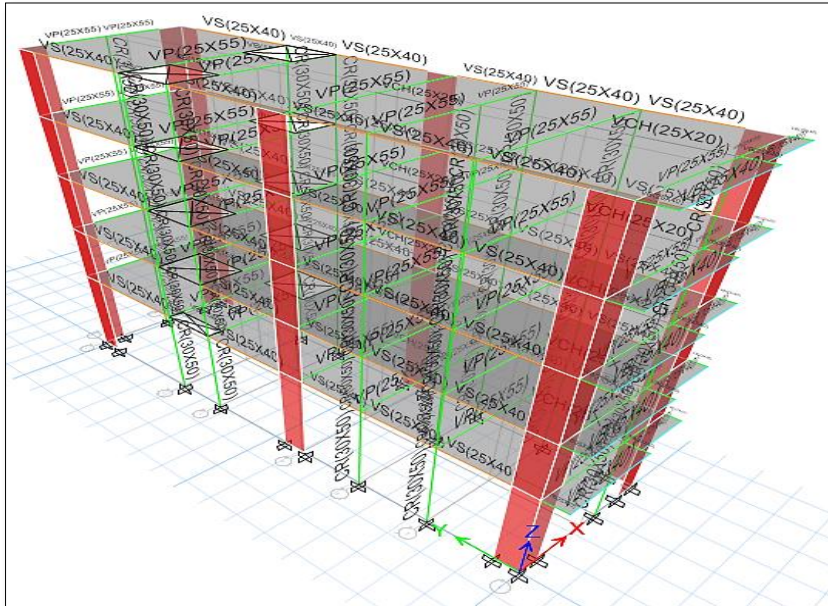
En esta etapa se hizo el predimensionamiento tales como: columnas, vigas, losa aligerada y zapatas, siguiendo los parámetros normativos establecidos por las normas correspondientes.

#### **a) Predimensionamiento de losa aligerada unidireccional**

Este procedimiento se inicia analizando la luz libre más pequeña para el armado (considerando las dos direcciones X-X e Y-Y)

**Figura 1**

Vista en elevación de la vivienda para elección de luz más corta



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1**

Losa aligerada en dirección Y-Y

Ejes	LuZ libre (m)	
Eje XX	A4-D4	5.50
Eje YY	C6-C7	4.80
Luz de losa aligerada		4.80

Fuente: Elaboración propia

$$e = L_n/25 \quad S/C \leq 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = L_n/20 \quad S/C > 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$L_1 = 4.80/25 = 0.19 \text{ m}$$

Usar  $e = 0.20\text{m}$

**Tabla 2**

Recomendaciones de la “Norma E.060”

Elementos	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes				
Losas macizas en una dirección	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

Fuente: Norma Técnica de Edificación E.060

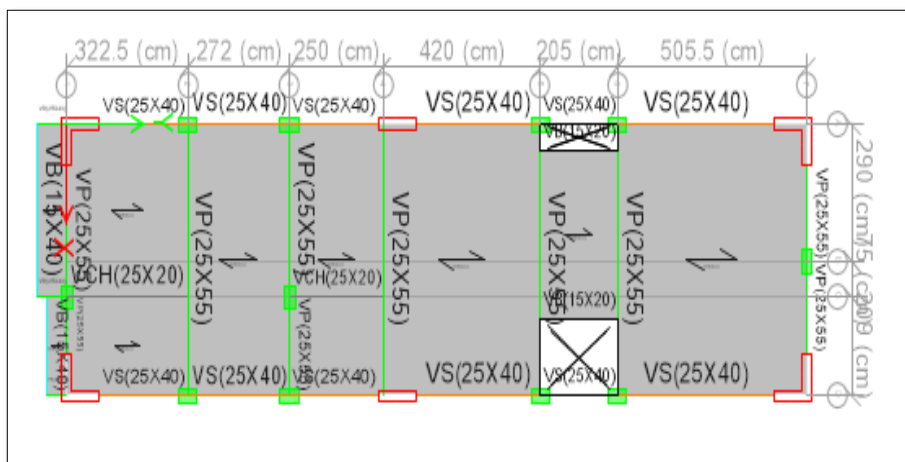
En la tabla 2, se presenta las recomendaciones estipuladas en la Norma E.060 para el predimensionamiento de espesor o peralte mínimo de losas y vigas, de acuerdo a la luz libre existente entre los puntos de apoyo. Para el caso de esta investigación, se ha elegido el espesor de la losa aligerada en el sentido X-X, también de un espesor de 0.20m

**b) Predimensionamiento de vigas peraltadas**

Se identifica la luz libre más crítica.

**Figura 2**

Vista en planta de la vivienda para elección de luz libre más crítica



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3***Luz libre entre ejes*

Entre ejes	Luz libre (m)
A4-D4	5.50
A6-A7	3.80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, se presenta la luz libre entre los ejes indicados, donde se tiene que esta luz es de 5.50m y 3.8m respectivamente.

Predimensionamiento de la viga

$$h = L/10 \quad h1 = 3.80/12 = 0.32\text{m}$$

$$h = L/12 \quad h1 = 5.50/12 = 0.55\text{m}$$

Luego se calcula la base de la viga

$$b = h/2 = 0.55/2 = 0.28$$

Espesor mínimo de 0.25m

**Tabla 4***Igualando momentos de inercia*

	Inicial	Final
b1 =	0.25 m	0.25 m
h1 =	0.55 m	0.55 m
b2 =	0.25 m	0.25 m
h2 =	0.35 m	0.35 m

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5***Dimensiones de la viga por tramos considerando solicitaciones sísmicas*

	Viga	b (m)	h (m)
Entre ejes	A1-A7,D1-D7	0.25	0.40
Entre ejes	A1-D1,A7-D7	0.25	0.55
Entre ejes	Volado	0.25	0.40
Entre ejes	Volado	0.15	0.40
Entre ejes	Borde	0.15	0.20
Entre ejes	Viga Chata	0.25	0.20

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 5, se presentan las dimensiones de la viga considerando las solicitaciones sísmicas

**c) Predimensionamiento de columnas de concreto armado**

**Propiedades de los elementos estructurales**

$F'_c$	=	175.00	Kg / cm <sup>2</sup>
$F_y$	=	4,200.00	Kg / cm <sup>2</sup>

**Consideraciones de cargas participantes**

**Primer piso**

Cargas muertas

Peso de losa aligerada/piso/m <sup>2</sup>	195.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de albañilería/piso/m <sup>2</sup>	150.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de vigas y columnas/m <sup>2</sup>	150.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso acabados/piso/m <sup>2</sup>	100.00	Kg/m <sup>2</sup>

Peso c. M. : 595.00

Cargas vivas

Carga viva en losa	200.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso C. V. :	200.00	

**Segundo piso**

Cargas muertas

Peso de losa aligerada/piso/m <sup>2</sup>	195.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de albañilería/piso/m <sup>2</sup>	150.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de vigas y columnas/m <sup>2</sup>	150.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso acabados/piso/m <sup>2</sup>	100.00	Kg/m <sup>2</sup>

Peso C. M. : 595.00

Cargas vivas

Carga viva en losa	200.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso C. V. :	200.00	

### **Tercer piso**

#### Cargas muertas

Peso de losa aligerada/piso/m2	195.00	Kg/m2
Peso de albañilería/piso/m2	150.00	Kg/m2
Peso de vigas y columnas/m2	150.00	Kg/m2
Peso acabados/piso/m2	100.00	Kg/m2

Peso C. M. : 595.00

#### Cargas vivas

Carga viva en losa	200.00	Kg/m2
--------------------	--------	-------

Peso C. V. : 200.00

### **Cuarto piso**

#### Cargas muertas

Peso de losa aligerada/piso/m2	195.00	Kg/m2
Peso de albañilería/piso/m2	150.00	Kg/m2
Peso de vigas y columnas/m2	150.00	Kg/m2
Peso acabados/piso/m2	100.00	Kg/m2

Peso C. M. : 595.00

#### Cargas vivas

Carga viva en losa	200.00	Kg/m2
--------------------	--------	-------

Peso C. V. : 200.00

### **Quinto piso**

#### Cargas muertas

Peso de losa aligerada/piso/m2	195.00	Kg/m2
Peso de vigas y columnas/m2	150.00	Kg/m2
Peso acabados/piso/m2	100.00	Kg/m2

Peso C. M. : 445.00

Cargas vivas		
Carga viva en losa	100.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso C. V. :	100.00	

**Pesos totales a considerar por piso**

Peso total	<b>3725.00</b>	Kg/m <sup>2</sup>
------------	----------------	-------------------

**Identificación de tipo de columna**

C1	Columna central
C2	Columna lateral
C3	Columna de esquina

**Área tributaria de columna**

Tipo de columna :	C1	
Ancho :	2.87	m
Largo :	2.61	m
Área tributaria :	<u>7.49</u>	m <sup>2</sup>

Luego el valor del peso total será :

Peso total	<u>27,902.86</u>	kg
------------	------------------	----

Tipo de columna :	C2	
Ancho :	2.87	m
Largo :	2.98	m
Área tributaria :	<u>8.55</u>	m <sup>2</sup>

Luego el valor del peso total sera :

Peso total	<u>31,858.44</u>	kg
------------	------------------	----

Tipo de columna :	C3	
Ancho :	1.83	m
Largo :	2.47	m
Área tributaria :	<u>4.52</u>	m <sup>2</sup>

Luego el valor del peso total sera :

Peso total	<u>16,837.37</u>	kg
------------	------------------	----

**Predimensionamiento de columnas**

$$\text{Para C1: } BXD = \frac{1.10 * PG}{0.30Xf'c}$$

$$\text{Para C2: } BXD = \frac{1.25 * PG}{0.25Xf'c}$$

$$\text{Para C3: } BXD = \frac{1.50 * PG}{0.20Xf'c}$$

**Donde :**

Pg = Peso total

D = Largo de columna

B = Ancho de columna

Tipo de columna	C1	C2	C3	
Área tentativa de columna	584.63	910.24	721.60	cm <sup>2</sup>
Considerando columna cuadrada	24.18	30.17	26.86	cm

**Tabla 6**

*Dimensiones de columnas*

<b>Dimensiones de Columna - Predimensionamiento</b>	
D (cm) min	25.00
B (cm)min	30.00
Área de columna (cm <sup>2</sup> )	750.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7**

*Dimensiones de columnas considerando solicitaciones sísmicas*

<b>Columnas R</b>	30X50
<b>Placa R</b>	25X100
<b>Placa L</b>	100X100X25

Fuente: Elaboración propia

#### **d) Predimensionamiento de zapatas aisladas**

##### **Datos para predimensionamiento**

f <sub>c</sub>	:	175	kg/cm <sup>2</sup>	
f <sub>y</sub>	:	4,200	kg/cm <sup>2</sup>	
σ <sub>t</sub>	:	0.89	kg/cm <sup>2</sup>	(Sector II de la ciudad de Jaén, ver anexo 2)
S/C piso	:	250	kg/m <sup>2</sup>	
γ <sub>m</sub>	:	1.395	Tn/m <sup>3</sup>	
D <sub>f</sub>	:	1.50	m	

P. D. : 33.81 Tn Reacciones de la edificación tomadas de etabs  
P. L. : 8.27 Tn

Dimensiones de columna

t1 (>) : 25.00 cm

t2 (<) : 25.00 cm

### Cálculo de dimensiones en planta y altura de zapata

Esfuerzo neto del terreno:

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - S/C$$

$$\sigma_n = 6.56 \text{ Tn/m}^2$$

Área de zapata:

$$A_{\text{zap}} = P / \sigma_n$$

$$A_{\text{zap}} = 6.42 \text{ m}^2$$

$$S = T = 2.53 \text{ m}$$

Dimensiones de zapata:

$$S = 2.60 \text{ m}$$

$$T = 2.60 \text{ m}$$

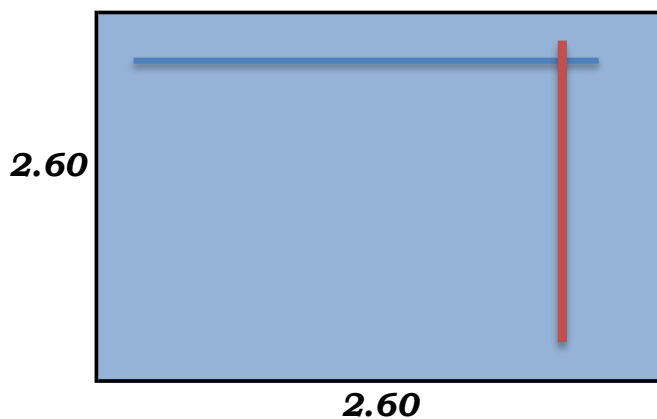
$$\text{Área} = 6.76 \text{ m}^2$$

Altura mínima de zapata

$$h_z = 0.6 \text{ m}$$

### Figura 3

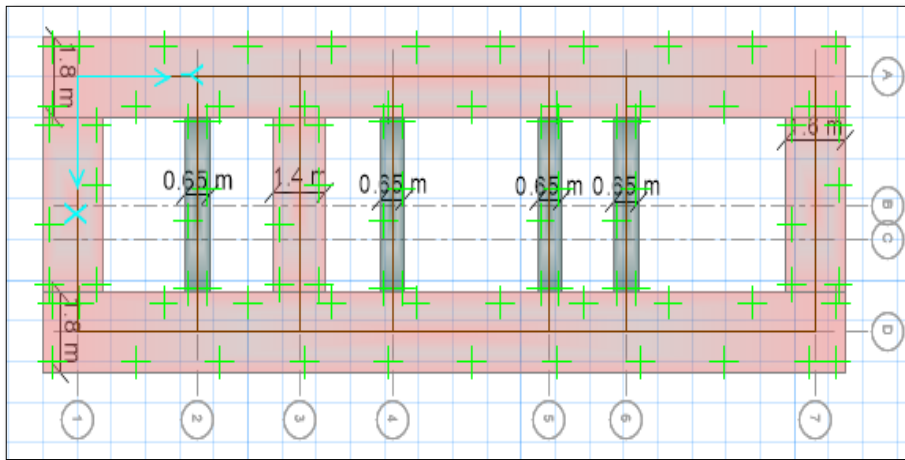
*Dimensiones preliminares de zapata aislada*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4**

*Dimensiones finales de cimentación considerando solicitaciones sísmicas*



Fuente: Elaboración propia

### **2.9.3. Etapa 3: Diseño de elementos estructurales**

Esta etapa consistió en realizar el diseño de cada uno de los elementos estructurales mencionados en la etapa anterior.

### **2.9.4. Etapa 4: Análisis del comportamiento estructural**

En esta cuarta etapa se ha realizado el análisis del comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de cinco niveles, para lo cual se ha utilizado el software Etabs.

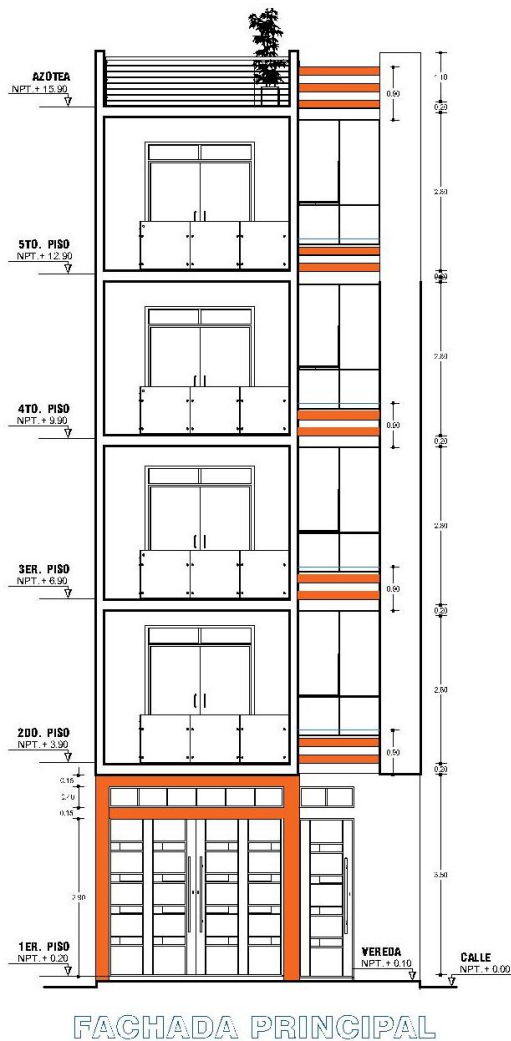
## II. RESULTADOS

### 3.1. Características de vivienda multifamiliar

La vivienda multifamiliar planteada para la siguiente investigación, cuenta con cinco niveles que cuenta con los ambientes que se describen a continuación: El primer piso cuenta con un ambiente amplio para local comercial, una sala de espera, una oficina, una concina con sus respectivos servicios higiénicos; el segundo piso cuenta con una sala, una cocina, un comedor, una biblioteca, tres dormitorios, una lavandería con sus respectivos servicios higiénicos; del tercer al quinto piso cuenta con dos departamentos los cuales cuentan con una sala, cocina, comedor, dormitorio con sus respectivos servicios higiénicos. Los planos de distribución descritos se presentan a detalle en el anexo 1.

**Figura 5**

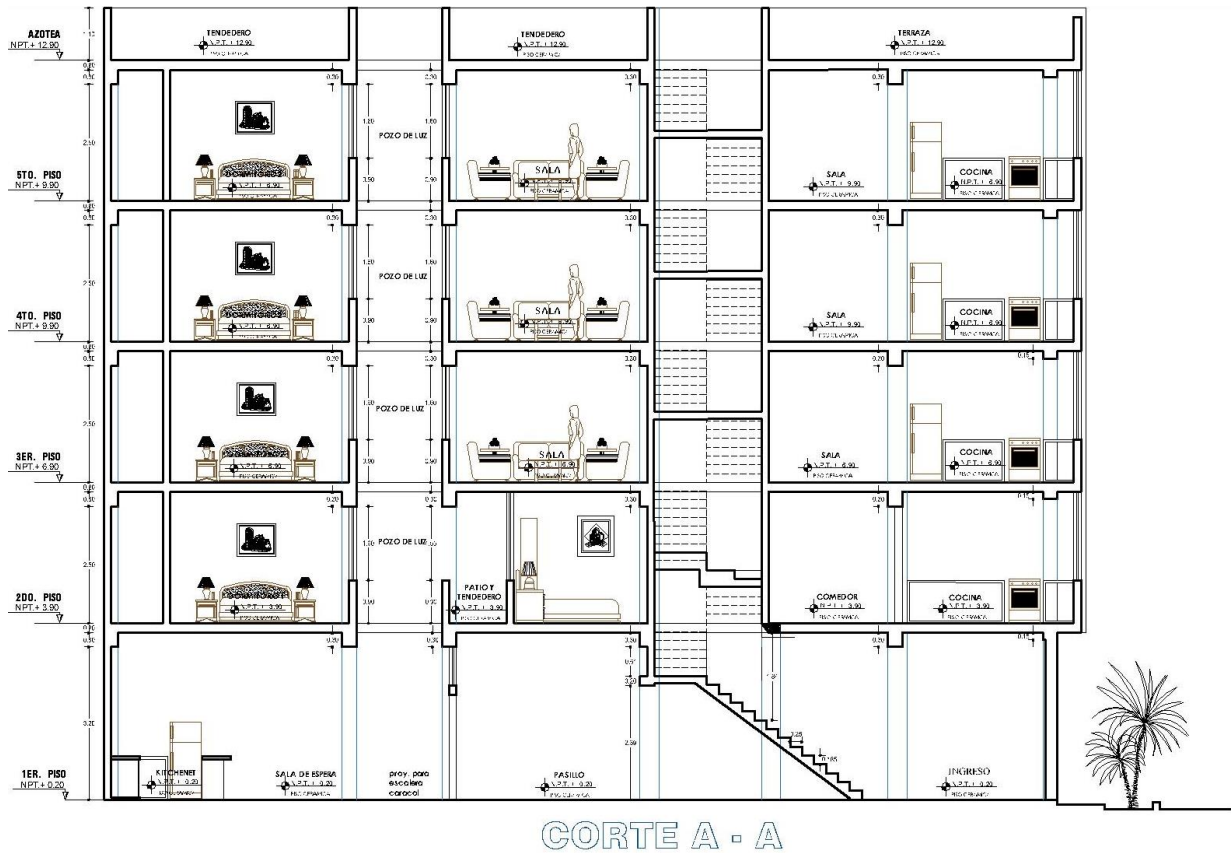
*Fachada principal*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6**

*Corte principal*



Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Comportamiento estructural de la vivienda

La resistencia a compresión del concreto celular utilizada para el presente modelamiento ha sido una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup>, el peso por unidad de volumen de 1.857tonf/m<sup>3</sup>, la masa por unidad de volumen de 0.189361tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>, el módulo de elasticidad de 1984313.48tonf/m<sup>2</sup>, el coeficiente de Poisson de 0.2, el coeficiente de expansión térmica de 0.00000551/f y el módulo de corte de 826797.28tonf/m<sup>2</sup>.

#### a) Coeficiente de reducción sísmica

##### Dirección de análisis X-X

- Pórticos :  $V$  muros < 20%  $V$  base
- Muros estructurales :  $V$  muros  $\geq$  70%  $V$  base
- Dual : 20%  $V$  muros  $\leq$  70%  $V$  base
- $V$  base : Fuerza cortante en la base
- $V$  muros : Fuerza cortante en muros



**Tabla 8**

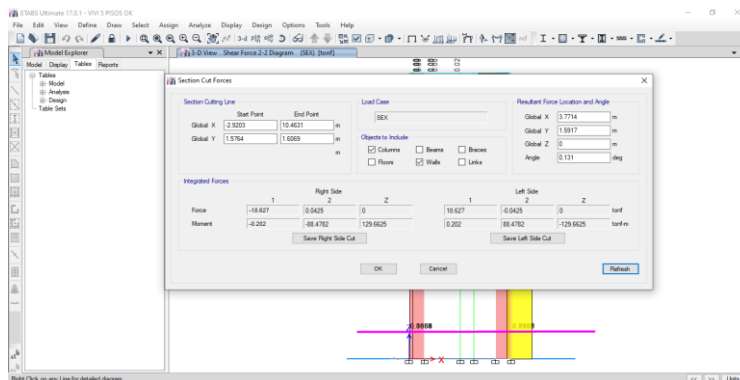
*Coefficientes de reducción para sistemas estructurales*

<b>Sistemas estructurales</b>	
Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos especiales resistencia a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería confinada o combinada	3
Madera (por esfuerzo admisible)	7

Fuente: Norma E.030, 2018

**Figura 7**

*Cortante en los muros dirección X-X*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 9**

*Coefficiente básico de reducción dirección X-X*

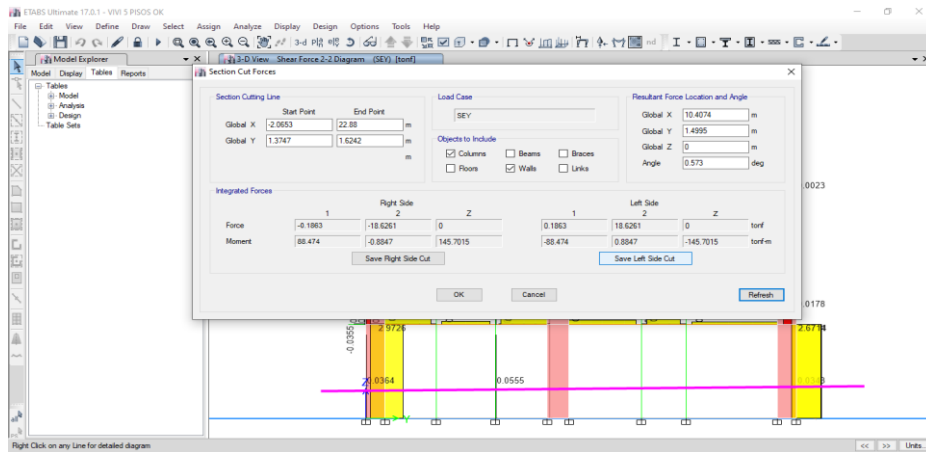
Vbase	18.63	Tn
Vmuros	16.76	Tn
Vcol	1.87	Tn
% Vmuros	90%	...
% Vcol	10%	...
Caso	2	Muros Estructurales
Ro	6	Coefficiente Básico de Reducción

Fuente: Elaboración propia

**Dirección de análisis Y-Y**

**Figura 8**

*Cortante en los muros dirección Y-Y*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 10**

*Coefficiente básico de reducción dirección Y-Y*

Vbase	18.63	Tn
Vmuros	16.59	Tn
Vcol	2.04	Tn
% Vmuros	89%	...
% Vcol	11%	...
Caso	2	Muros estructurales
Ro	6	Coefficiente básico de reducción

Fuente: Elaboración propia

## b) Espectro

Los valores utilizados en la tabla 11, son de acuerdo a zona sísmica donde se encuentra ubicada la ciudad de Jaén, establecidos en la Norma E.030, los valores del tipo de suelo han sido tomadas del estudio que ha realizado el INDECI, para la ciudad de Jaén, en el que se agrupa en tres tipos de suelo, Sector III los suelos con una capacidad portante entre 0.85 – 0.90, Sector II los suelos con capacidad portante de 1.00 – 1.20 y el Sector I con valores de 1.30 a más, el plano detallado de lo descrito se presenta en el anexo 2

**Tabla 11**

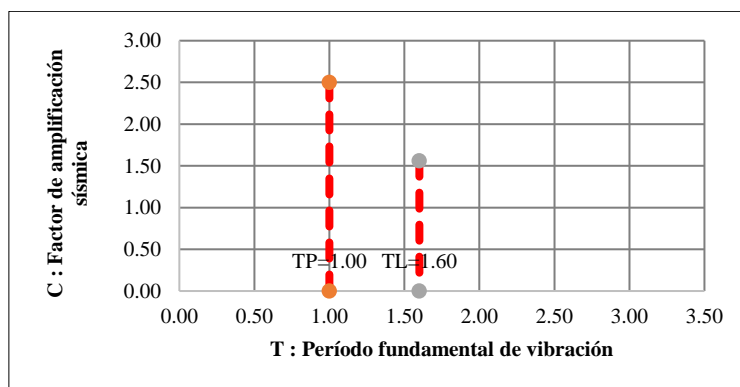
*Peligro sísmico*

Zona sísmica	tipo	Z2
Perfil de suelo	tipo	S3
Categoría de la edificación	tipo	C
Factor de zona	Z	0.25
Factor de amplificación del suelo	S	1.40
Periodo corto del suelo	Tp	1.00
Periodo largo del suelo	TL	1.60
Factor de uso o importancia	U	1.00
Coficiente básico de reducción sísmica	Ro	6.00
Factores de irregularidad en altura	Ia	1.00
Factores de irregularidad en planta	Ip	1.00
Coficiente de reducción sísmica	R	6.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 9**

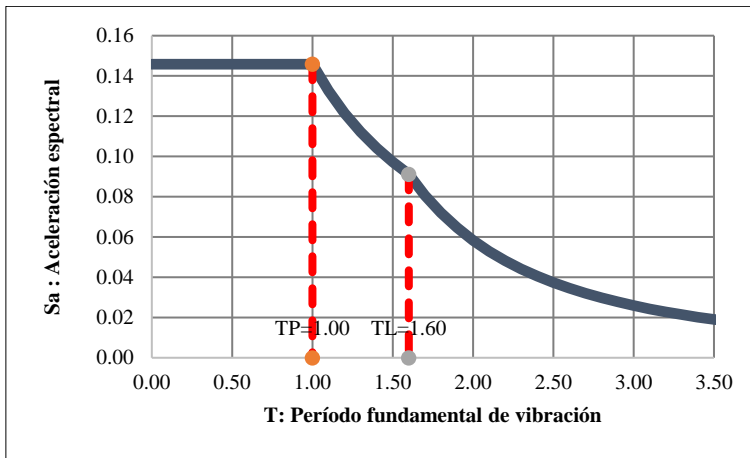
*Factor de amplificación sísmica*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Figura 10**

*Aceleración espectral*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**3.3. Desplazamientos, cortantes y derivas**

**a) Fuerza cortante mínima: V. Estática – V. Dinámica**

**Tabla 12**

*Períodos de la estructura Tx y Ty*

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.514	0.0076	0.8369
Modal	2	0.485	0.8461	0.0075
Modal	3	0.346	0.0003	0.0001
Tx =		0.485	Ty = 0.514	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1**

*Fuerza cortante mínima: V. Estática – V. Dinámica*

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Piso1	SDX Max	Bottom	0	71.3532	4.6848	742.9268	5.60E+01	846.9803
Piso1	SDY Max	Bottom	0	4.68E+00	70.6108	236.7937	842.1547	5.56E+01
Piso1	SEX	Bottom	0	18.627	0	159.3105	0	-88.4784
Piso1	SEY	Bottom	0	0	18.627	-48.1567	88.4784	0
V din X =		71.35	Tn	V din Y =		70.61	Tn	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

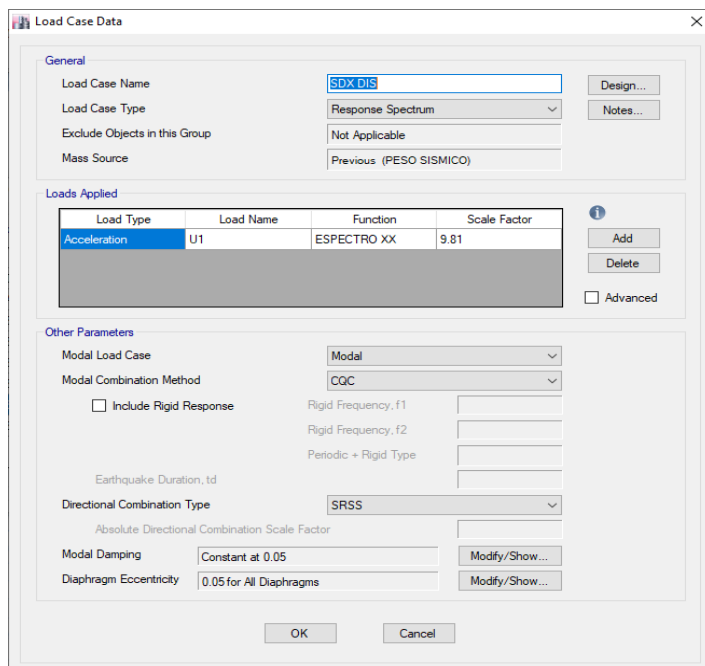
*Fuerza cortante en X*

<b>Vx</b>	
TP	1.00
TL	1.60
Tx	0.49
Ccal	2.50
Cmin	0.75 $C/R \geq 0.125$
Z	0.25 $Z2$
U	1.00 "A2"
S	1.40 S3
Cx	2.50
Rx	6.00 $R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$
Vest	18.63 $T_n$ 0.1458
80% Vest	14.90 $T_n$
Vdin	71.35 $T_n$
F.E.	0.21

Fuente: Elaboración propia

**Figura 11**

*Espectro en X*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 14**

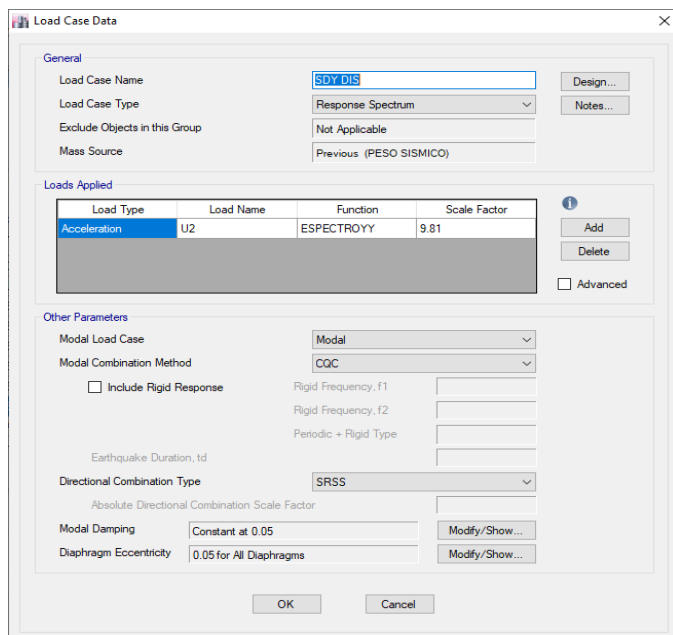
*Fuerza cortante en Y*

		<b>Vy</b>	
TP	1.00		
TL	1.60		
Ty	0.5140		
Ccal	2.50		
Cmin	0.38	C/R≥0.125	
Z	0.25	Z2	
U	1.00	"A2"	
S	1.40	S3	
Cy	2.50		
Ry	3.00	$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$	
Vest	18.63	Tn	0.2917
80% Vest	14.90	Tn	
Vdin	70.61	Tn	
F.E.	0.21		

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12**

*Espectro en Y*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

**b) Verificación de irregularidades en altura y en planta**

**Verificación de irregularidades en altura**

**Irregularidad de Rigidez - Piso Blando (0.75).** Cuando la rigidez lateral de un piso es inferior al 70% de la rigidez lateral del piso inmediatamente superior, o es inferior al 80% de la rigidez media de los tres niveles superiores adyacentes. “Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga”.

**Figura 13**

*Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección XX del software Etabs*

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
PISO5	SDX	17.353	0.001481	11719.333	1.1533	0.000125	0
PISO4	SDX	37.3721	0.002059	18147.669	2.4868	0.000174	0
PISO3	SDX	53.2315	0.002587	20578.915	3.5319	0.00022	0
PISO2	SDX	64.7401	0.003076	21048.145	4.2758	0.000255	0
PISO1	SDX	71.3532	0.002975	23985.582	4.6848	0.00023	0

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 15**

*Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección XX*

Piso	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	Lim2 (ton/m)	Verificación
Story5	11719.333			Regular
Story4	18147.669	8203.5331		Regular
Story3	20578.915	12703.3683		Regular
Story2	21048.145	14405.2405	13452.24453	Regular
Story1	23985.582	14733.7015	15939.92773	Regular
Factor de irregularidad				
Ia =				1.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 14**

*Irregularidad en dirección YY del software Etabs*

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
PISO5	SDY	1.1341	0.000126	0	17.4608	0.001517	11506.424
PISO4	SDY	2.4534	0.00018	0	37.3802	0.002186	17100.301
PISO3	SDY	3.498	0.000233	0	53.1607	0.002833	18761.707
PISO2	SDY	4.2543	0.000275	0	64.3961	0.003295	19541.633
PISO1	SDY	4.6848	0.000253	0	70.6108	0.002965	23814.739

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 16**

*Irregularidad Rigidez - Piso Blando en dirección YY*

Piso	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	Lim2 (ton/m)	Verificación
Story5	11506.424			Regular
Story4	17100.301	8054.4968		Regular
Story3	18761.707	11970.2107		Regular
Story2	19541.633	13133.1949	12631.58187	Regular
Story1	23814.739	13679.1431	14774.30427	Regular
Factor de irregularidad				
Ia=				1.00

Fuente: Elaboración propia

**Irregularidad extrema de rigidez (0.50).** Cuando la rigidez lateral en un piso es inferior al 60% de la rigidez lateral del piso inmediatamente superior o es inferior al 70% de la rigidez de la rigidez lateral media de los tres niveles superiores adyacentes en cualquiera de las direcciones de análisis. “Las rigideces laterales pueden determinarse como la relación entre la fuerza cortante entre pisos y el desplazamiento relativo correspondiente en el centro de masa., ambos evaluados para la misma condición de carga”.



**Tabla 17***Irregularidad extrema de rigidez en dirección XX*

Piso	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	Lim2 (ton/m)	Verificación
Story5	11719.333			Regular
Story4	18147.669	7031.5998		Regular
Story3	20578.915	10888.6014		Regular
Story2	21048.145	12347.349	11770.71397	Regular
Story1	23985.582	12628.887	13947.43677	Regular
Factor de irregularidad				
Ia=				1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19***Irregularidad extrema de rigidez en dirección YY*

Piso	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	Lim2 (ton/m)	Verificación
Story5	11506.424			Regular
Story4	17100.301	6903.8544		Regular
Story3	18761.707	10260.1806		Regular
Story2	19541.633	11257.0242	11052.63413	Regular
Story1	23814.739	11724.9798	12927.51623	Regular
Factor de irregularidad				
Ia=				1.00

Fuente: Elaboración propia

**Irregularidad de resistencia – piso débil.** “Cuando la resistencia de un entrepiso a las fuerzas cortantes en cualquier dirección de análisis es inferior al 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior”.

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

Ia= 1.00

**Irregularidad extrema de resistencia.** “Si la resistencia de un entrepiso a los esfuerzos cortantes en cualquier dirección de análisis es inferior al 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior”.

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

Ia= 1.00

**Irregularidad de masa o peso (0.90).** “Cuyo peso supere 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica a las azoteas o sótanos”.

**Figura 15**

*Irregularidad de masa o peso en dirección XY obtenido del software Etabs*

	Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Moment of Inertia tonf-m-s <sup>2</sup>	X Mass Center m	Y Mass Center m
▶	PISO5	D5	8.53451	8.53451	421.5831	2.8744	9.6571
	PISO4	D4	12.17066	12.17066	596.2765	2.8866	9.5048
	PISO3	D3	12.17066	12.17066	596.2765	2.8866	9.5048
	PISO2	D2	12.17066	12.17066	596.2765	2.8866	9.5048
	PISO1	D1	13.02763	13.02763	639.6512	2.8723	9.5789

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 18**

*Irregularidad de masa o peso en dirección XY*

Piso	M (ton- s <sup>2</sup> /m)	Lim 1 (ton- s <sup>2</sup> /m)	Lim 2 (ton- s <sup>2</sup> /m)	Verificación
Story5	8.53		18.255	Regular
Story4	12.17	12.795	18.255	Regular
Story3	12.17	18.255	18.255	Regular
Story2	12.17	18.255	19.545	Regular
Story1	13.03	18.255		Regular

Factor de irregularidad

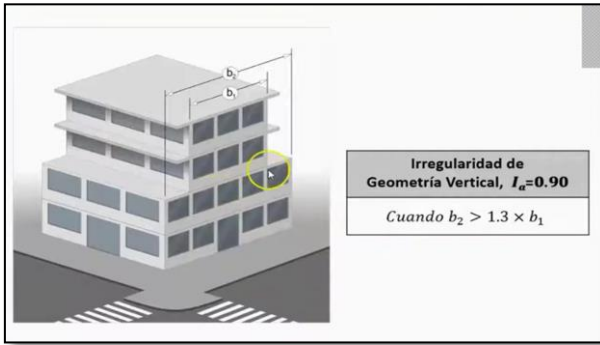
Ia= 1.00

Fuente: Elaboración propia

**Irregularidad geométrica vertical (0.90).** “Cuando la dimensión en planta de la estructura es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente, en cualquiera de las direcciones de análisis, este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos”.

**Figura 16**

*Irregularidad de geometría vertical*



Fuente: Elaboración propia

¿Irregularidad presente?

No

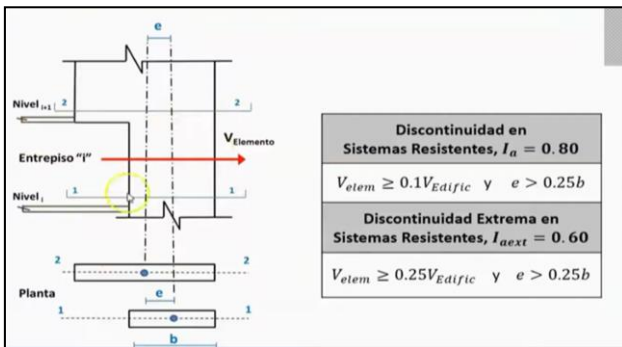
Factor de irregularidad

Ia= 1.00

**Discontinuidad en los sistemas resistentes (0.80).** “si en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento”.

**Figura 17**

*Discontinuidad en los sistemas resistentes*



Fuente: Elaboración propia software Etabs

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

Ia= 1.00

**Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes (0.60).** “Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total”.

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

Ia= 1.00

Factor de irregularidad en altura

Ia= 1.00

### Verificación de irregularidades en planta

**Irregularidad torsional (0.75).** Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, el mayor desplazamiento relativo de entrepiso en un lado del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es más que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los lados del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ). “Este criterio sólo se utiliza en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el mayor desplazamiento relativo de entrepiso es más que 50% del desplazamiento permisible”.

**Figura 18**

*Irregularidad torsional en dirección XX obtenido del software Etabs*

	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
▶	PISO5	SDX Max	X	0.012805	0.012081	1.06
	PISO4	SDX Max	X	0.011239	0.010628	1.057
	PISO3	SDX Max	X	0.009071	0.008599	1.055
	PISO2	SDX Max	X	0.00635	0.006035	1.052
	PISO1	SDX Max	X	0.003124	0.002975	1.05

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 19***Irregularidad torsional en dirección XX*

Piso	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	Verificación
Story5	0.012805	0.001566	0.012081	0.001453	1.08	Regular
Story4	0.011239	0.002168	0.010628	0.002029	1.07	Regular
Story3	0.009071	0.002721	0.008599	0.002564	1.06	Regular
Story2	0.006350	0.003226	0.006035	0.003060	1.05	Regular
Story1	0.003124	0.003124	0.002975	0.002975	1.05	Regular
Factor de irregularidad						
Ia=						1.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 19***Irregularidad torsional en dirección YY obtenido del software Etabs*

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
PISO5	SDY Max	Y	0.01283	0.012745	1.007
PISO4	SDY Max	Y	0.011325	0.011251	1.007
PISO3	SDY Max	Y	0.009144	0.009084	1.007
PISO2	SDY Max	Y	0.0063	0.006259	1.007
PISO1	SDY Max	Y	0.002984	0.002965	1.006

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 20.***Irregularidad torsional en dirección YY*

Piso	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	Verificación
Story5	0.01283	0.001505	0.012745	0.001494	1.01	Regular
Story4	0.011325	0.002181	0.011251	0.002167	1.01	Regular
Story3	0.009144	0.002844	0.009084	0.002825	1.01	Regular
Story2	0.006300	0.003316	0.006259	0.003294	1.01	Regular
Story1	0.002984	0.002984	0.002965	0.002965	1.01	Regular
Factor de irregularidad						
Ia=						1.00

Fuente: Elaboración propia

**Irregularidad torsional extrema (0.80).** Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, el mayor desplazamiento relativo de entrepiso en un lado del edificio ( $\Delta_{max}$ ) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es más que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los lados del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{prom}$ ). “Este criterio sólo se usa en edificaciones con diafragmas rígidos y sólo si el mayor desplazamiento relativo de entrepiso es más que 50% del desplazamiento permisible”.

**Tabla 21**

*Irregularidad torsional extrema en dirección XX*

<b>Piso</b>	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	<b>Verificaci<sup>o</sup>n</b>
Story5	0.012805	0.001566	0.012081	0.001453	1.08	Regular
Story4	0.011239	0.002168	0.010628	0.002029	1.07	Regular
Story3	0.009071	0.002721	0.008599	0.002564	1.06	Regular
Story2	0.006350	0.003226	0.006035	0.003060	1.05	Regular
Story1	0.003124	0.003124	0.002975	0.002975	1.05	Regular
Factor de irregularidad						
Ia= 1.00						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22**

*Irregularidad torsional extrema en dirección YY*

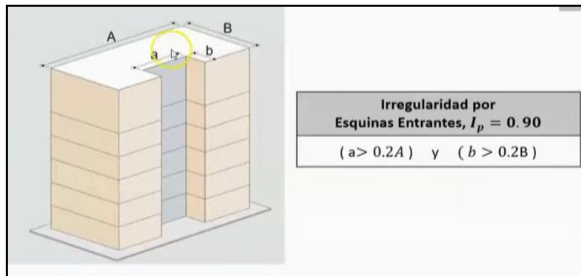
<b>Piso</b>	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	<b>Verificaci<sup>o</sup>n</b>
Story5	0.01283	0.001505	0.012745	0.001494	1.01	Regular
Story4	0.011325	0.002181	0.011251	0.002167	1.01	Regular
Story3	0.009144	0.002844	0.009084	0.002825	1.01	Regular
Story2	0.006300	0.003316	0.006259	0.003294	1.01	Regular
Story1	0.002984	0.002984	0.002965	0.002965	1.01	Regular
Factor de irregularidad						
Ia= 1.00						

Fuente: Elaboración propia

**Esquinas entrantes (0.90).** “Cuando las esquinas entrantes cuyas medidas en ambas direcciones son más que 20% de la correspondiente medida total en planta”.

**Figura 20**

*Esquinas entrantes*



Fuente: Elaboración propia

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

$I_a = 1.00$

**Discontinuidad del diafragma (0.85).** “Cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma”.

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

$I_a = 1.00$

**Sistemas no paralelos (0.90).** “Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no están paralelos. No se usa si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menos que  $30^\circ$  ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso”.

¿Irregularidad presente?

No

Factor de irregularidad

$I_a = 1.00$

Factor de irregularidad en planta

$I_a = 1.00$

### c) Desplazamientos

**Figura 21**

*Derivas por piso en el sentido XX obtenido del software Etabs*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
PISO5	DESPXX Max	X	0.002375	13	4.865	0	16.75
PISO4	DESPXX Max	X	0.003279	13	4.865	0	13.75
PISO3	DESPXX Max	X	0.004097	13	4.865	0	10.75
PISO2	DESPXX Max	X	0.004841	13	4.865	0	7.75
PISO1	DESPXX Max	X	0.00296	13	4.865	0	4.75

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 23**

*Derivas por piso en el sentido XX*

Story	Load Case/Combo	Direction (m)	Drif (m)	Drift < 0.007
Piso5	DESPXX	X	0.002375	<b>ok</b>
Piso4	DESPXX	X	0.003279	<b>ok</b>
Piso3	DESPXX	X	0.004097	<b>ok</b>
Piso2	DESPXX	X	0.004841	<b>ok</b>
Piso1	DESPXX	X	0.002960	<b>ok</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22.** *Derivas por piso en el sentido YY obtenido del software Etabs*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
PISO5	DESPYY Max	Y	0.002291	53	0	18.875	16.75
PISO4	DESPYY Max	Y	0.003301	53	0	18.875	13.75
PISO3	DESPYY Max	Y	0.004279	53	0	18.875	10.75
PISO2	DESPYY Max	Y	0.004976	53	0	18.875	7.75
PISO1	DESPYY Max	Y	0.002827	53	0	18.875	4.75

Fuente: Elaboración propia software Etabs

**Tabla 24**

*Derivas por piso en el sentido YY*

Story	Load Case/Combo	Direction (m)	Drif (m)	Drift < 0.007
Piso5	DESPYY	Y	0.002291	<b>ok</b>
Piso4	DESPYY	Y	0.003301	<b>ok</b>
Piso3	DESPYY	Y	0.004279	<b>ok</b>
Piso2	DESPYY	Y	0.004976	<b>ok</b>
Piso1	DESPYY	Y	0.002827	<b>ok</b>

Fuente: Elaboración propia



### III. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo específico, el cual consistió en diseñar una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se ha obtenido como resultado que se ha planteado en un lote típico de 6x20m de la ciudad de Jaén, que consta de cinco niveles, con los ambientes mencionados en la sección de resultados y los planos de distribución detallados en la sección de anexos. Sin embargo, para este objetivo se hace necesario diseñar viviendas también de una menor cantidad de pisos, que también son típicos en la ciudad de Jaén. Realizando la comparación con otras investigaciones relacionadas con esta, se tiene la realizada por Flores y Reyes (2020) en la que tuvieron como muestra de estudio una vivienda de 7x6.90m, que constó de dos pisos y una altura de 2.60m por piso; también se puede comparar con la investigación de Pérez y Tequen (2021) en la que analizaron un edificio multifamiliar de cinco niveles que contó con un área total de 214m<sup>2</sup> y por último también se puede comparar con el estudio de Carrasco y Villanueva (2019) en cuya investigación analizaron edificaciones de 3, 4 y 5 niveles con un área techada de 102m<sup>2</sup>. De la comparación de los resultados obtenidos con los obtenidos por otros investigadores, se puede deducir que el área elegida para el diseño y la distribución de la vivienda multifamiliar son similares a la de los autores citados, por lo que se contrastan los resultados por guardar similitud.

Habiendo desarrollado el segundo objetivo específico, el cual consistió en analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a fuerzas sísmicas, del cual se han obtenido como resultados que los coeficientes básicos de reducción en la dirección X-X son: 18.63 tn en la base, 16.76tn en muros y 1.87tn en columnas; mientras que en la dirección Y-Y son: 18.63 en la base, 16.59tn en muros y 2.04tn en columnas, siendo el coeficiente básico de reducción  $R_o=6$  para ambas direcciones. Realizando la comparación con otras investigaciones relacionadas con esta, se puede mencionar la realizada por Barcia y Lindao (2020) en la que obtuvieron como resultado que con el uso de concreto celular se cumple con la factibilidad técnica y presenta un comportamiento estructural que cumple con los parámetros de las normas técnicas, también se puede compara con la tesis de Oliveros y Tapahuasco (2019) en la que obtuvieron como resultado que el 80% de la fuerza estática basal en la estructura de concreto convencional es de 338.92 t, y su cortante basal dinámica tiene un valor de 354.23 t. y para la de concreto liviano el 80% de su fuerza estática basal dio un resultado 202.72t y su cortante basal dinámica un valor de 219.03 y por último se compara con la investigación de Góngora

y Huamán (2015) en la que obtuvieron como resultado que los desplazamientos laterales máximos de entrepiso de concreto estructural son menores en un 16.68% con relación a la de estructura de concreto celular. Luego de realizar estas comparaciones se puede deducir que los resultados se contrastan por tener cierta similitud y haber analizado también edificaciones con el uso de concreto celular para la conformación de sus elementos estructurales.

Luego de desarrollar el tercer y último objetivo planteado en esta investigación, el cual consistió en determinar los desplazamientos, cortantes y derivas de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , del cual se han obtenido como resultados que la fuerza cortante en la dirección X es de 71.35tn y la fuerza cortante en la dirección Y es de 70.61tn; realizando la verificación de las irregularidades, se obtuvo como resultado que no existe irregularidades tanto en altura ni en planta; con respecto a los desplazamientos se ha obtenido como resultados, desplazamientos en la dirección X, valores de 0.002375, 0.003279, 0.004097, 0.004841 y 0.002960 para los pisos 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente; mientras que en la dirección Y, se han obtenido desplazamientos de 0.002291, 0.003301, 0.004297, 0.004976 y 0.002827 para los pisos 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente, cumpliendo para ambas direcciones de análisis de no superar el desplazamiento máximo de 0.007 establecido por la norma E.030 Diseño Sismorresistente. Realizando la comparación con otras investigaciones relacionadas con esta, se puede mencionar la realizada por Castañeda (2020) en la que obtuvo como resultado que la albañilería armada es más conservador su comportamiento sísmico a comparación de la albañilería confinada, cuya reducción de desplazamiento es hasta un 40.60% en X y 34.64% en Y, y una baja vibración de hasta 23.24%; por su parte Pérez y Tequen (2021) obtuvieron como resultado que los desplazamientos del sistema de albañilería confinada van distantes de los máximos permitidos por la NTP, por que no exceden el 20% de lo establecido, a diferencia del sistema aperticado que llega al 50% y por último se compara con la tesis de Flores y Reyes (2020) en la que obtuvieron como resultado que al elaborar muros con concreto celular a comparación del concreto convencional resulta viable, más económico un 31% y tiene un óptimo desempeño sísmico. De estas comparaciones se puede deducir que con el uso de concreto celular si se cumple con todos los parámetros establecidos por la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

Con respecto al primer objetivo específico, el cual consistió en diseñar una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye que, si es factible técnicamente realizar el diseño de este tipo de edificación haciendo uso de concreto celular en la conformación de sus elementos estructurales, por cumplir con todos los parámetros sismorresistentes.

Habiendo desarrollado el segundo objetivo específico, el cual es analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a fuerzas sísmicas, se concluye que la vivienda multifamiliar analizada si tiene un comportamiento estructural aceptable.

Luego de desarrollar el tercer y último objetivo planteado en esta investigación, el cual consistió en determinar los desplazamientos, cortantes y derivas de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye que una vivienda diseñada con concreto celular cumple con los parámetros de desplazamientos, cortantes y derivas establecidas por la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

### **4.2. Recomendaciones**

Después de haber desarrollado el primer objetivo específico, el cual se tenía que diseñar una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se recomienda analizar viviendas familiares con otra cantidad de pisos y con otras dimensiones que pueden existir de lotes típicos en la ciudad de Jaén.

Habiendo desarrollado el segundo objetivo específico, el cual consistió en analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a fuerzas sísmicas, se recomienda analizar el comportamiento estructural con otro software especializado para este tipo de análisis, para establecer si existen similitud o diferencias entre los resultados.

Luego de desarrollar el tercer y último objetivo planteado en esta investigación, el cual consistió en determinar los desplazamientos, cortantes y derivas de una vivienda multifamiliar de cinco niveles utilizando concreto celular  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se recomienda realizar el modelamiento también de una vivienda con concreto convencional para identificar las similitudes o diferencias con el concreto celular.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amasifuen Cachique, H., & Ocaña Neyra, M. (2022). *Influencia del poliestireno expandido como reductor de cargas muertas en el análisis estructural de losas aligeradas, Jaén 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93724>
- Arbito Contreras, G. V. (2016). *Concreto celular para uso estructural* [Tesis de posgrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25669>
- Ayuque Ccora, J. (2017). *Tecnología de la construcción compuesta en perfiles de Acero Liviano-concreto celular para vivienda multifamiliares en suelos de baja capacidad portante* [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio institucional de la Universidad Alas Peruanas. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/1756>
- Barcia Ruiz, K. M., & Lindao Farias, A. M. (2020). *Estudio de factibilidad para la aplicación de bloques de concreto celular a edificaciones en la ciudad de Guayaquil* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49452>
- Baris, B., Erdem, C., Alper, A., Ismail Ozan, D., Ugur U., Zafer, E., koray B., Ahmet, Y. (2019). Seismic behavior and improvement of autoclaved aerated concrete infill walls. *ELSEVIER*, 193, 68-81. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.05.032>
- Carrasco Zurita, E. L., & Villanueva Livaque, J. R. (2019). *Modelado Estructural y Diseño Sísmico de una Edificación de Albañilería Confinada de 3, 4 Y 5 Niveles para la Ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/245>
- Castañeda Cieza, G. (2020). *Comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar proyectado con sistemas de albañilería armada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/23839>
- Cervantes Plasencia, J. F. (2020). *Comparación del comportamiento estructural de viviendas considerando columnas y vigas autoconstruidas y las diseñadas según norma E020, E030, E060, en los sectores Mollepampa y La Paccha de la ciudad de*

- Cajamarca, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/24721>
- Cevallos Macias, A. E., & Gonzabay Asencio, M. O. (2020). *Diseño de un sistema estructural para losas de piso empleando losetas de mortero celular* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5364>
- Contreras, G. D. (2018). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Obtenido de [https://www.academia.edu/28516918/Costos\\_y\\_presupuestos\\_en\\_edificaciones\\_vol\\_1\\_1\\_](https://www.academia.edu/28516918/Costos_y_presupuestos_en_edificaciones_vol_1_1_)
- Coveñas Coveñas, C., & Valle Rimaycuna, Y. C. (2019). *Diseño de bloques de concreto celular con fibras sintéticas para muros no estructurales en viviendas unifamiliares en la ciudad de Piura, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54618>
- Enriquez Sanchez, V. M., & Orbegoso Castillo, J. D. (2020). *Diseño de un concreto celular con la aplicación de perlas de poliestireno para mejorar la resistencia a compresión. Tarapoto, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54623>
- Flores Constante, J. D., & Reyes Vera, F. W. (2020). *Diseño de un sistema estructural para vivienda de interés social usando la metodología de paredes portantes con mortero celular* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5312>
- Gokmen, F., Binici, B., Aldemir, A., Taghipur, A., & Erdem, C. (2019). Seismic behavior of autoclaved aerated concrete low rise buildings with reinforced wall panels. *Springer Link*(17), 3933–3957. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10518-019-00630-3>
- Huaman Flores, E. A., & Sanchez Medina, J. S. (2020). *Obtención de las propiedades del concreto celular para su aplicación en el análisis sísmico de edificios de muros de ductilidad limitada* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de

- Arequipa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11628>
- Lazo Arraya, J. (2017). *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, analisis de sus propiedades y sus aplicaciones* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2381>
- Mathios Diaz, M. A., & Cotrina Uriarte, N. (2021). *Propuesta de diseño sismoresistente y su relación con el desempeño de un edificio multifamiliar de albañilería confinada, con bloques de concreto celular, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín - 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio institucional de la Universidad Científica del Sur. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1361>
- Mendoza, C. P. (2016). *Estudio de la viabilidad en el uso de concreto celular para viviendas unifamiliares en la ciudad de Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/530>
- Merino Campoverde, J. E., & Meza Bure, L. A. (2022). *Evaluación del comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/453>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*. Obtenido de [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E030\\_RM-355-2018-VIVIENDA\\_Peruano.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma E.020 - Cargas*. Obtenido de [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_020.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf)
- Mohammad Abdur, R., & Suriya Prakash, S. (2018). Mechanical characterisation of fiber reinforced cellular lightweight concrete for structural application of masonry. *RAIITH*. Obtenido de <http://raiith.iith.ac.in/id/eprint/4341>

- Oliveros Andrade, E. A., & Tapahuasco Guillén, D. (2019). *Influencia del concreto liviano en el desempeño sísmico de una vivienda multifamiliar de 10 pisos ubicada en Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/628219>
- Orrillo Vega, O. E. (2023). *Estudio comparativo de la respuesta estructural al considerar la normativa Sismoresistente E030 2003, 2016 y 2018 para la edificación de la galería comercial “Leguia” en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5815>
- Patiño Mendoza, C. (2009). *Estudio de la viabilidad en el uso de concreto celular para viviendas unifamiliares en la ciudad de Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/530>
- Pérez Carrasco, E. J., & Tequen Acha, Y. J. (2021). *Comparativo Estructural del Sistema Aporticado y Albañilería Confinada de un Edificio Multifamiliar, Jaén – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/285>
- Rafael, E. M. (20 de noviembre de 2019). *es.scribd*. Obtenido de es.scribd: <https://es.scribd.com/document/379788218/TESIS-SISTEMA-APORTICADO-docx>
- Torres Calvay, F. A. (2023). *Desplazamientos laterales en edificaciones de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/520>
- Yoc Chamalé, J. A. (2018). *abricación y evaluación experimental de unidades de mampostería de concreto celular de espuma preformada* [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional de la Universidad San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/8820>

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, mi eterno agradecimiento a Dios, por guiarme en cada uno de mis proyectos planeados y por ser el artífice principal de cada una de nuestras vidas.

A mis padres, les estoy eternamente agradecido y seguiré luchando para seguir logrando cada uno de mis objetivos trazados y poder retribuir lo que hicieron y están haciendo por mí, para que de esta manera se sientan orgullosos y felices.

A mi asesor, el ingeniero José Luis Piedra Tineo, por su apoyo permanente durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación.



## **DEDICATORIA**

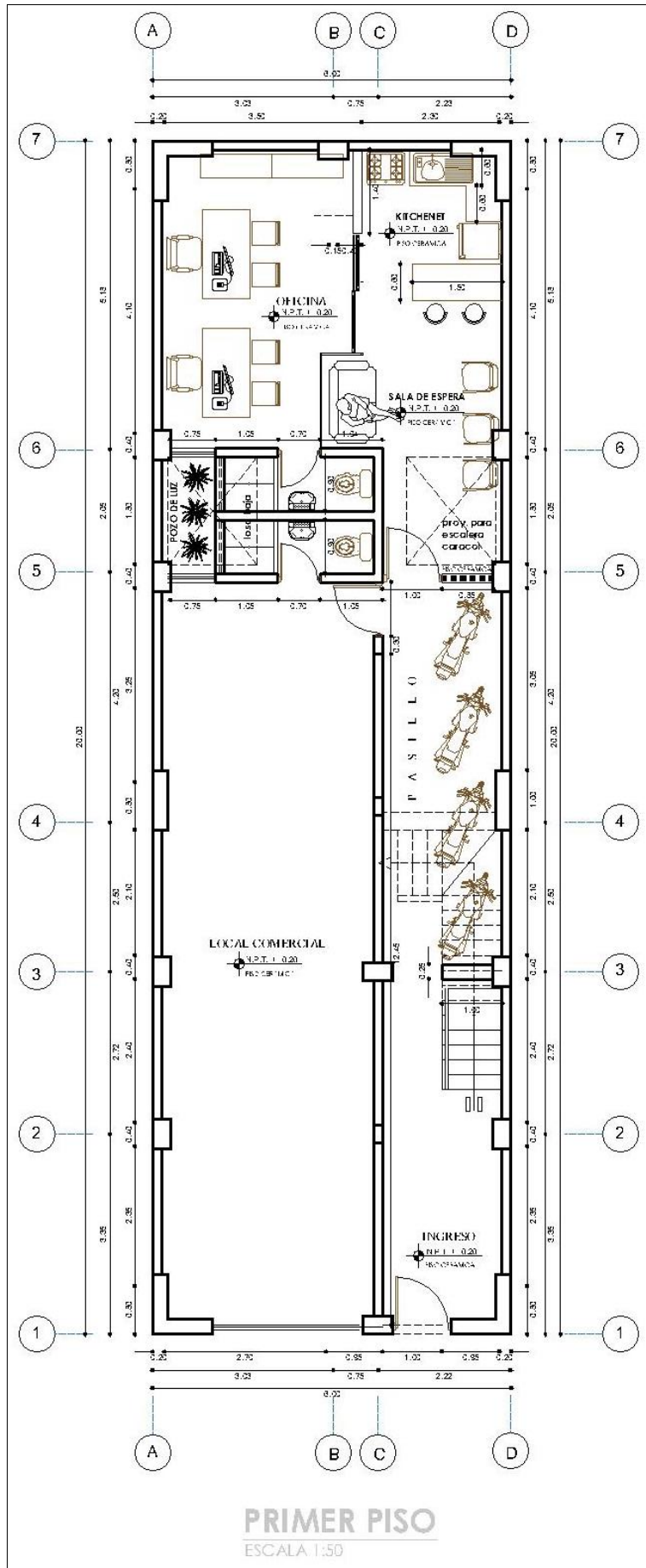
Dedico este logro, a Dios, por brindarme su bendición cada día mi vida y por permitirme gozar de buena salud.

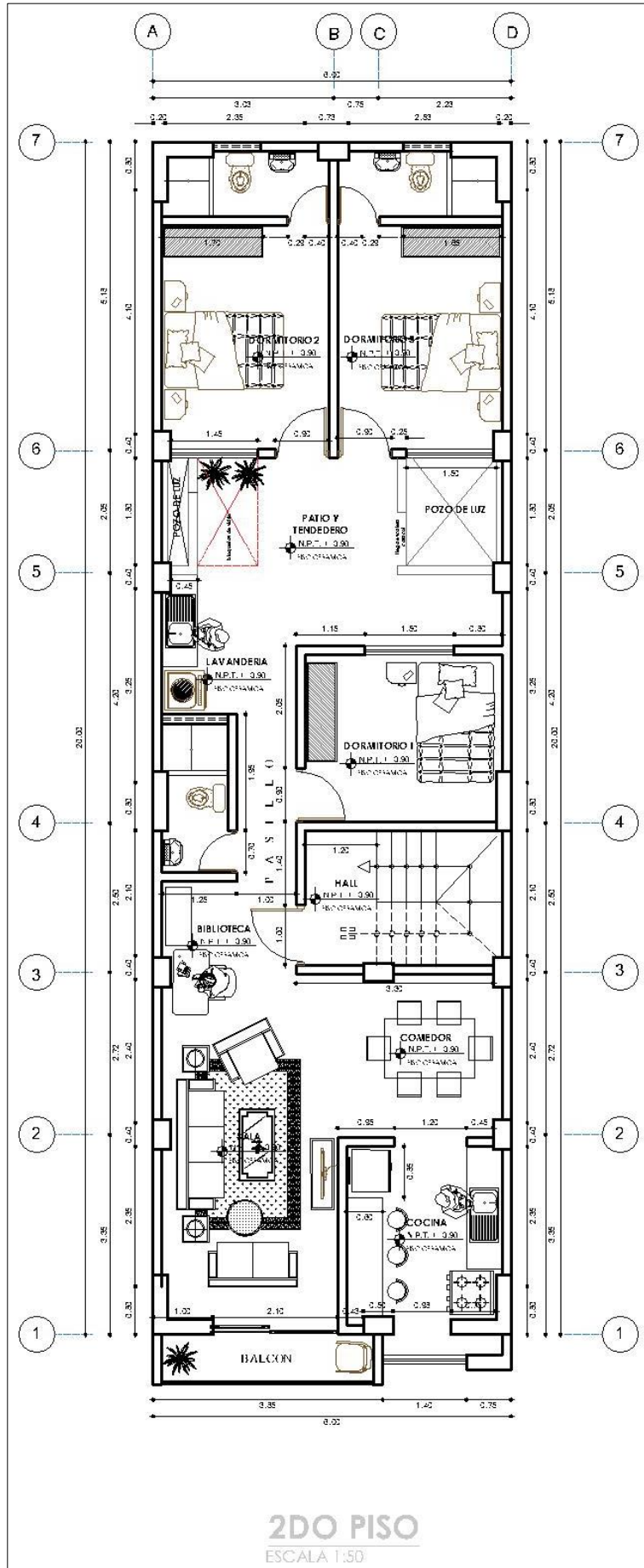
También dedico esta investigación, a mis padres, que en mi vida y cada uno de mis proyectos son la razón, gracias a ellos estoy yendo por el camino del bien.

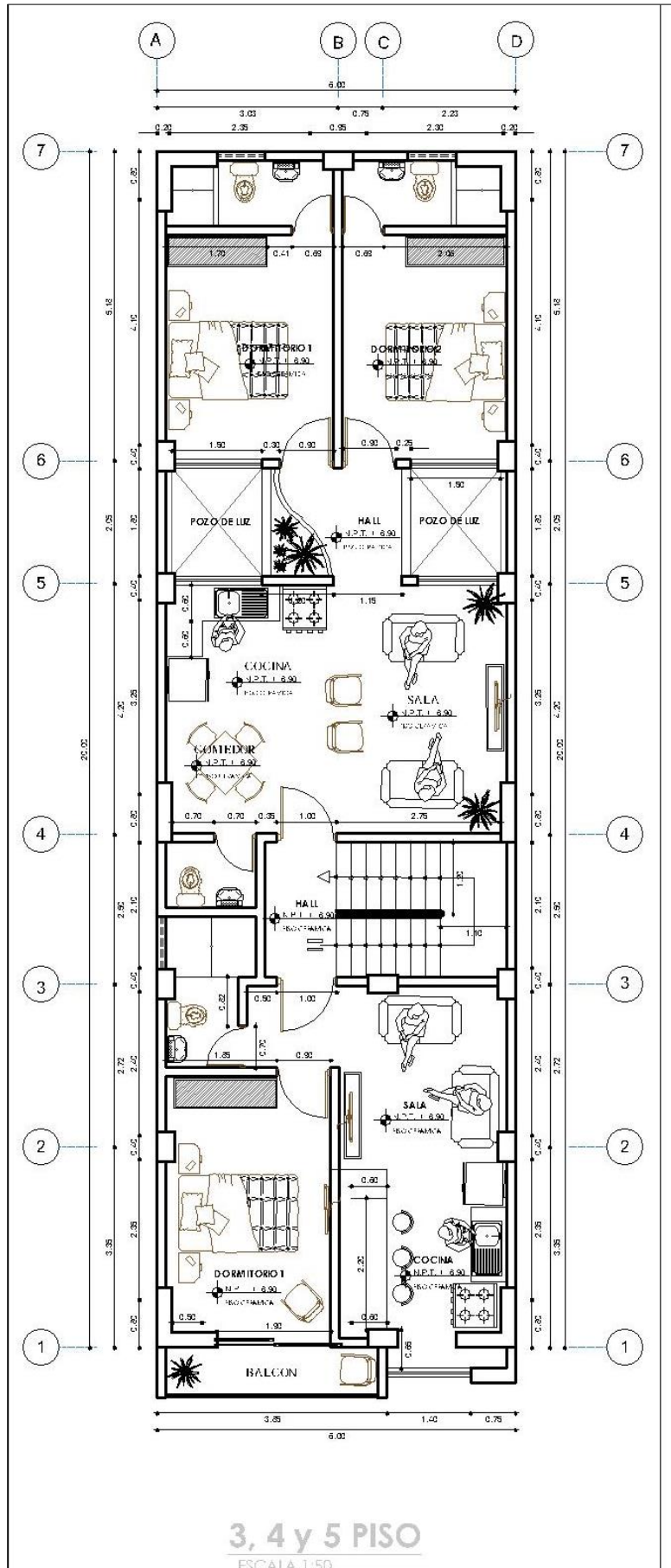
A mis familiares y amigos, por estar siempre dispuestos a apoyarme en cada etapa de mi formación profesional y durante toda mi vida.

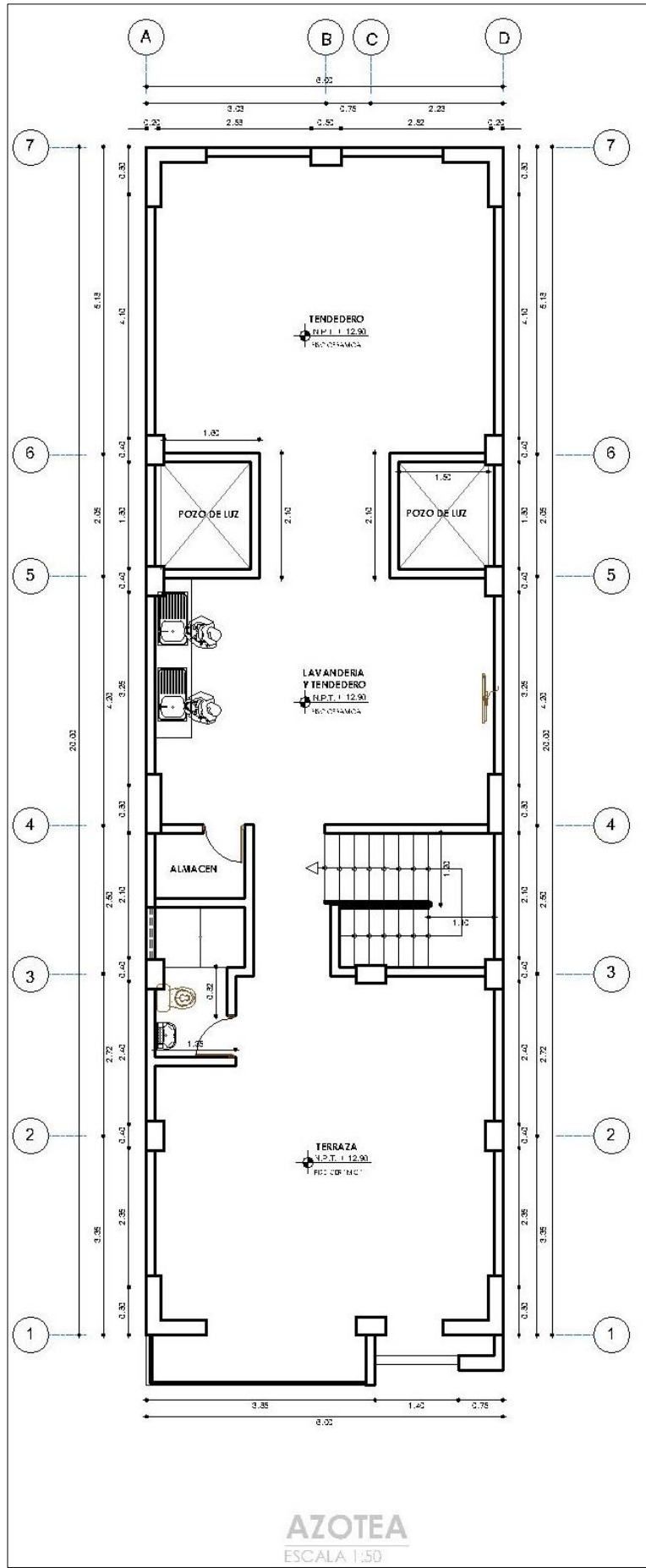
## **ANEXOS**

### **Anexo 1. PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES**



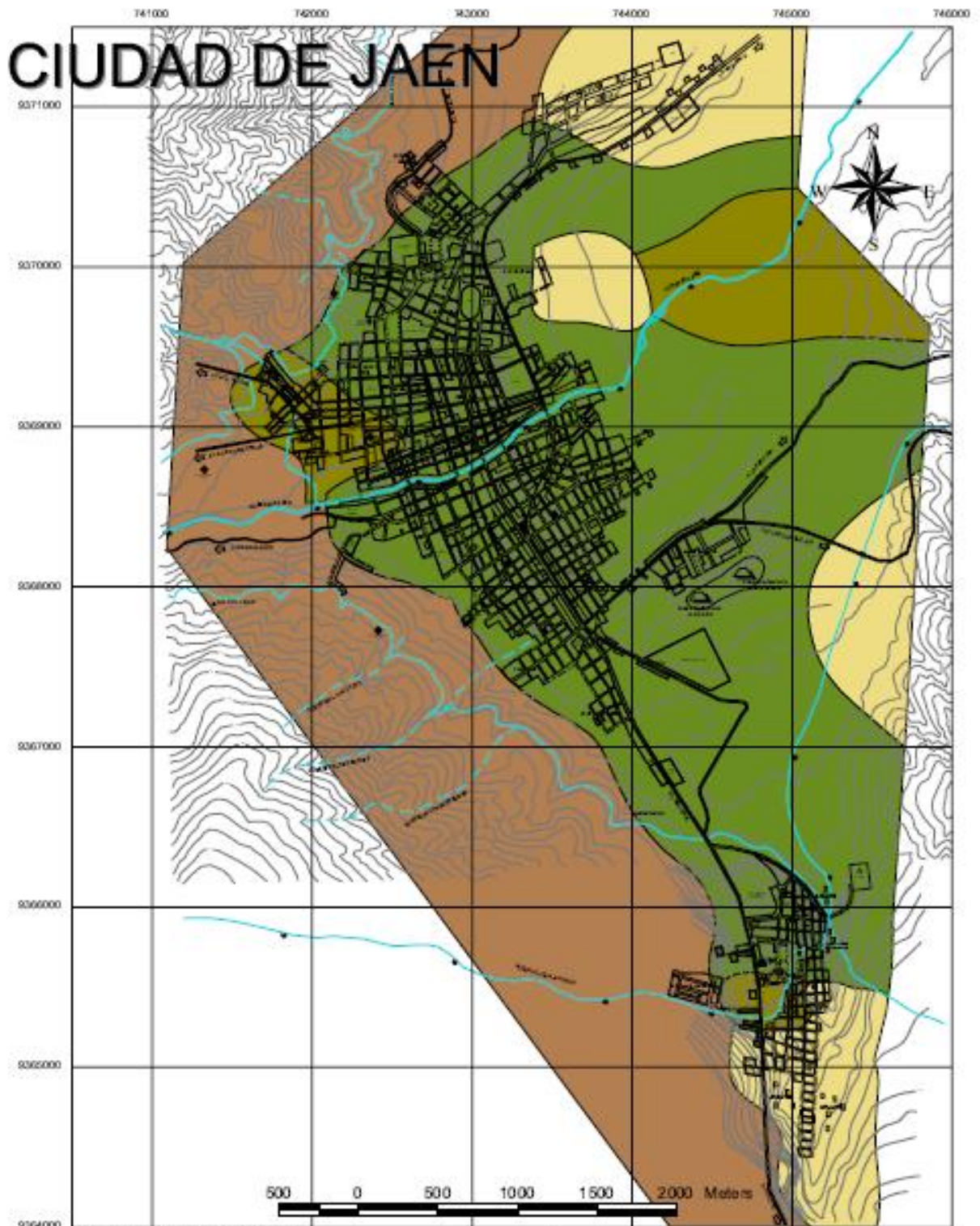






AZOTEA  
 ESCALA 1:50

**Anexo 2. ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE JAÉN DE ACUERDO  
A LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**



FUENTE: MAPA DE PELIGROS - DICIEMBRE 2004

LEYENDA				
SECTOR	SIMBOLO	CLASIFICACION (LUC)	DESCRIPCION	GRUPO (MATERIALES)
I		ROCA	Aluvial	1.30 a 1995
II		EP, EP-AM, EP-UC	Area polivalente gravelica Area polivalente gravelica-arcillosa Area polivalente gravelica-arcillosa	0.70 - 1.00
		EC, EM, EC-EM	Area arcillosa o Area limosa Area con filon	1.10 - 1.20
III		CL, ML, (M)	Area y linea marginal de tipo pedregal - Kaim-Bo.	0.65 - 0.90



PROYECTO:	INDECI - PNUJ - PER / 02 / 051	
	<b>CIUDADES SOSTENIBLES</b>	
ESTUDIO:	PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAEN	
DESCRIPCION:	MAPA GEOTECNICO	LAMINA N°:
FECHA:	OCTUBRE - 2005	ESCALA:
		<b>16</b>



### **Anexo 3. DISEÑO DE LOSA ALIGERADA**

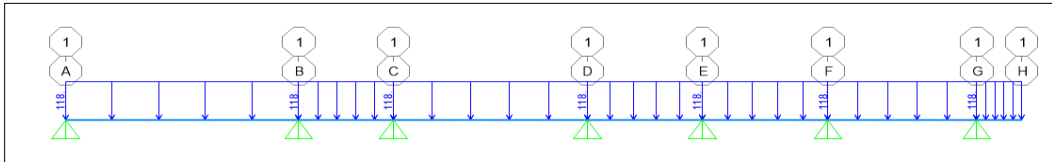
DATOS		
<b>F'c</b>	<b>175.00</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>F'y</b>	<b>4,200.00</b>	kg/cm <sup>2</sup>

METRADO DE CARGAS				
<b>CM</b>			<b>CV</b>	
Peso propio	0.195	T/m <sup>2</sup>	S/C	0.200 T/m <sup>2</sup>
Piso terminac	0.100	T/m <sup>2</sup>	TOTAL	<b>0.200</b> T/m <sup>2</sup>
TOTAL	<b>0.295</b>	T/m <sup>2</sup>	<b>CARGA/ML VIGUETA</b>	<b>0.080</b> T/m
<b>CARGA/ML VIGUETA</b>	<b>0.118</b>	T/m		

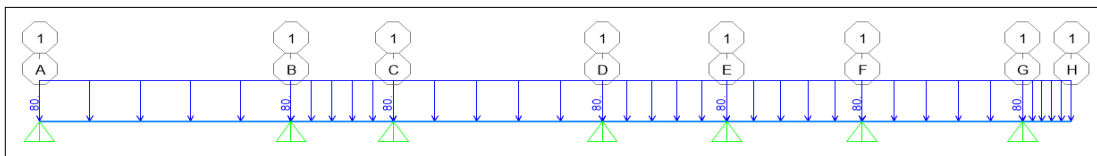
**Carga Asignada**

CM	0.295	T/m <sup>2</sup>
CV	0.200	T/m <sup>2</sup>
TOTAL	<b>0.753</b>	T/m <sup>2</sup>
<b>CARGA/ML VIGUETA</b>	<b>0.301</b>	T/m

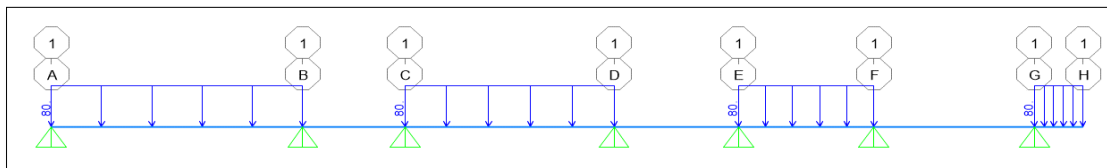
**CARGA MUERTA**



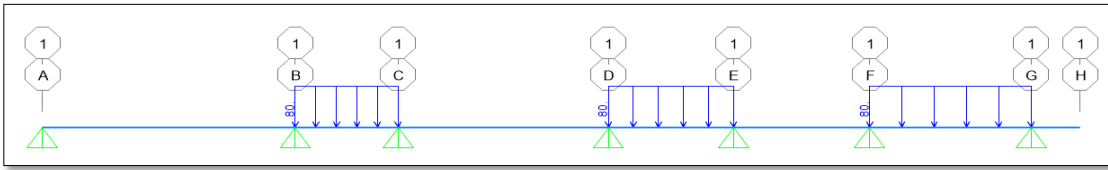
**CARGA VIVA 1**



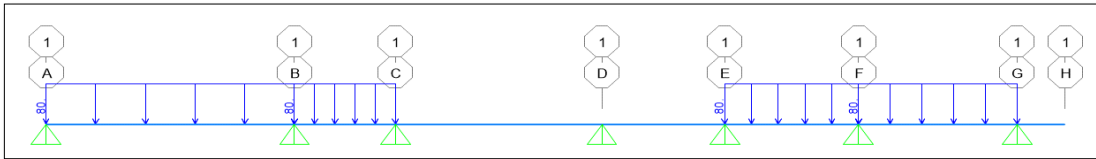
**CARGA VIVA 2**



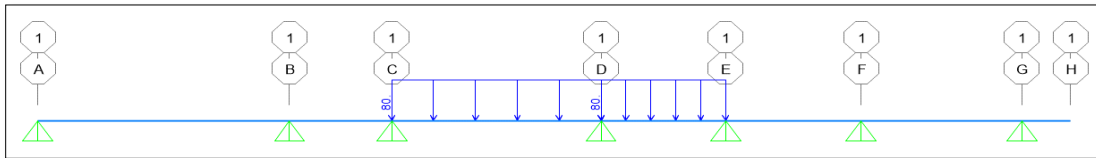
**CARGA VIVA 3**



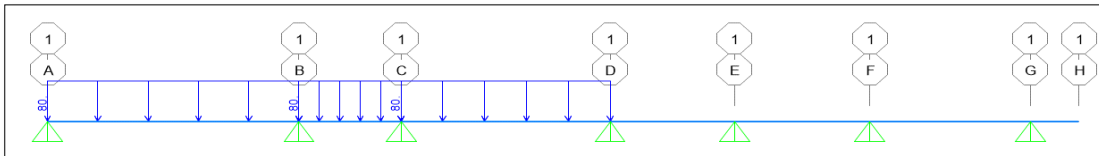
**CARGA VIVA 4**



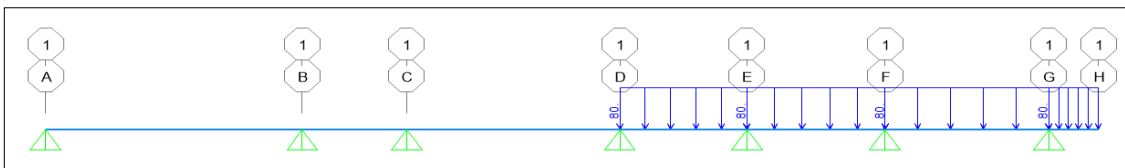
**CARGA VIVA 5**



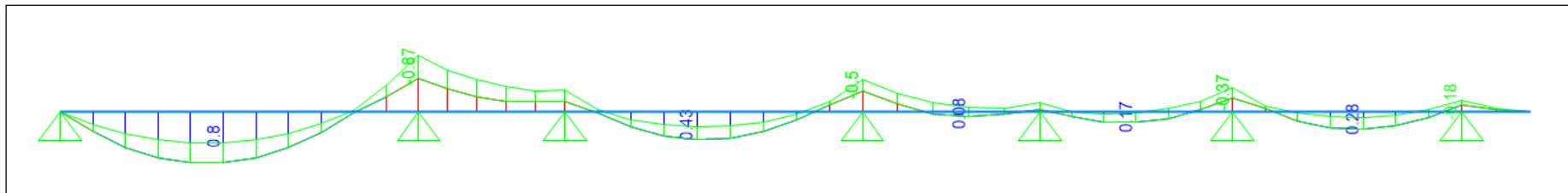
**CARGA VIVA 6**



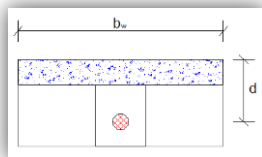
**CARGA VIVA 7**



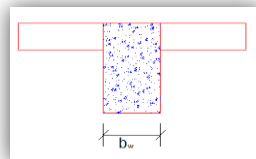
## RESULTADOS DE MOMENTOS FLECTORES



**b w para Momento Positivo M+**



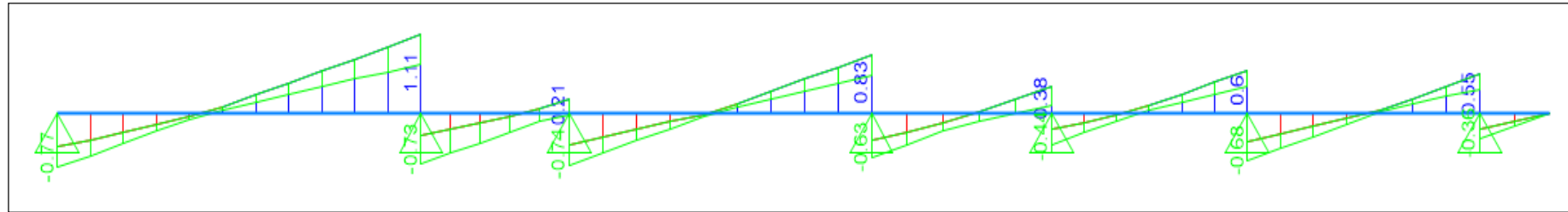
**b w para Momento Positivo M+**



DATOS PARA DISEÑO POR FLEXIÓN					
F'c	175.00	M -		M+	
F'y	4200.00	Espesor 20		cm	
Area $\Phi$ 3/8"	0.71	b w	10	b w	40
Area $\Phi$ 1/2"	1.29	d	17	d	17
Area $\Phi$ 5/8"	1.98				

		EJE 1	EJE 2	EJE 3	EJE 4	EJE 5	EJE 6	EJE 7
	N E C G A R M T A O I S M V E O D N S E T O A P O L Y A O S	<b>0.00</b>	<b>0.87</b>	<b>0.34</b>	<b>0.50</b>	<b>0.15</b>	<b>0.37</b>	<b>0.18</b>
<b>Mu</b>		0	87000	34000	50000	15000	37000	18000
<b>Ku</b>		0.00	30.10	11.76	17.30	5.19	12.80	6.23
<b>ρ1</b>		0.0000	0.0089	0.0032	0.0049	0.0014	0.0035	0.0017
<b>As calculado</b>		<b>0.00</b>	<b>1.51</b>	<b>0.55</b>	<b>0.83</b>	<b>0.24</b>	<b>0.60</b>	<b>0.29</b>
<b>As mínimo</b>		<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>
<b>As a colocar</b>		<b>0.57</b>	<b>1.51</b>	<b>0.57</b>	<b>0.83</b>	<b>0.57</b>	<b>0.60</b>	<b>0.57</b>
<b>Area Φ 3/8"</b>		-	1.00	-	-	-	-	-
<b>Area Φ 1/2"</b>		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Area Φ 5/8"</b>		-	-	-	-	-	-	-
		<b>1.29</b>	<b>2.00</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>
		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
		ENTRE EJES 1-2	ENTRE EJES 2-3	ENTRE EJES 3-4	ENTRE EJES 4-5	ENTRE EJES 5-6	ENTRE EJES 6-7	
	P O S I T I V O S	<b>0.80</b>	<b>0.00</b>	<b>0.43</b>	<b>0.08</b>	<b>0.17</b>	<b>0.28</b>	
<b>Mu</b>		80000	0	43000	8000	17000	28000	
<b>Ku</b>		6.92	0.00	3.72	0.69	1.47	2.42	
<b>ρ1</b>		0.0019	0.0000	0.0010	0.0002	0.0004	0.0006	
<b>As calculado</b>		<b>1.27</b>	<b>0.00</b>	<b>0.68</b>	<b>0.12</b>	<b>0.27</b>	<b>0.44</b>	
<b>As mínimo</b>		<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	
<b>As a colocar</b>		<b>1.27</b>	<b>0.57</b>	<b>0.68</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	
<b>Area Φ 3/8"</b>		-	-	-	-	-	-	
<b>Area Φ 1/2"</b>		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
<b>Area Φ 5/8"</b>		-	-	-	-	-	-	
		<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	
		ok	ok	ok	ok	ok	ok	

## RESULTADOS DE FUERZAS CORTANTES



### DISEÑO POR FUERZA CORTANTE

#### 1. Cortante que resiste el aligerado

$$V_n = 1,220.80$$

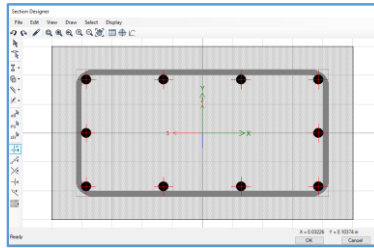
#### 2. Cortante obtenida del analisis

DATOS PARA DISEÑO POR CORTANTE			
<b>F'c</b>	175.00	<b>V+ y V -</b>	
<b>Fy</b>	4200.00	<b>Espesor</b>	20
		<b>b w</b>	10
<b>Wu</b>	0.30	<b>d</b>	17

## **Anexo 4. DISEÑO DE COLUMNAS**

## DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL

10 Ø 5/8"



### 1.1 Puntos del digrama de iteracion de la columna R de 30X50 extraido de Etabs

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	158.1579	0	0
2	158.1579	0	2.9731
3	153.6445	0	4.5722
4	138.2318	0	5.839
5	121.045	0	6.9363
6	102.417	0	7.8237
7	81.434	0	8.5022
8	54.8875	0	8.9689
9	46.1482	0	9.3985
10	33.2445	0	9.7827
11	13.5643	0	9.3048
12	-7.3187	0	7.4151
13	-39.5385	0	4.2721
14	-63.9117	0	1.6512
15	-75.5998	0	0

Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	158.1579	0	0
2	158.1579	5.1972	0
3	155.384	7.6491	0
4	140.0276	9.8366	0
5	123.7728	11.6749	0
6	106.6534	13.1805	0
7	87.3305	14.4692	0
8	65.2236	15.6292	0
9	56.5499	17.0056	0
10	44.2733	18.676	0
11	27.6798	18.3007	0
12	1.5671	15.1324	0
13	-20.4198	11.2794	0
14	-57.7307	3.9719	0
15	-75.5998	0	0

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	158.1579	0	0
2	158.1579	0	-2.9731
3	153.6445	0	-4.5722
4	138.2318	0	-5.839
5	121.045	0	-6.9363
6	102.417	0	-7.8237
7	81.434	0	-8.5022
8	54.8875	0	-8.9689
9	46.1482	0	-9.3985
10	33.2445	0	-9.7827
11	13.5643	0	-9.3048
12	-7.3187	0	-7.4151
13	-39.5385	0	-4.2721
14	-63.9117	0	-1.6512
15	-75.5998	0	0

Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	158.1579	0	0
2	158.1579	-5.1972	0
3	155.384	-7.6491	0
4	140.0276	-9.8366	0
5	123.7728	-11.6749	0
6	106.6534	-13.1805	0
7	87.3305	-14.4692	0
8	65.2236	-15.6292	0
9	56.5499	-17.0056	0
10	44.2733	-18.676	0
11	27.6798	-18.3007	0
12	1.5671	-15.1324	0
13	-20.4198	-11.2794	0
14	-57.7307	-3.9719	0
15	-75.5998	0	0



### 1.2 Cargas actuantes en la columna R parte inferior y superior

TOP										
Story	Column	Unique Name	Load Case/Comb o	Station m	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO2	C1	5	CM	2.45	-18.9814	-1.0322	-0.3108	-9.00 E - 04	0.3311	0.9843
PISO2	C1	5	CV	2.45	-4.5881	-0.5059	-0.0603	-2.00 E - 04	0.0667	0.4974
PISO2	C1	5	SDX DIS	2.45	6.6446	1.7315	0.5505	0.0286	0.5562	1.7895
PISO2	C1	5	SDY DIS	2.45	4.2487	0.1888	5.386	0.0123	5.3588	0.1936

BOTTON										
Story	Column	Unique Name	Load Case/Comb o	Station m	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO2	C1	5	CM	0	-19.6638	-1.0322	-0.3108	-9.00 E - 04	-0.4304	-1.5447
PISO2	C1	5	CV	0	-4.5881	-0.5059	-0.0603	-2.00 E - 04	-0.0811	-0.742
PISO2	C1	5	SDX DIS	0	6.6446	1.7315	0.5505	0.0286	0.7929	2.4531
PISO2	C1	5	SDY DIS	0	4.2487	0.1888	5.386	0.0123	7.8374	0.2689

### 1.3 Combinaciones de carga para Top (parte superior del elemento)

Dead	18.9814	-1.0322	-0.3108	-0.0009	0.3311	0.9843
CV	4.5881	-0.5059	-0.0603	-0.0002	0.0667	0.4974
SDX Max	6.6446	1.7315	0.5505	0.0286	0.5562	1.7895
SDY Max	4.2487	0.1888	5.386	0.0123	5.3588	0.1936

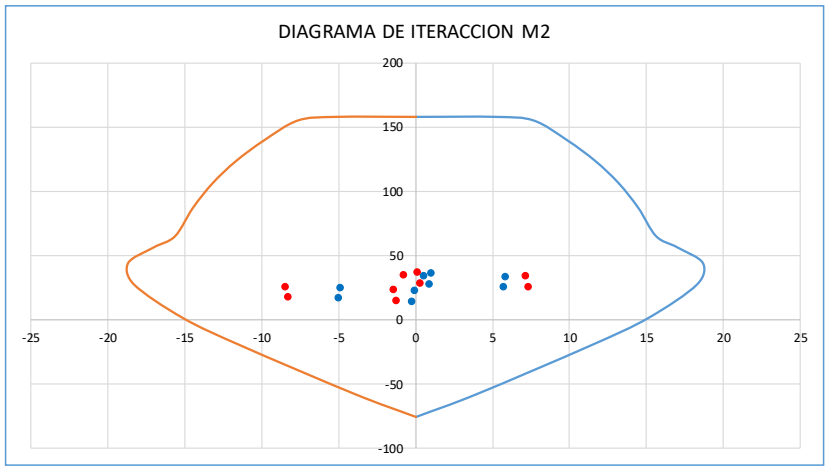
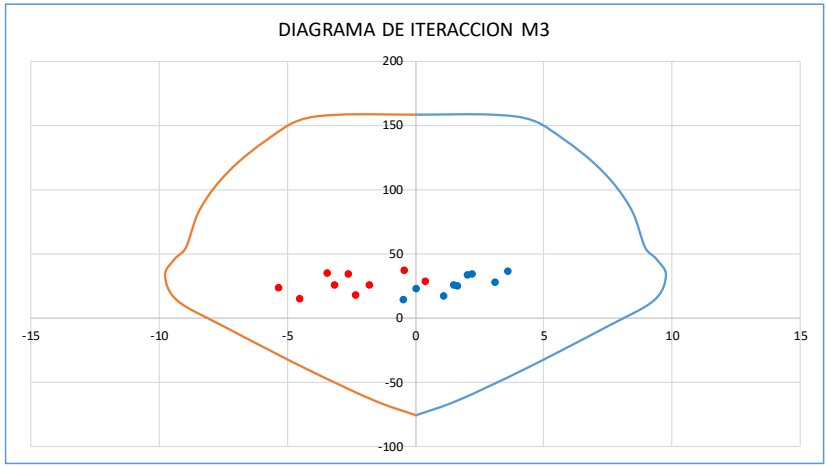
COMB1	34.37373	-2.30511	-0.53763	-0.0016	0.57693	2.2236
COMB2	36.106475	-0.191125	0.086625	0.027225	1.05345	3.641625
COMB3	22.817275	-3.654125	-1.014375	-0.029975	-0.05895	0.062625
COMB4	33.710575	-1.733825	4.922125	0.010925	5.85605	2.045725
COMB5	25.213175	-2.111425	-5.849875	-0.013675	-4.86155	1.658525
COMB6	27.85715	0.34721	0.21651	0.02761	0.91422	3.12303
COMB7	14.56795	-3.11579	-0.88449	-0.02959	-0.19818	-0.45597
COMB8	25.46125	-1.19549	5.05201	0.01131	5.71682	1.52713
COMB9	16.96385	-1.57309	-5.71999	-0.01329	-5.00078	1.13993

### 1.4 Combinaciones de carga para Botton (parte inferior del elemento)

Dead	19.6638	-1.0322	-0.3108	-0.0009	-0.4304	-1.5447
CV	4.5881	-0.5059	-0.0603	-0.0002	-0.0811	-0.742
SDX Max	6.6446	1.7315	0.5505	0.0286	0.7929	2.4531
SDY Max	4.2487	0.1888	5.386	0.0123	7.8374	0.2689

COMB1	35.32909	-2.30511	-0.53763	-0.0016	-0.74043	-3.42398
COMB2	36.959475	-0.191125	0.086625	0.027225	0.153525	-0.405275
COMB3	23.670275	-3.654125	-1.014375	-0.029975	-1.432275	-5.311475
COMB4	34.563575	-1.733825	4.922125	0.010925	7.198025	-2.589475
COMB5	26.066175	-2.111425	-5.849875	-0.013675	-8.476775	-3.127275
COMB6	28.47131	0.34721	0.21651	0.02761	0.33255	0.39507
COMB7	15.18211	-3.11579	-0.88449	-0.02959	-1.25325	-4.51113
COMB8	26.07541	-1.19549	5.05201	0.01131	7.37705	-1.78913
COMB9	17.57801	-1.57309	-5.71999	-0.01329	-8.29775	-2.32693

### 1.5 Diagrama de iteracion de columna R y cargas actuantes



**DISEÑO DE ESTRIBOS**

**2.1 Puntos del digrama de iteracion de la columna R sin factor de reduccion**

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3199	0	0
2	243.3199	0	4.574
3	236.3761	0	7.0341
4	212.6643	0	8.983
5	186.2231	0	10.6712
6	157.5646	0	12.0365
7	125.2831	0	13.0804
8	84.4424	0	13.7982
9	63.9429	0	13.0226
10	40.4383	0	11.8996
11	15.0715	0	10.3387
12	-8.1319	0	8.2389
13	-43.9317	0	4.7468
14	-71.013	0	1.8346
15	-83.9998	0	0

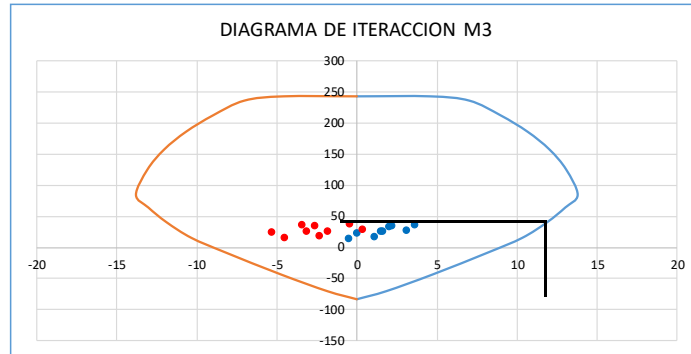
Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3199	0	0
2	243.3199	7.9957	0
3	239.0524	11.7679	0
4	215.427	15.1332	0
5	190.4196	17.9614	0
6	164.0822	20.2777	0
7	134.3546	22.2603	0
8	100.344	24.0449	0
9	78.3556	23.5629	0
10	53.8538	22.7173	0
11	30.7553	20.3342	0
12	1.7413	16.8137	0
13	-22.6886	12.5327	0
14	-64.1453	4.4132	0
15	-83.9998	0	0

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3199	0	0
2	243.3199	0	-4.574
3	236.3761	0	-7.0341
4	212.6643	0	-8.983
5	186.2231	0	-10.6712
6	157.5646	0	-12.0365
7	125.2831	0	-13.0804
8	84.4424	0	-13.7982
9	63.9429	0	-13.0226
10	40.4383	0	-11.8996
11	15.0715	0	-10.3387
12	-8.1319	0	-8.2389
13	-43.9317	0	-4.7468
14	-71.013	0	-1.8346
15	-83.9998	0	0

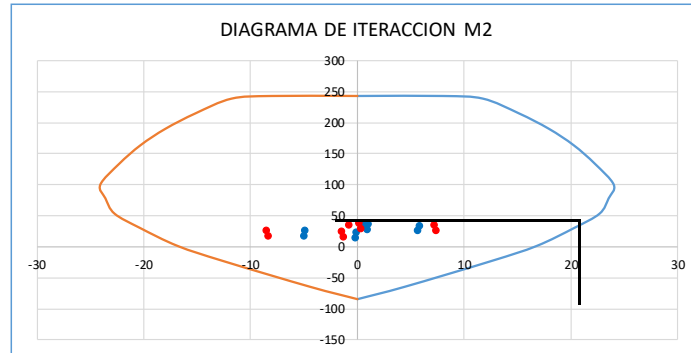
Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3199	0	0
2	243.3199	-7.9957	0
3	239.0524	-11.7679	0
4	215.427	-15.1332	0
5	190.4196	-17.9614	0
6	164.0822	-20.2777	0
7	134.3546	-22.2603	0
8	100.344	-24.0449	0
9	78.3556	-23.5629	0
10	53.8538	-22.7173	0
11	30.7553	-20.3342	0
12	1.7413	-16.8137	0
13	-22.6886	-12.5327	0
14	-64.1453	-4.4132	0
15	-83.9998	0	0

## 2.2 Diagrama de iteracion de la columna R y cargas actuantes

### PARA SISMO EN X



### PARA SISMO EN Y



db	1.5875	cm
dbt	0.9525	cm
Mni	12.00	t-m
Mni	12.00	t-m
hn	2.45	m
Vu	9.80	tn
Vs	11.52	
Av	1.42	cm <sup>2</sup>
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
d	24	cm
s1=	12.42	cm
s2=	12.7	cm
s3=	12.5	cm
s4=	10	cm
Lo1	0.408	cm
Lo2	25	cm
Lo3	50	cm
s1'	25.4	cm
s2'	45.72	cm
s3'	25.00	cm
s4'	30.00	cm
Usar: 1@0.05 8@0.10, R @ 0.20		

## 2.3 Cargas Actuantes Resuminas

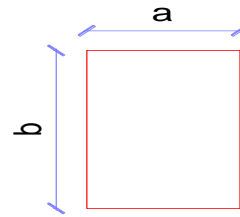
<b>FUERZAS INTERNAS (TOP)</b>					
<b>LOAD CASE</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>M2 (Tonf-m)</b>	<b>M3 (Tonf-m)</b>	<b>V2 (Tonf)</b>	<b>V3 (Tonf)</b>
D	18.9814	0.3311	0.9843	-1.0322	-0.3108
L	4.5881	0.0667	0.4974	-0.5059	-0.0603
SX	6.6446	0.5562	1.7895	1.7315	0.5505
SY	4.2487	5.3588	0.1936	0.1888	5.386
COMBO 1	34.37373	0.57693	2.2236	-2.30511	-0.53763
COMBO 2	36.106475	1.05345	3.641625	-0.191125	0.086625
COMBO 3	22.817275	-0.05895	0.062625	-3.654125	-1.014375
COMBO 4	33.710575	5.85605	2.045725	-1.733825	4.922125
COMBO 5	25.213175	-4.86155	1.658525	-2.111425	-5.849875
COMBO 6	27.85715	0.91422	3.12303	0.34721	0.21651
COMBO 7	14.56795	-0.19818	-0.45597	-3.11579	-0.88449
COMBO 8	25.46125	5.71682	1.52713	-1.19549	5.05201
COMBO 9	16.96385	-5.00078	1.13993	-1.57309	-5.71999

<b>FUERZAS INTERNAS (BOTTON)</b>					
<b>LOAD CASE</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>M2 (Tonf-m)</b>	<b>M3 (Tonf-m)</b>	<b>V2 (Tonf)</b>	<b>V3 (Tonf)</b>
D	19.6638	-0.4304	-1.5447	-2.30511	-0.53763
L	4.5881	-0.0811	-0.742	-0.191125	0.086625
SX	6.6446	0.7929	2.4531	-3.654125	-1.014375
SY	4.2487	7.8374	0.2689	-1.733825	4.922125
COMBO 1	35.32909	-0.74043	-3.42398	-2.30511	-0.53763
COMBO 2	36.959475	0.153525	-0.405275	-0.191125	0.086625
COMBO 3	23.670275	-1.432275	-5.311475	-3.654125	-1.014375
COMBO 4	34.563575	7.198025	-2.589475	-1.733825	4.922125
COMBO 5	26.066175	-8.476775	-3.127275	-2.111425	-5.849875
COMBO 6	28.47131	0.33255	0.39507	0.34721	0.21651
COMBO 7	15.18211	-1.25325	-4.51113	-3.11579	-0.88449
COMBO 8	26.07541	7.37705	-1.78913	-1.19549	5.05201
COMBO 9	17.57801	-8.29775	-2.32693	-1.57309	-5.71999

## **Anexo 5. DISEÑO DE VIGAS**

1- DESCRIPCION: VP (0.25x0.55m)

Lado "a": 0.25 m  
 Lado "b": 0.55 m



2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal

As min=

4.04 cm<sup>2</sup>

As Superior:

Varilla   
 N# 2

area varilla= 1.99 cm<sup>2</sup>  
 area total= 3.98 cm<sup>2</sup>

Varilla   
 N# 1

area varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>  
 area total= 1.29 cm<sup>2</sup>

Σ= **5.27** cm<sup>2</sup> "ok"

As Inferior:

Varilla   
 N# 2

area varilla= 1.99 cm<sup>2</sup>  
 area total= 3.98 cm<sup>2</sup>

Varilla   
 N# 1

area varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>  
 area total= 1.29 cm<sup>2</sup>

Σ= **5.27** cm<sup>2</sup> "ok"

Acero Transversal

§ Zona de Confinamiento:

\* 2h= 1.10 m  
 => el mayor **1.10** m

§ Espaciamiento en zona de confinamiento

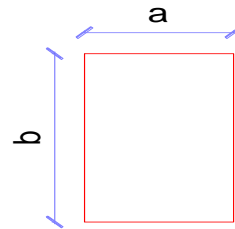
\* 8db<sub>menor</sub>= 13 cm  
 \* d/4= 12 cm  
 \* 24db<sub>estribo</sub>= 23 cm  
 \* 300mm= 30 cm  
 => el menor **12** cm

**As en estribos a usar ø3/8: 1 @ 0.05m, 11@ 0.10m, resto @0.20m**

1- DESCRIPCION: VP (0.15x0.40m)

Lado "a": 0.15 m

Lado "b": 0.40 m



2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal As min=

1.68 cm<sup>2</sup>

As Superior:

Varilla

N# 2

area varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

Σ= **2.58** cm<sup>2</sup>

"ok"

As Inferior:

Varilla

N# 2

area varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

Σ= **2.58** cm<sup>2</sup>

"ok"

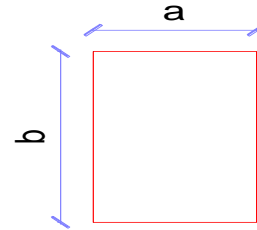
As en estribos a usar **ø3/8: 1 @ 0.05m, 4@ 0.10m, resto @0.25m**



1- DESCRIPCION: VS (0.25x0.40m)

Lado "a": 0.25 m

Lado "b": 0.40 m



## 2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal As min= 2.81 cm<sup>2</sup>

### As Superior:

Varilla  $\boxed{\varnothing 5/8''}$  rea varilla= 1.99 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 3.98 cm<sup>2</sup>

$\Sigma$ = **3.98** cm<sup>2</sup> "ok"

### As Inferior:

Varilla  $\boxed{\varnothing 5/8''}$  rea varilla= 1.99 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 3.98 cm<sup>2</sup>

$\Sigma$ = **3.98** cm<sup>2</sup> "ok"

### Acero Transversal

§ Zona de Confinamiento:

\* 2h= 0.80 m

=> el mayor **0.80** m

§ Espaciamiento en zona de confinamiento

\* 8db<sub>menor</sub>= 13 cm

\* d/4= 9 cm

\* 24db<sub>estribo</sub>= 23 cm

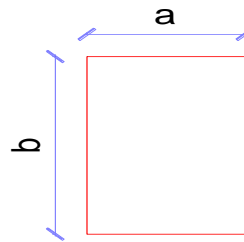
\* 300mm= 30 cm

=> el menor **9** cm

**As en estribos a usar  $\varnothing 3/8$ : 1 @ 0.05m, 8 @ 0.10m, resto @0.20m**

1- DESCRIPCION: VB (0.25x0.40m)

Lado "a": 0.25 m  
 Lado "b": 0.40 m



2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal As min= 2.81 cm<sup>2</sup>

As Superior:

Varilla	∅ 5/8"	rea varilla=	1.99 cm <sup>2</sup>	
N#	2	area total=	3.98 cm <sup>2</sup>	
		Σ=	<b>3.98 cm<sup>2</sup></b>	"ok"

As Inferior:

Varilla	∅ 5/8"	rea varilla=	1.99 cm <sup>2</sup>	
N#	2	area total=	3.98 cm <sup>2</sup>	
		Σ=	<b>3.98 cm<sup>2</sup></b>	"ok"

Acero Transversal

§ Zona de Confinamiento:

*	2h=	0.80 m
	=> el mayor	<b>0.80 m</b>

§ Espaciamiento en zona de confinamiento

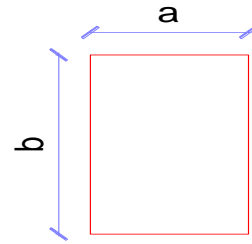
*	8db <sub>menor</sub> =	13 cm
*	d/4=	9 cm
*	24db <sub>estribo</sub> =	0 cm
*	300mm=	30 cm
	=> el menor	<b>0 cm</b>

**As en estribos a usar ∅3/8: 1 @ 0.05m, resto @ 0.1m**

1- DESCRIPCION: VB (0.15x0.20m)

Lado "a": 0.15 m

Lado "b": 0.20 m



2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal As min= 0.79 cm<sup>2</sup>

As Superior:

Varilla  $\varnothing 1/2"$  rea varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

$\Sigma$ = 2.58 cm<sup>2</sup> "ok"

As Inferior:

Varilla  $\varnothing 1/2"$  rea varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

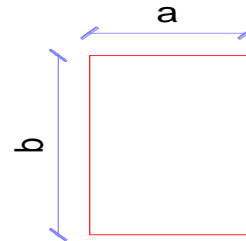
$\Sigma$ = 2.58 cm<sup>2</sup> "ok"

As en estribos a usar  $\varnothing 3/8$ : 1 @ 0.05m, 5 @ 0.10m, resto @0.25m

1- DESCRIPCION: VCH (0.25x0.20m)

Lado "a": 0.25 m

Lado "b": 0.20 m



2.- ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)

Acero Longitudinal As min= 1.31 cm<sup>2</sup>

As Superior:

Varilla  $\varnothing 1/2"$  rea varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

$\Sigma$ = 2.58 cm<sup>2</sup> "ok"

As Inferior:

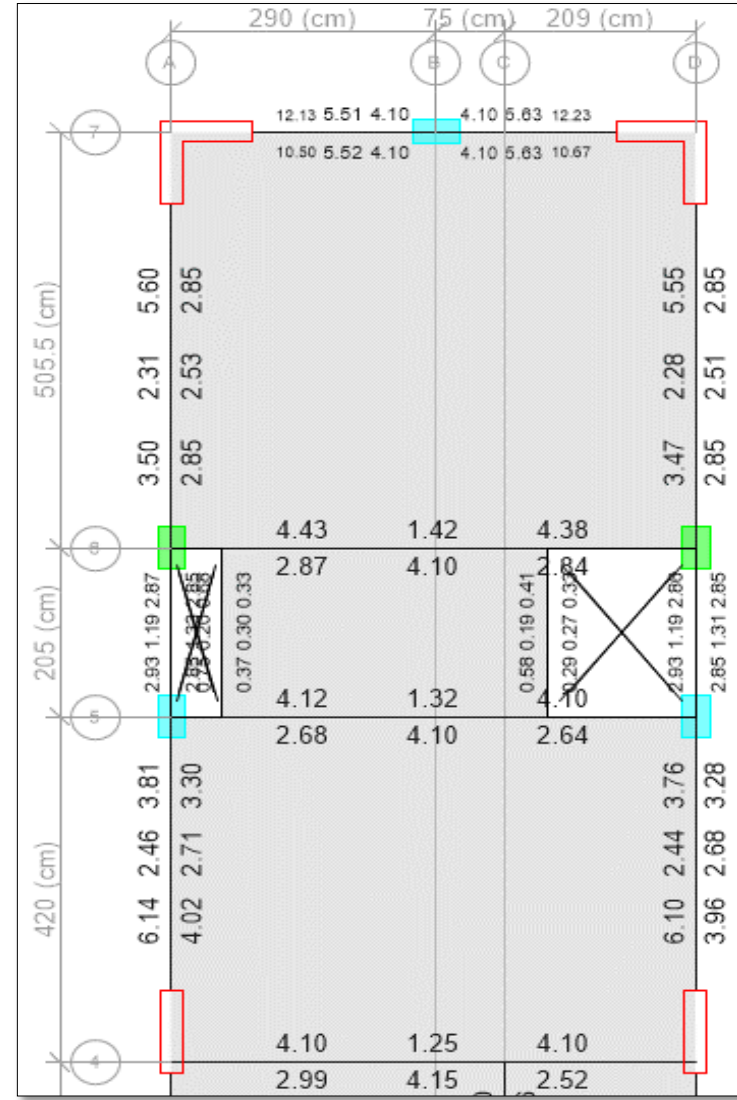
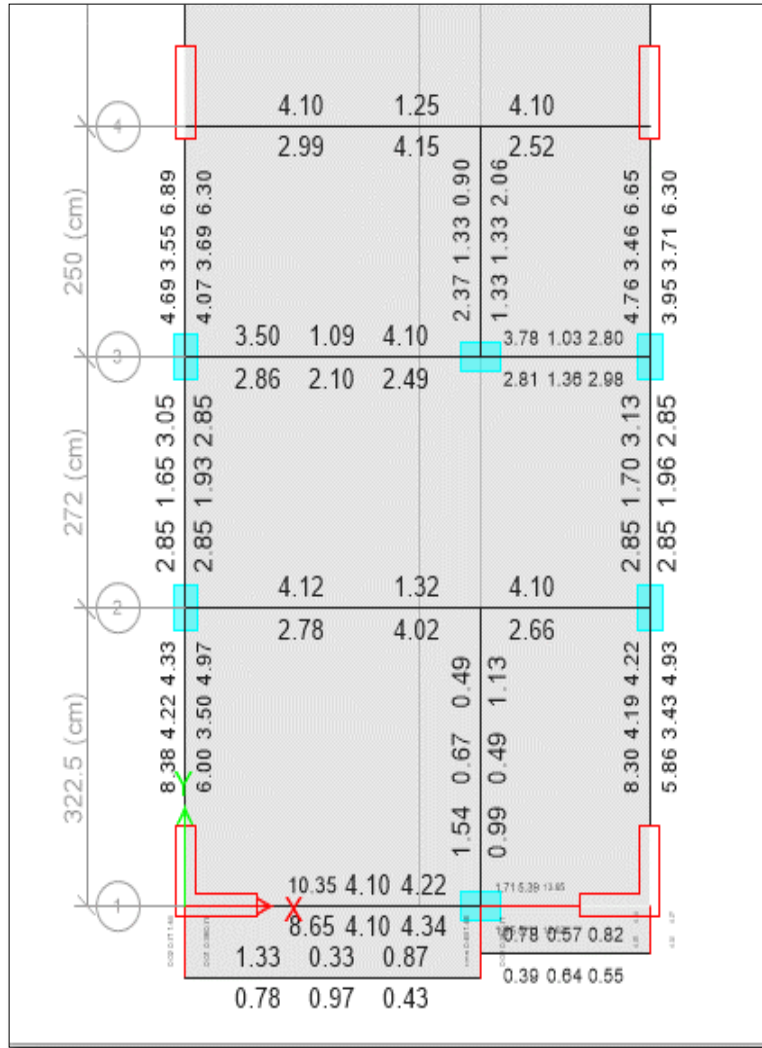
Varilla  $\varnothing 1/2"$  rea varilla= 1.29 cm<sup>2</sup>

N# 2 area total= 2.58 cm<sup>2</sup>

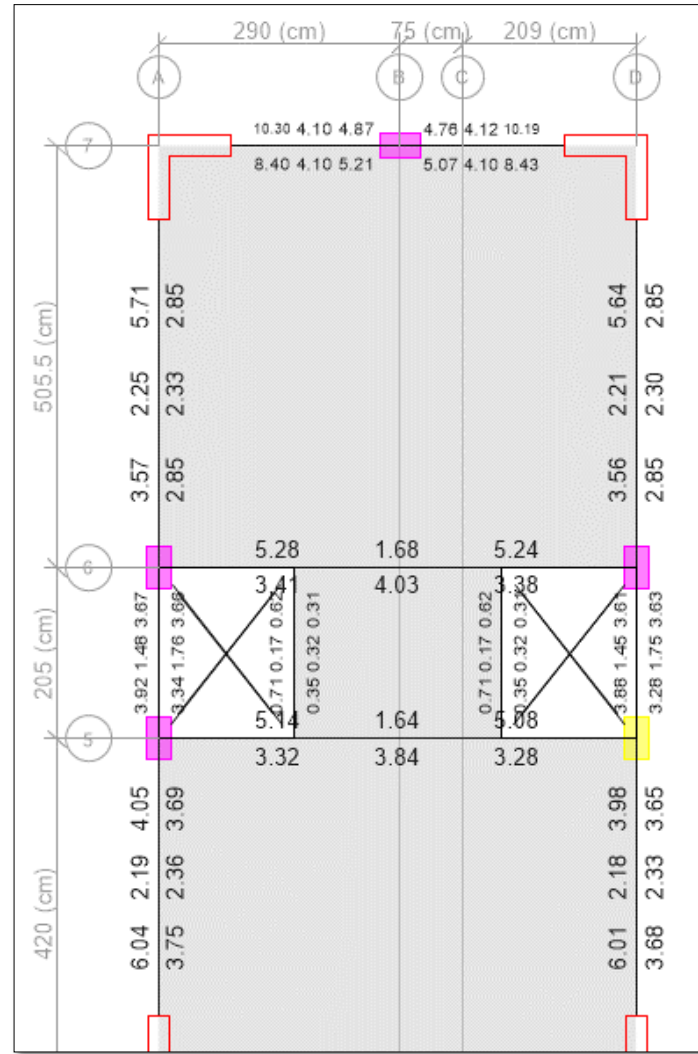
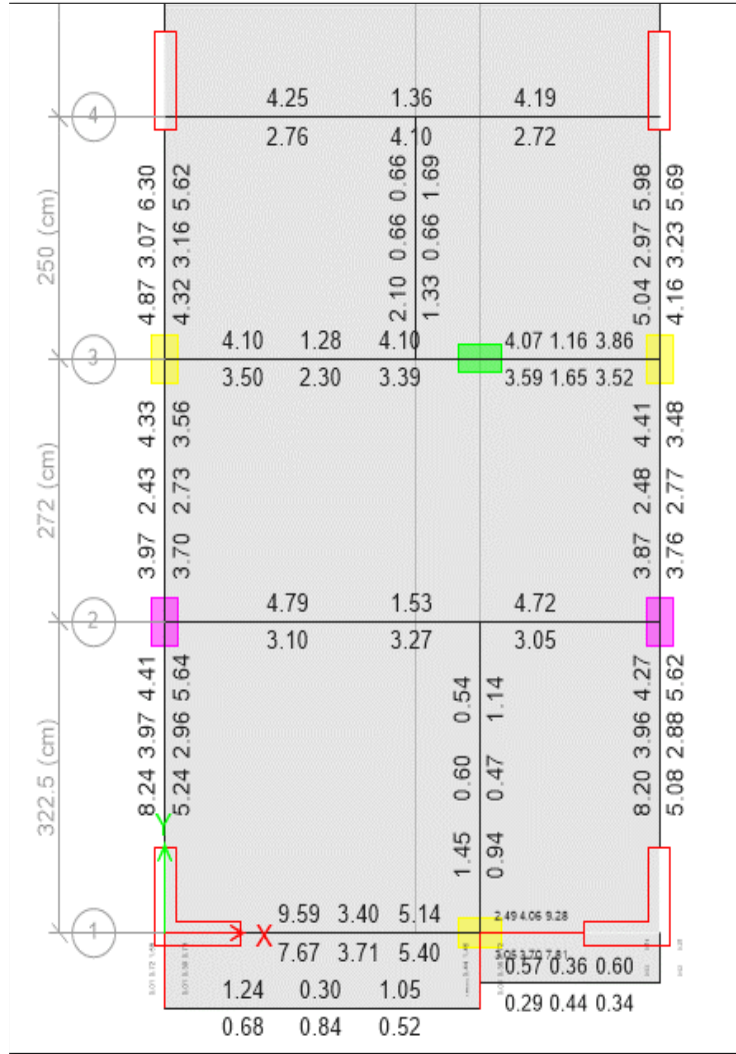
$\Sigma$ = 2.58 cm<sup>2</sup> "ok"

As en estribos a usar  $\varnothing 3/8$ : 1 @ 0.05m, 5 @ 0.10m, resto @0.25m

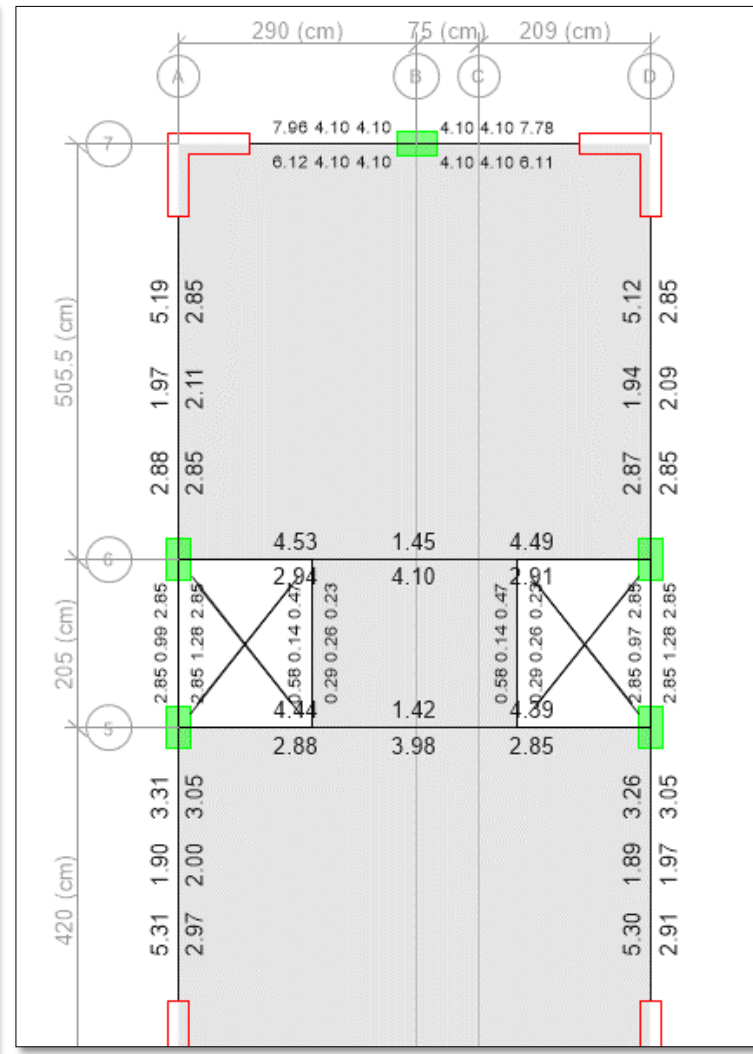
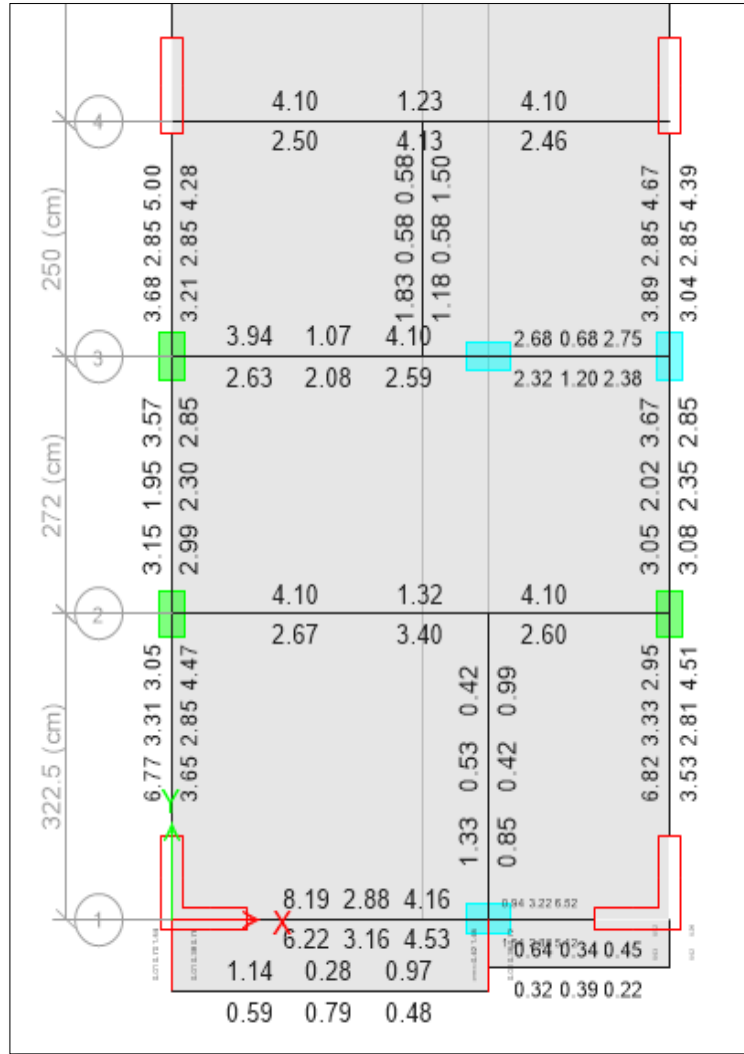
PISO 1



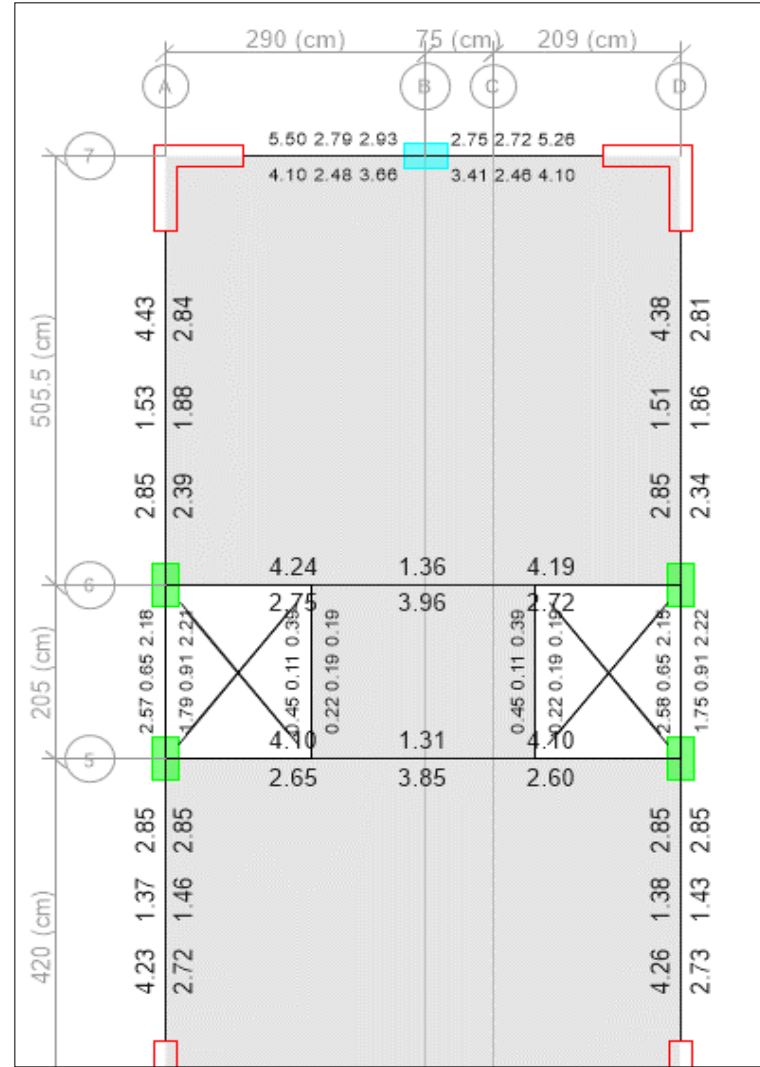
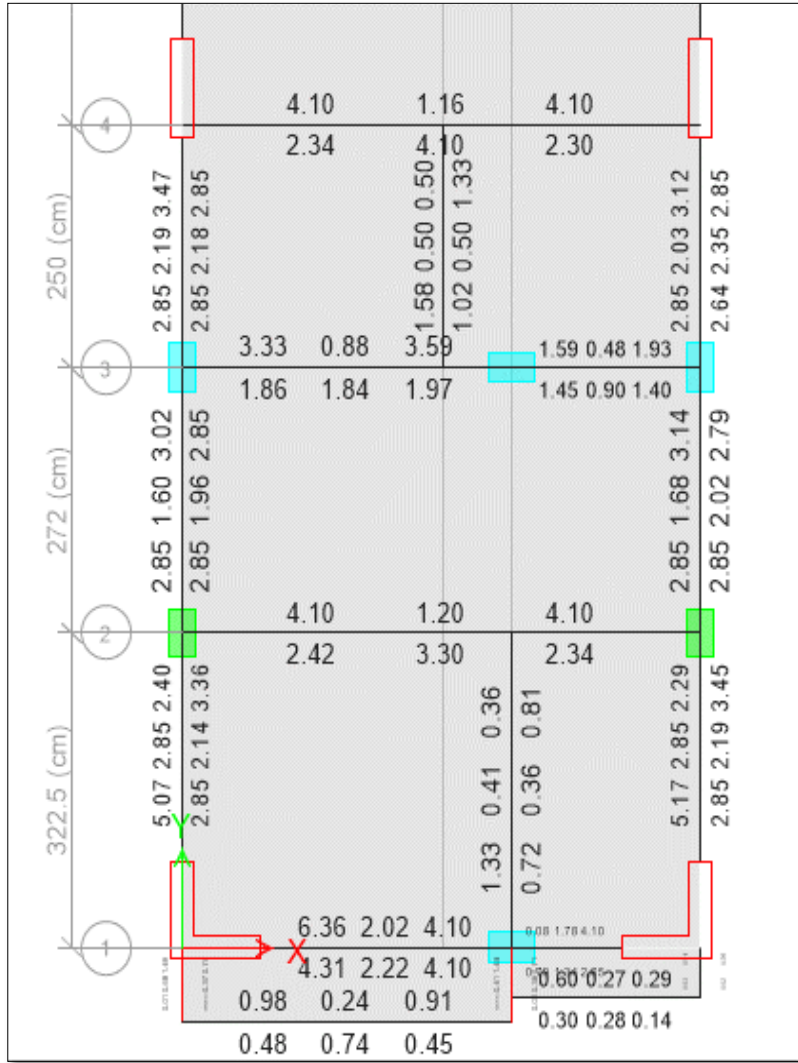
PISO 2



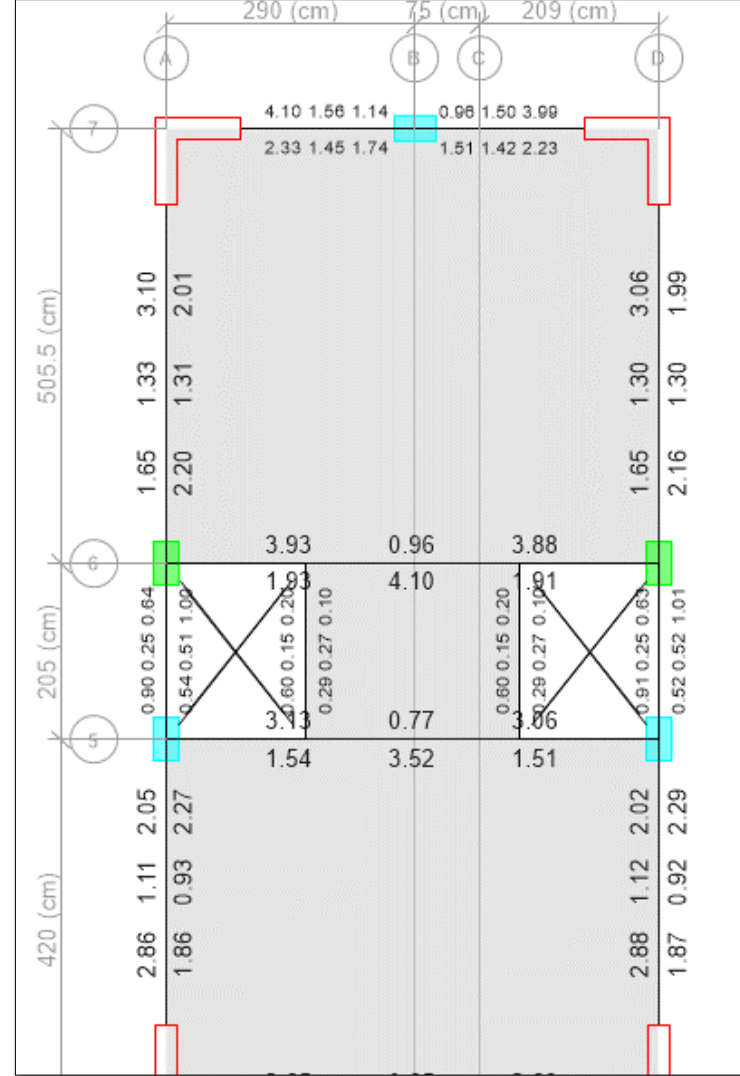
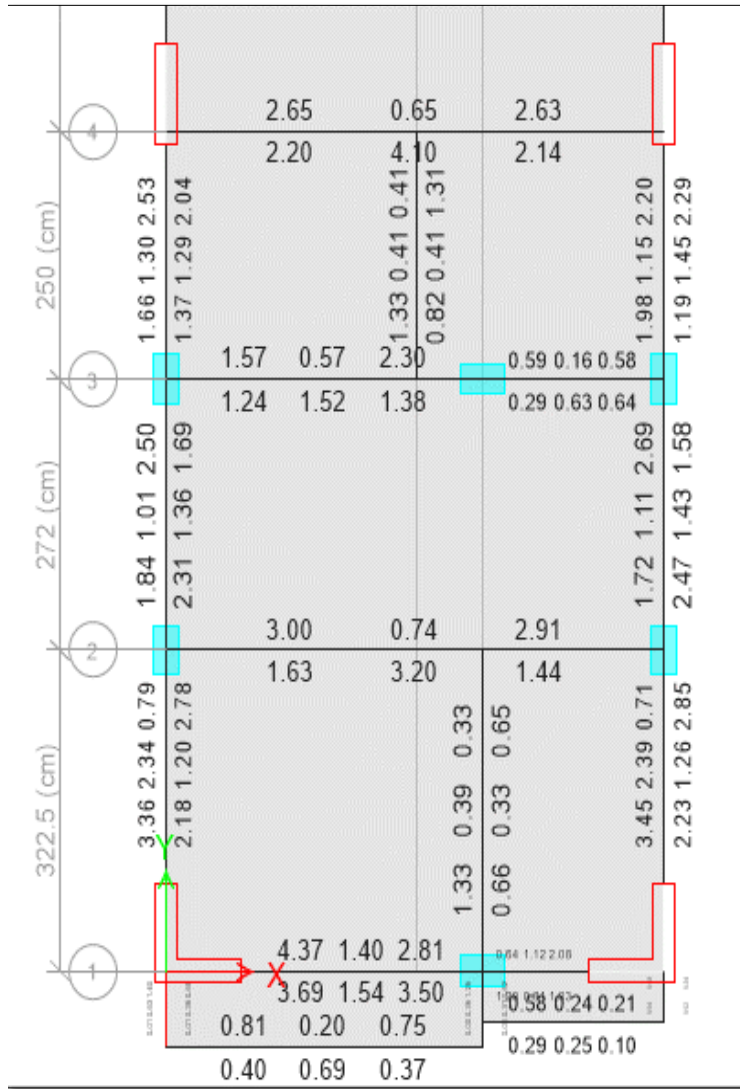
PISO 3



PISO 4



PISO 5

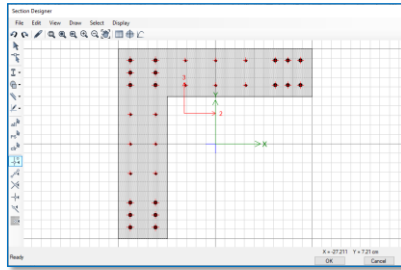




## **Anexo 6. DISEÑO DE PLACA 100X100X25**

## DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL

18Ø3/4"+12Ø1/2"



### 1.1 Puntos del digrama de iteracion de la placa L(100X100X25) extraido de Etabs

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	478.668	-3.7133	3.7133
2	441.576	19.7927	42.9383
3	355.803	33.1081	61.8346
4	269.512	46.4158	75.436
5	214.629	49.9568	82.1467
6	173.154	49.0559	86.5422
7	124.979	48.9069	90.7689
8	66.9071	49.8668	95.1463
9	28.0668	53.5353	103.5175
10	1.1581	54.3795	109.9203
11	-35.69	51.6127	107.5064
12	-75.431	43.0967	90.904
13	-123.35	32.8274	67.6184
14	-196.98	17.051	27.8822
15	-251.67	5.3303	-5.3303

Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	478.6681	-3.7133	3.7133
2	478.6681	26.4396	15.577
3	478.6681	38.9417	20.6545
4	478.6681	50.6642	25.9845
5	467.4217	62.0077	31.7662
6	438.5678	72.8983	37.9492
7	406.47	83.9015	44.8273
8	368.2224	95.2692	52.1642
9	346.046	103.427	58.7194
10	323.8695	111.5848	65.2746
11	301.6931	119.7425	71.8298
12	279.5167	127.9003	78.385
13	133.8535	103.4507	56.772
14	-67.0618	59.0233	28.2979
15	-251.6743	5.3303	-5.3303

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	478.668	-3.7133	3.7133
2	478.668	-15.577	-26.4396
3	478.668	-20.6545	-38.9417
4	478.668	-25.9845	-50.6642
5	467.422	-31.7662	-62.0077
6	438.568	-37.9492	-72.8983
7	406.47	-44.8273	-83.9015
8	367.911	-52.2309	-95.2228
9	345.57	-58.8214	-103.4625
10	323.228	-65.412	-111.7023
11	300.887	-72.0026	-119.9421
12	278.545	-78.5931	-128.1819
13	134.234	-56.6906	-104.3368
14	-56.506	-26.036	-62.2083
15	-251.67	5.3303	-5.3303

Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	478.6681	-3.7133	3.7133
2	441.3012	-42.9273	-19.7339
3	356.0777	-61.6983	-33.1669
4	269.5124	-75.3314	-46.4158
5	214.6291	-82.0307	-49.9568
6	173.1544	-86.4123	-49.0559
7	124.9787	-90.6212	-48.9069
8	66.9071	-94.9751	-49.8668
9	28.0668	-103.5175	-53.5353
10	1.1581	-109.9203	-54.3795
11	-35.6899	-107.5064	-51.6127
12	-75.4313	-90.904	-43.0967
13	-123.3546	-67.6184	-32.8274
14	-196.9779	-27.8822	-17.051
15	-251.6743	5.3303	-5.3303

### 1.2 Cargas actuantes en la placa L parte inferior y superior

TOP									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO1	P2	CM	Top	-32.568	0.264	-0.2778	-0.0191	0.3874	-0.8722
PISO1	P2	CV	Top	-5.2313	0.1179	-0.0309	0.0141	0.0397	-0.3275
PISO1	P2	SDX DIS	Top	54.0405	18.7478	5.5651	5.2804	3.0224	27.2058
PISO1	P2	SDY DIS	Top	18.4939	3.9773	10.512	3.1005	8.1799	2.4994

BOTTON									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO1	P2	CM	Bottom	-36.4271	0.264	-0.2778	-0.0191	-0.932	0.3816
PISO1	P2	CV	Bottom	-5.2313	0.1179	-0.0309	0.0141	-0.1073	0.2324
PISO1	P2	SDX DIS	Bottom	54.0405	18.7478	5.5651	5.2804	23.5251	61.8866
PISO1	P2	SDY DIS	Bottom	18.4939	3.9773	10.512	3.1005	41.878	18.7314

### 1.3 Combinaciones de carga para Top (parte superior del elemento)

Dead	32.568	0.264	-0.2778	-0.0191	0.3874	-0.8722
CV	5.2313	0.1179	-0.0309	0.0141	0.0397	-0.3275
SDX	54.0405	18.7478	5.5651	5.2804	3.0224	27.2058
SDY	18.4939	3.9773	10.512	3.1005	8.1799	2.4994

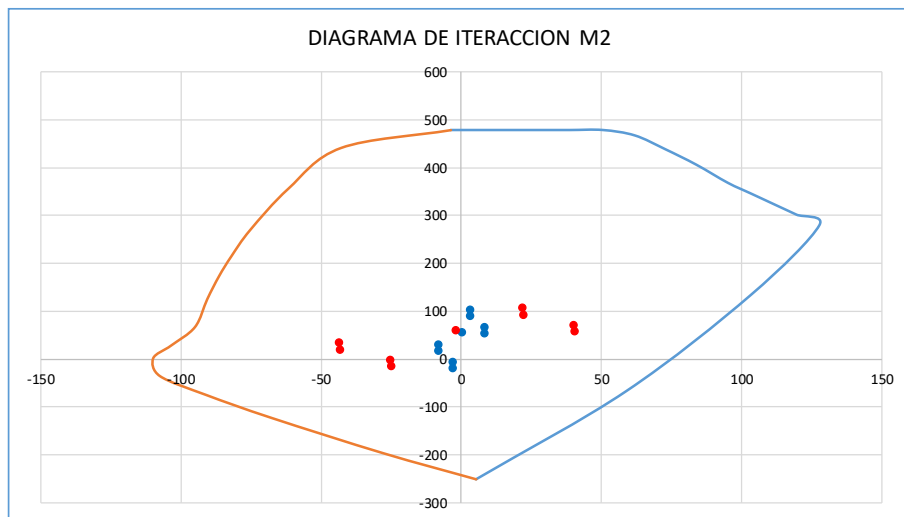
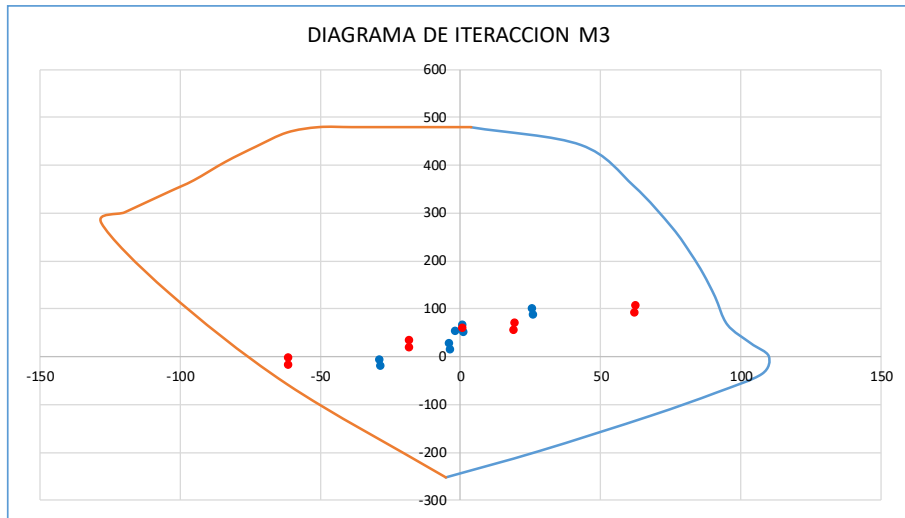
COMB1	54.48841	0.57003	-0.44145	-0.00277	0.60985	-1.77783
COMB2	101.289625	19.225175	5.179225	5.27415	3.556275	25.706175
COMB3	-6.791375	-18.270425	-5.950975	-5.28665	-2.488525	-28.705425
COMB4	65.743025	4.454675	10.126125	3.09425	8.713775	0.999775
COMB5	28.755225	-3.499925	-10.897875	-3.10675	-7.646025	-3.999025
COMB6	88.05987	19.09151	5.28727	5.2759	3.40679	26.12607
COMB7	-20.02113	-18.40409	-5.84293	-5.2849	-2.63801	-28.28553
COMB8	52.51327	4.32101	10.23417	3.096	8.56429	1.41967
COMB9	15.52547	-3.63359	-10.78983	-3.105	-7.79551	-3.57913

### 1.4 Combinaciones de carga para Botton (parte inferior del elemento)

Dead	36.4271	0.264	-0.2778	-0.0191	-0.932	0.3816
CV	5.2313	0.1179	-0.0309	0.0141	-0.1073	0.2324
SDX	54.0405	18.7478	5.5651	5.2804	23.5251	61.8866
SDY	18.4939	3.9773	10.512	3.1005	41.878	18.7314

COMB1	59.89115	0.57003	-0.44145	-0.00277	-1.48721	0.92932
COMB2	106.1135	19.225175	5.179225	5.27415	22.225975	62.6541
COMB3	-1.9675	-18.270425	-5.950975	-5.28665	-24.824225	-61.1191
COMB4	70.5669	4.454675	10.126125	3.09425	40.578875	19.4989
COMB5	33.5791	-3.499925	-10.897875	-3.10675	-43.177125	-17.9639
COMB6	91.53306	19.09151	5.28727	5.2759	22.58973	62.4392
COMB7	-16.54794	-18.40409	-5.84293	-5.2849	-24.46047	-61.334
COMB8	55.98646	4.32101	10.23417	3.096	40.94263	19.284
COMB9	18.99866	-3.63359	-10.78983	-3.105	-42.81337	-18.1788

### 1.5 Diagrama de iteracion de la placa L y cargas actuantes



**DISEÑO DE ESTRIBOS**

**2.1 Puntos del digrama de iteracion de la placa L sin factor de reduccion**

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	736.412	-5.7128	5.7128
2	679.347	30.4503	66.0589
3	547.39	50.9356	95.1302
4	414.634	71.4089	116.0554
5	330.199	76.8567	126.3795
6	266.391	75.4707	133.1418
7	192.275	75.2414	139.6444
8	102.934	76.7182	146.3788
9	38.8893	74.1785	143.4337
10	1.4087	66.1469	133.7063
11	-39.656	57.3474	119.4516
12	-83.813	47.8852	101.0044
13	-137.06	36.4749	75.1315
14	-218.86	18.9455	30.9803
15	-279.64	5.9226	-5.9226

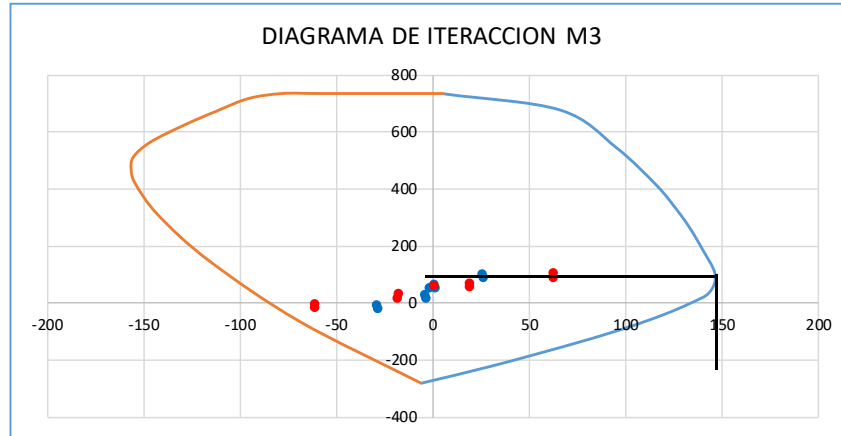
Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	736.4124	-5.7128	5.7128
2	736.4124	40.6763	23.9646
3	736.4124	59.9102	31.7761
4	736.4124	77.9449	39.9761
5	719.1104	95.3964	48.8711
6	674.7196	112.1513	58.3834
7	625.3385	129.0792	68.965
8	566.496	146.568	80.2527
9	515.8198	155.51	88.3875
10	472.3121	156.9301	93.8965
11	422.2071	154.525	98.9122
12	310.5741	142.1115	87.0944
13	148.7261	114.9453	63.08
14	-74.5131	65.5815	31.4421
15	-279.6382	5.9226	-5.9226

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	736.412	-5.7128	5.7128
2	736.412	-23.9646	-40.6763
3	736.412	-31.7761	-59.9102
4	736.412	-39.9761	-77.9449
5	719.11	-48.8711	-95.3964
6	674.72	-58.3834	-112.1513
7	625.339	-68.965	-129.0792
8	566.017	-80.3552	-146.4966
9	514.355	-88.7015	-155.2913
10	469.488	-94.5017	-156.51
11	420.038	-99.3771	-154.3797
12	309.495	-87.3257	-142.4243
13	149.148	-62.9895	-115.9297
14	-62.785	-28.9289	-69.1203
15	-279.64	5.9226	-5.9226

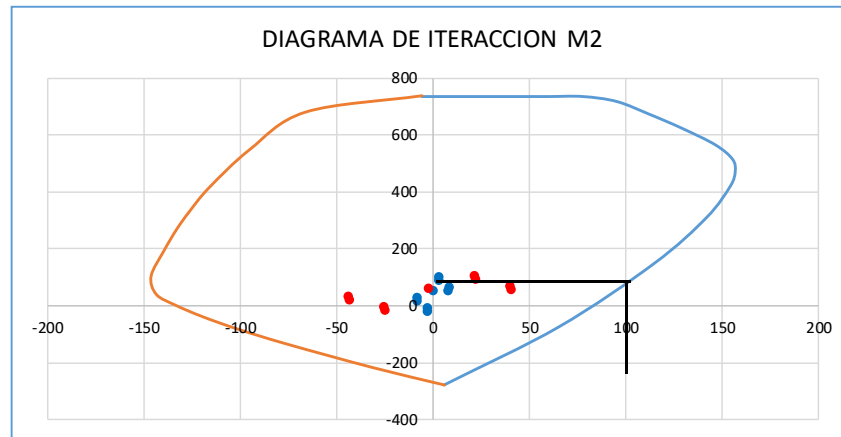
Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	736.4124	-5.7128	5.7128
2	678.9249	-66.042	-30.3598
3	547.8119	-94.9204	-51.0261
4	414.6344	-115.8944	-71.4089
5	330.1987	-126.2011	-76.8567
6	266.3914	-132.942	-75.4707
7	192.2749	-139.4172	-75.2414
8	102.934	-146.1156	-76.7182
9	38.8893	-143.4337	-74.1785
10	1.4087	-133.7063	-66.1469
11	-39.6555	-119.4516	-57.3474
12	-83.8126	-101.0044	-47.8852
13	-137.0607	-75.1315	-36.4749
14	-218.8644	-30.9803	-18.9455
15	-279.6382	5.9226	-5.9226

## 2.2 Diagrama de iteracion de la placa L y cargas actuantes

### PARA SISMO EN X



### PARA SISMO EN Y



Ma	62.65	tn-m
Va	19.23	tn
Mn	100.00	t-m
Vu	30.68	
Pu	106.11	
Ag	0.4375	m2
fc	2100.00	tn/m2
Mn/Mua	1.60	<R=6
0.1Agfc	91.875	tn
Pu/(Ag*fc)	0.115	Cons. Apor. del c.
d	80	cm
Vc	15.36	tn
Vs	20.74	tn
S	23.01	cm
Asmin	6.25	cm2
Av	1.42	cm2
n	4.401	
s	22.72	cm

Usar estribos : 3/8, 1 @ 0.05, 10@ 0.1, R @ 0.20

### 2.3 Cargas Actuantes Resuminas

LOAD CASE	FUERZAS INTERNAS (TOP)				
	P (tonf)	M2 (Tonf-m)	M3 (Tonf-m)	V2 (Tonf)	V3 (Tonf)
D	32.568	0.3874	-0.8722	0.264	-0.2778
L	5.2313	0.0397	-0.3275	0.1179	-0.0309
SX	54.0405	3.0224	27.2058	18.7478	5.5651
SY	18.4939	8.1799	2.4994	3.9773	10.512
COMBO 1	54.48841	0.60985	-1.77783	0.57003	-0.44145
COMBO 2	101.289625	3.556275	25.706175	19.225175	5.179225
COMBO 3	-6.791375	-2.488525	-28.705425	-18.270425	-5.950975
COMBO 4	65.743025	8.713775	0.999775	4.454675	10.126125
COMBO 5	28.755225	-7.646025	-3.999025	-3.499925	-10.897875
COMBO 6	88.05987	3.40679	26.12607	19.09151	5.28727
COMBO 7	-20.02113	-2.63801	-28.28553	-18.40409	-5.84293
COMBO 8	52.51327	8.56429	1.41967	4.32101	10.23417
COMBO 9	15.52547	-7.79551	-3.57913	-3.63359	-10.78983

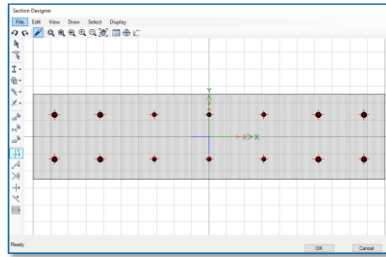
LOAD CASE	FUERZAS INTERNAS (BOTTON)				
	P (tonf)	M2 (Tonf-m)	M3 (Tonf-m)	V2 (Tonf)	V3 (Tonf)
D	36.4271	-0.932	0.3816	0.57003	-0.44145
L	5.2313	-0.1073	0.2324	19.225175	5.179225
SX	54.0405	23.5251	61.8866	-18.270425	-5.950975
SY	18.4939	41.878	18.7314	4.454675	10.126125
COMBO 1	59.89115	-1.48721	0.92932	0.57003	-0.44145
COMBO 2	106.1135	22.225975	62.6541	19.225175	5.179225
COMBO 3	-1.9675	-24.824225	-61.1191	-18.270425	-5.950975
COMBO 4	70.5669	40.578875	19.4989	4.454675	10.126125
COMBO 5	33.5791	-43.177125	-17.9639	-3.499925	-10.897875
COMBO 6	91.53306	22.58973	62.4392	19.09151	5.28727
COMBO 7	-16.54794	-24.46047	-61.334	-18.40409	-5.84293
COMBO 8	55.98646	40.94263	19.284	4.32101	10.23417
COMBO 9	18.99866	-42.81337	-18.1788	-3.63359	-10.78983

## **Anexo 7. DISEÑO DE PLACA 100X25**



## DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL

8Ø5/8"+6Ø1/2"



### 1.1 Puntos del digrama de iteracion de la placa R (100X25) extraido de Etabs

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.391	0	0
2	243.391	0	14.6646
3	243.391	0	22.6015
4	222.668	0	29.2269
5	199.394	0	34.837
6	175.142	0	39.3566
7	148.906	0	42.9925
8	119.922	0	45.7814
9	104.756	0	50.8697
10	89.2048	0	55.116
11	64.2548	0	54.7105
12	30.439	0	46.5977
13	-5.2719	0	35.4077
14	-47.084	0	19.3629
15	-89.744	0	0

Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3908	0	0
2	243.3908	3.6405	0
3	239.4027	5.832	0
4	214.8097	7.5352	0
5	187.7795	8.9167	0
6	156.7088	9.7973	0
7	121.9844	10.332	0
8	81.0838	10.6059	0
9	70.6924	10.9436	0
10	56.3797	11.1513	0
11	32.816	10.3575	0
12	-5.8006	7.6254	0
13	-53.1191	4.0772	0
14	-71.4317	2.1638	0
15	-89.7443	0	0

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.391	0	0
2	243.391	0	-14.6646
3	243.391	0	-22.6015
4	222.668	0	-29.2269
5	199.394	0	-34.837
6	175.142	0	-39.3566
7	148.906	0	-42.9925
8	119.922	0	-45.7814
9	104.756	0	-50.8697
10	89.2048	0	-55.116
11	64.2548	0	-54.7105
12	30.439	0	-46.5977
13	-5.2719	0	-35.4077
14	-47.084	0	-19.3629
15	-89.744	0	0

Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	243.3908	0	0
2	243.3908	-3.6405	0
3	239.4027	-5.832	0
4	214.8097	-7.5352	0
5	187.7795	-8.9167	0
6	156.7088	-9.7973	0
7	121.9844	-10.332	0
8	81.0838	-10.6059	0
9	70.6924	-10.9436	0
10	56.3797	-11.1513	0
11	32.8161	-10.3575	0
12	-5.8006	-7.6254	0
13	-53.1191	-4.0772	0
14	-71.4317	-2.1638	0
15	-89.7443	0	0

### 1.2 Cargas actuantes en la placa R parte inferior y superior

TOP									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO1	P4	CM	Top	-37.5974	-0.0152	-0.2407	0.0425	0.7642	-0.0975
PISO1	P4	CV	Top	-8.3228	0.0722	-0.1071	0.0187	0.3395	-0.1872
PISO1	P4	SDX DIS	Top	6.2833	1.0102	0.4179	0.0731	0.646	1.5477
PISO1	P4	SDY DIS	Top	8.7406	9.8932	0.0293	0.0115	0.0744	13.4633

BOTTON									
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO1	P4	CM	Bottom	-39.8026	-0.0152	-0.2407	0.0425	-0.3793	-0.1696
PISO1	P4	CV	Bottom	-8.3228	0.0722	-0.1071	0.0187	-0.169	0.1556
PISO1	P4	SDX DIS	Bottom	6.2833	1.0102	0.4179	0.0731	1.3394	3.2784
PISO1	P4	SDY DIS	Bottom	8.7406	9.8932	0.0293	0.0115	0.0856	33.5499

### 1.3 Combinaciones de carga para Top (parte superior del elemento)

Dead	37.5974	-0.0152	-0.2407	0.0425	0.7642	-0.0975
CV	8.3228	0.0722	-0.1071	0.0187	0.3395	-0.1872
SDX	6.2833	1.0102	0.4179	0.0731	0.646	1.5477
SDY	8.7406	9.8932	0.0293	0.0115	0.0744	13.4633

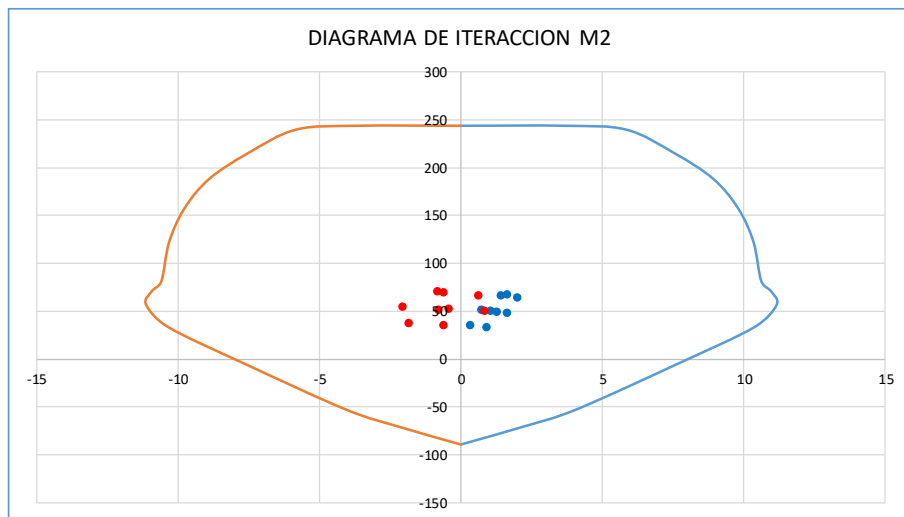
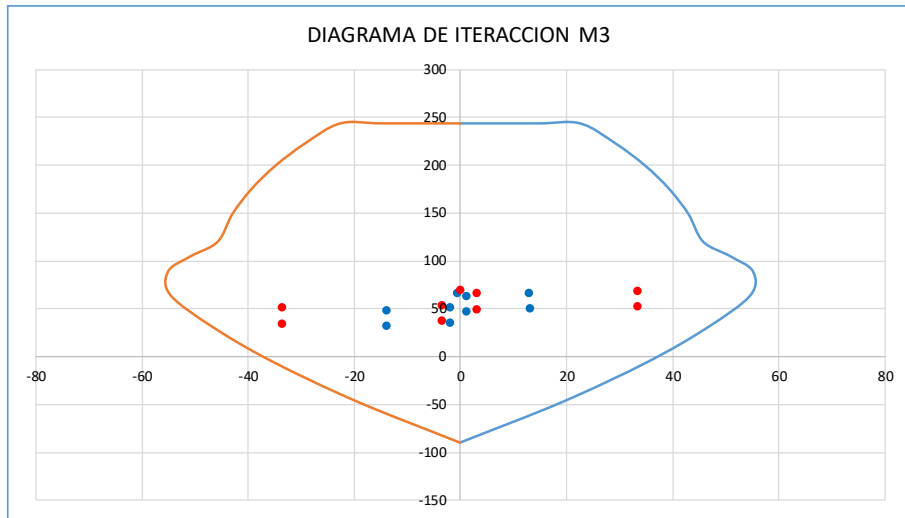
COMB1	66.78512	0.10146	-0.51905	0.09129	1.64703	-0.45474
COMB2	63.68355	1.08145	-0.01685	0.1496	2.025625	1.191825
COMB3	51.11695	-0.93895	-0.85265	0.0034	0.733625	-1.903575
COMB4	66.14085	9.96445	-0.40545	0.088	1.454025	13.107425
COMB5	48.65965	-9.82195	-0.46405	0.065	1.305225	-13.819175
COMB6	47.61148	1.0615	0.10488	0.12818	1.63933	1.29147
COMB7	35.04488	-0.9589	-0.73092	-0.01802	0.34733	-1.80393
COMB8	50.06878	9.9445	-0.28372	0.06658	1.06773	13.20707
COMB9	32.58758	-9.8419	-0.34232	0.04358	0.91893	-13.71953

### 1.4 Combinaciones de carga para Botton (parte inferior del elemento)

Dead	39.8026	-0.0152	-0.2407	0.0425	-0.3793	-0.1696
CV	8.3228	0.0722	-0.1071	0.0187	-0.169	0.1556
SDX	6.2833	1.0102	0.4179	0.0731	1.3394	3.2784
SDY	8.7406	9.8932	0.0293	0.0115	0.0856	33.5499

COMB1	69.8724	0.10146	-0.51905	0.09129	-0.81832	0.02708
COMB2	66.44005	1.08145	-0.01685	0.1496	0.654025	3.2609
COMB3	53.87345	-0.93895	-0.85265	0.0034	-2.024775	-3.2959
COMB4	68.89735	9.96445	-0.40545	0.088	-0.599775	33.5324
COMB5	51.41615	-9.82195	-0.46405	0.065	-0.770975	-33.5674
COMB6	49.59616	1.0615	0.10488	0.12818	0.84593	3.2658
COMB7	37.02956	-0.9589	-0.73092	-0.01802	-1.83287	-3.291
COMB8	52.05346	9.9445	-0.28372	0.06658	-0.40787	33.5373
COMB9	34.57226	-9.8419	-0.34232	0.04358	-0.57907	-33.5625

### 1.5 Diagrama de iteracion de la placa R y cargas actuantes



## DISEÑO DE ESTRIBOS

### 2.1 Puntos del digrama de iteracion de la placa R sin factor de reduccion

Curve #1 0 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	374.448	0	0
2	374.448	0	22.5609
3	374.448	0	34.7715
4	342.565	0	44.9645
5	306.76	0	53.5953
6	269.449	0	60.5487
7	229.085	0	66.1423
8	184.495	0	70.4329
9	145.15	0	70.485
10	108.508	0	67.0427
11	71.3942	0	60.7894
12	33.8211	0	51.7753
13	-5.8577	0	39.3419
14	-52.316	0	21.5144
15	-99.716	0	0

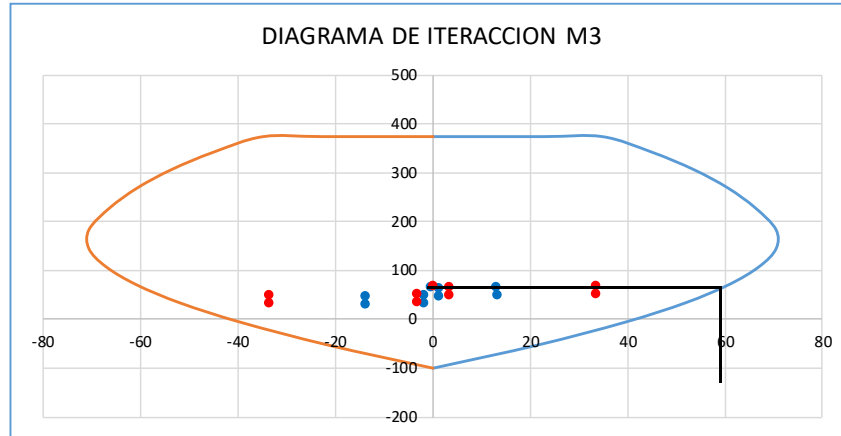
Curve #7 90 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	374.4475	0	0
2	374.4475	5.6008	0
3	368.3119	8.9724	0
4	330.4765	11.5927	0
5	288.8915	13.718	0
6	241.0904	15.0728	0
7	187.6683	15.8953	0
8	124.7444	16.3167	0
9	97.9513	15.1635	0
10	68.5799	13.5643	0
11	36.4623	11.5083	0
12	-6.4452	8.4726	0
13	-59.0212	4.5302	0
14	-79.3686	2.4043	0
15	-99.7159	0	0

Curve #13 180 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	374.448	0	0
2	374.448	0	-22.5609
3	374.448	0	-34.7715
4	342.565	0	-44.9645
5	306.76	0	-53.5953
6	269.449	0	-60.5487
7	229.085	0	-66.1423
8	184.495	0	-70.4329
9	145.15	0	-70.485
10	108.508	0	-67.0427
11	71.3942	0	-60.7894
12	33.8211	0	-51.7753
13	-5.8577	0	-39.3419
14	-52.316	0	-21.5144
15	-99.716	0	0

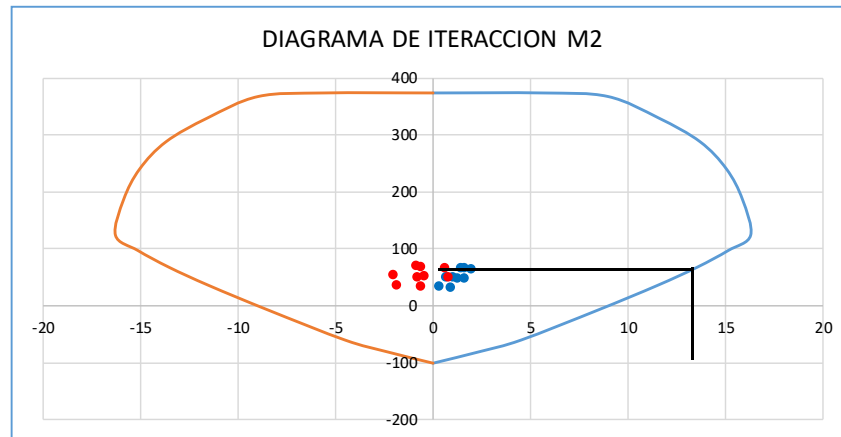
Curve #19 270 deg			
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	374.4475	0	0
2	374.4475	-5.6008	0
3	368.3119	-8.9724	0
4	330.4765	-11.5927	0
5	288.8915	-13.718	0
6	241.0904	-15.0728	0
7	187.6683	-15.8953	0
8	124.7444	-16.3167	0
9	97.9513	-15.1635	0
10	68.5799	-13.5643	0
11	36.4623	-11.5083	0
12	-6.4452	-8.4726	0
13	-59.0212	-4.5302	0
14	-79.3686	-2.4043	0
15	-99.7159	0	0

## 2.2 Diagrama de iteracion de la placa R y cargas actuantes

### PARA SISMO EN X



### PARA SISMO EN Y



Ma	33.53	tn-m
Va	9.96	tn
Mn	59.00	t-m
Vu	17.53	
Pu	68.90	
Ag	0.2500	m2
fc	2100.00	tn/m2
Mn/Mua	1.76	<R=6
0.1Agfc	52.5	tn
Pu/(Ag*fc)	0.131	Cons. Apor. del c.
d	80	cm
Vc	15.36	tn
Vs	5.27	tn
S	90.61	cm
Asmin	6.25	cm2
Av	1.42	cm2
n	4.401	
s	22.72	cm

Usar estribos : 3/8, 1 @ 0.05, 10@ 0.1, R @ 0.20

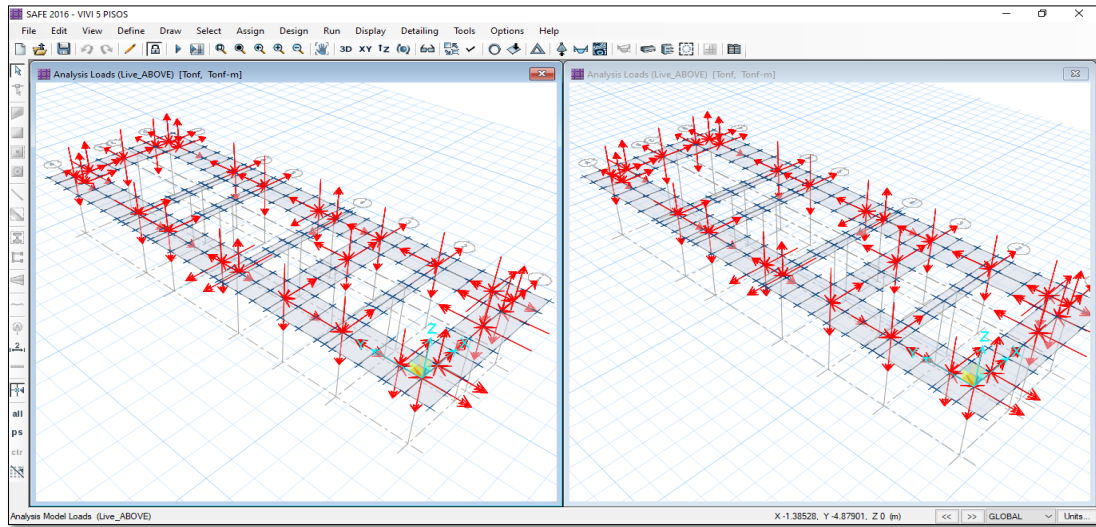
### 2.3 Cargas Actuantes Resuminas

<b>FUERZAS INTERNAS (TOP)</b>					
<b>LOAD CASE</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>M2 (Tonf-m)</b>	<b>M3 (Tonf-m)</b>	<b>V2 (Tonf)</b>	<b>V3 (Tonf)</b>
D	37.5974	0.7642	-0.0975	-0.0152	-0.2407
L	8.3228	0.3395	-0.1872	0.0722	-0.1071
SX	6.2833	0.646	1.5477	1.0102	0.4179
SY	8.7406	0.0744	13.4633	9.8932	0.0293
COMBO 1	66.78512	1.64703	-0.45474	0.10146	-0.51905
COMBO 2	63.68355	2.025625	1.191825	1.08145	-0.01685
COMBO 3	51.11695	0.733625	-1.903575	-0.93895	-0.85265
COMBO 4	66.14085	1.454025	13.107425	9.96445	-0.40545
COMBO 5	48.65965	1.305225	-13.819175	-9.82195	-0.46405
COMBO 6	47.61148	1.63933	1.29147	1.0615	0.10488
COMBO 7	35.04488	0.34733	-1.80393	-0.9589	-0.73092
COMBO 8	50.06878	1.06773	13.20707	9.9445	-0.28372
COMBO 9	32.58758	0.91893	-13.71953	-9.8419	-0.34232

<b>FUERZAS INTERNAS (BOTTON)</b>					
<b>LOAD CASE</b>	<b>P (tonf)</b>	<b>M2 (Tonf-m)</b>	<b>M3 (Tonf-m)</b>	<b>V2 (Tonf)</b>	<b>V3 (Tonf)</b>
D	39.8026	-0.3793	-0.1696	0.10146	-0.51905
L	8.3228	-0.169	0.1556	1.08145	-0.01685
SX	6.2833	1.3394	3.2784	-0.93895	-0.85265
SY	8.7406	0.0856	33.5499	9.96445	-0.40545
COMBO 1	69.8724	-0.81832	0.02708	0.10146	-0.51905
COMBO 2	66.44005	0.654025	3.2609	1.08145	-0.01685
COMBO 3	53.87345	-2.024775	-3.2959	-0.93895	-0.85265
COMBO 4	68.89735	-0.599775	33.5324	9.96445	-0.40545
COMBO 5	51.41615	-0.770975	-33.5674	-9.82195	-0.46405
COMBO 6	49.59616	0.84593	3.2658	1.0615	0.10488
COMBO 7	37.02956	-1.83287	-3.291	-0.9589	-0.73092
COMBO 8	52.05346	-0.40787	33.5373	9.9445	-0.28372
COMBO 9	34.57226	-0.57907	-33.5625	-9.8419	-0.34232

## **Anexo 8. DISEÑO DE CIMENTACIÓN**

## I.- ASIGNACIÓN DE CARGAS EN ZAPATAS



### 2.1.- DATOS DE CONCRETO ARMADO

f <sub>c</sub>	:	175	kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	:	4,200	kg/cm <sup>2</sup>

### 2.2.- DATOS DEL SUELO

ot	:	8.90	Tn/m <sup>2</sup>
----	---	------	-------------------

### 2.3.- DATOS DE CARGAS ACTUANTES

P. D.	:	33.81	Tn
P. L.	:	8.27	Tn
P. U.	:	<b>61.39</b>	Tn

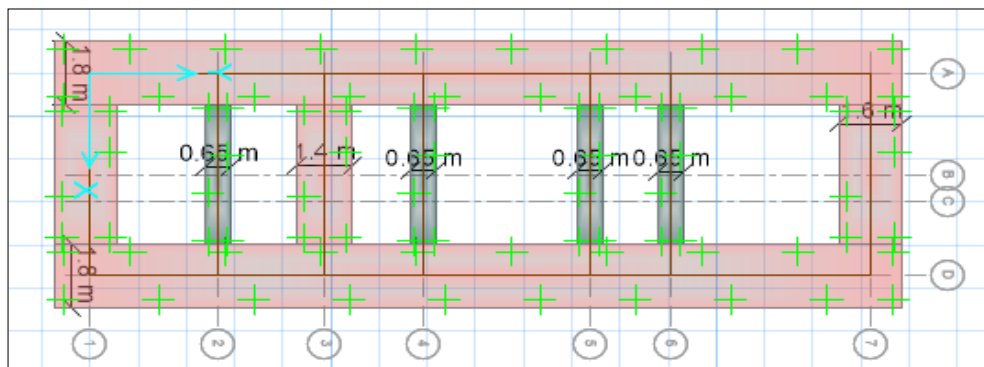
## III.- CÁLCULO DE SECCIÓN DE ZAPATA AISLADA

### 3.1 .- AREA DE ZAPATA:

A zap = P / o<sub>n</sub>

A zap = 4.73 m<sup>2</sup>

## IV.- DIMENSIONES EN PLANTA DE LA CIMENTACIÓN





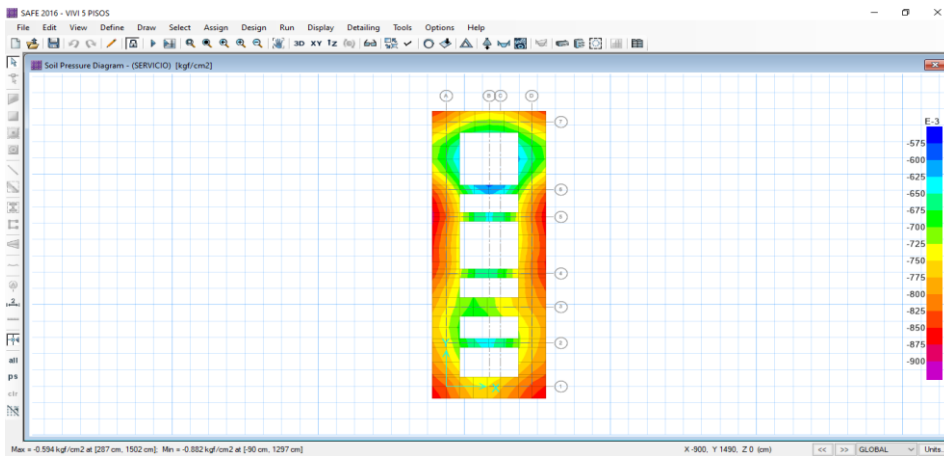
## V.- RESULTADO DE MODELAMIENTO

Software usado : SAFE v.16

### 5.1.- COMPROBACIÓN DE ESFUERZOS DEL TERRENO EN CIMENTACIÓN

Capacidad portante del terreno:

0.89 kg/cm<sup>2</sup>



\*Del gráfico, el esfuerzo producido no supera la capacidad portante del suelo, por lo que las dimensiones de la cimentación son suficientes.

### 5.2.- VERIFICANDO CORTANTE RESISTENTE POR PUNZONAMIENTO:

\* Para efectos de verificación por punzonamiento de la zapata se tomara la columna con mas carga axial.

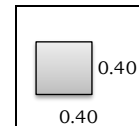
\* La resistencia del concreto por punzonamiento sera igual a:

$$V_c \leq \left( 0.53 + \frac{1.1}{B_c} \right) \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d$$

pero menor a

$$V_c \leq 1.1 \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d$$

Ancho Zapata



Bc : Relacion de longitudes de lado mayor y lado menor de columna o muro de corte.

bo : Perimetro a d/2 de la cara de la columna o muro de corte.

L mayor : 0.40 m

L menor : 0.40 m

h: 0.60 m

r: 7.50 cm

Bc : 1.00

bo : 3.70 m

Ø\*Vc : 344.13 Tn

Ø\*Vc máx: 232.23 Tn

A: 1.80 m

B: 1.80 m

σu: 18.95 Tn/m2

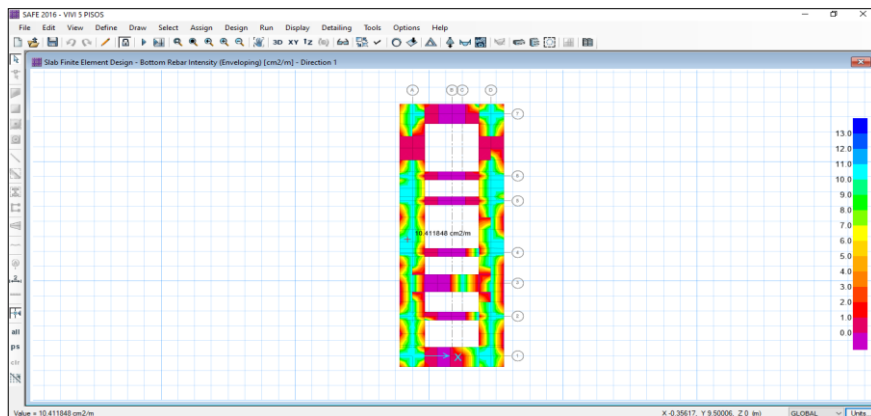
Vu : 45.18

Vu (del safe) 14.74 Tn

Vu < Ø\*Vc "OKEYY"

### 5.3.- DISEÑO DE ACERO POR FLEXIÓN:

**Dirección XX**



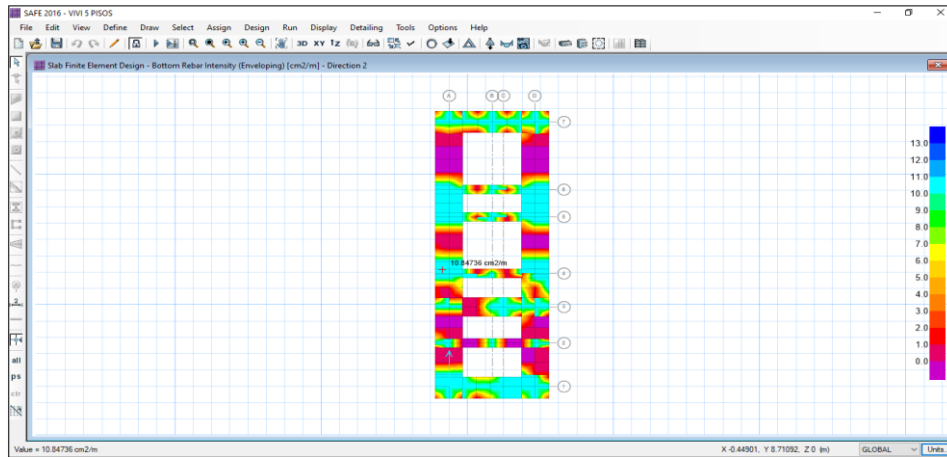
Ancho de Zapata : 1.00 m

As mín xx : 9.45 cm2

As safe xx : 10.41 cm2

**As xx colocado : 10.41 cm2**

**Dirección YY**



Ancho de Zapata : 1.00 m  
 As mín yy : 9.45 cm²  
 As safe yy : 10.85 cm²  
**As yy colocado : 10.85 cm²**

**VI.- SELECCIÓN DE DIÁMETRO Y ESPACIAMIENTO DE REFUERZO**

Tabla de propiedades de acero de refuerzo

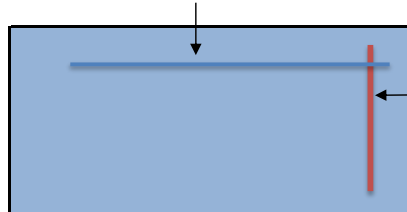
N° Ø (plg)	Ø (plg)	Area (cm2)	Peso (Kg/ ml)
3	3/8 "	0.71	0.56
4	1/2 "	1.29	0.99
5	5/8 "	1.99	1.56
6	3/4 "	2.84	2.25
7	7/8 "	3.88	3.06
8	1 "	5.10	4.00

EN SENTIDO LONGITUDINAL		
As colocado =	<b>10.85</b>	cm2
N° Ø colocado =	<b>5</b>	5/8 "
Ø de acero =	<b>1.59</b>	cm
Area de acero =	<b>1.99</b>	cm2
Espaciamiento (s) =	<b>0.183</b>	m
	<b>17.50</b>	
<b>UTILIZANDO ACERO DE Ø: 5/8 "</b>		
<b>COLOCAR ACERO DE 5/8 " CADA 17.5cm, INFERIOR</b>		

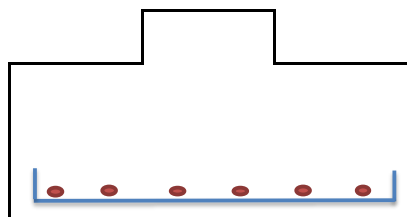
EN SENTIDO TRANSVERSAL		
As colocado =	<b>10.41</b>	cm2
N° Ø colocado =	<b>5</b>	5/8 "
Ø de acero =	<b>1.59</b>	cm
Area de acero =	<b>1.99</b>	cm2
Espaciamiento (s) =	<b>0.191</b>	m
	<b>17.50</b>	
<b>UTILIZANDO ACERO DE Ø: 5/8 "</b>		
<b>COLOCAR ACERO DE 5/8 " CADA 17.5cm, INFERIOR</b>		

**VII.- RESULTADOS FINALES DE DISEÑO DE ZAPATA**

**COLOCAR ACERO DE 5/8 " CADA 17.5cm, INFERIOR**



**COLOCAR ACERO DE 5/8 " CADA 17.5cm, INFERIOR**

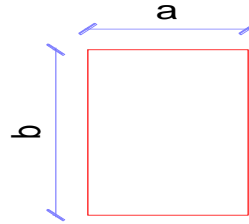


hz = **0.60** m

## **Anexo 9. DISEÑO DE VIGAS DE CONEXIÓN**

**DESCRIPCION:** VP (0.25x0.50m)

**Lado "a":** 0.25 m  
**Lado "b":** 0.50 m



**ACERO MINIMO COLOCADO (CORRIDO)**

**Acero Longitudinal** As min= 3.63 cm<sup>2</sup>

**As Superior:**

Varilla	$\varnothing 5/8"$	area varilla=	1.99 cm <sup>2</sup>
N#	2	area total=	3.98 cm <sup>2</sup>
		$\Sigma$ =	<b>3.98 cm<sup>2</sup></b>

"ok"

**As Inferior:**

Varilla	$\varnothing 5/8"$	area varilla=	1.99 cm <sup>2</sup>
N#	2	area total=	3.98 cm <sup>2</sup>
		$\Sigma$ =	<b>3.98 cm<sup>2</sup></b>

"ok"

**Acero Transversal**

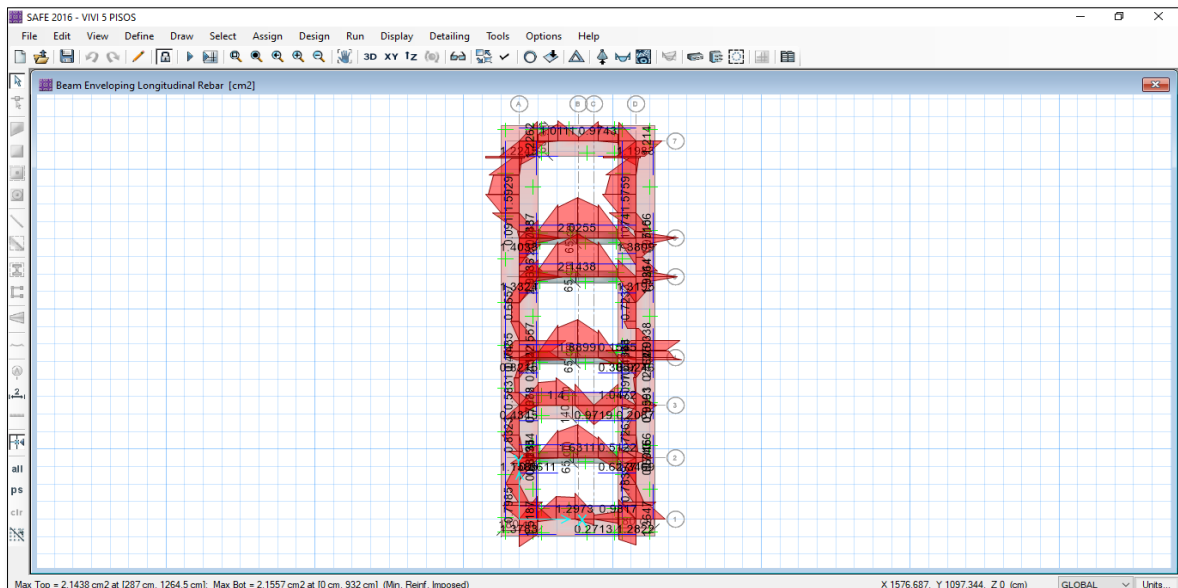
§ Zona de Confinamiento:

\*  $2h = 1.00$  m  
 => el mayor **1.00** m

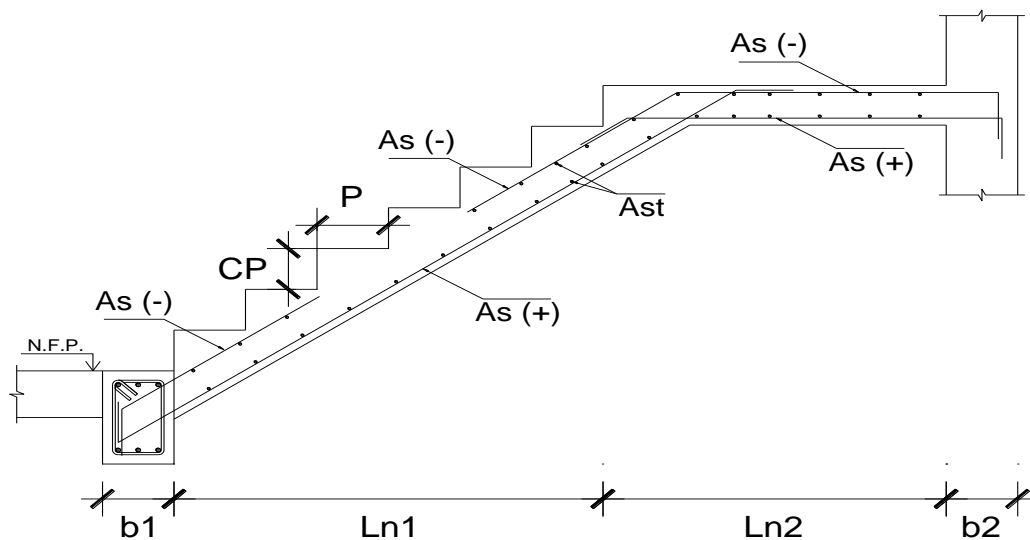
§ Espaciamiento en zona de confinamiento

\*  $8db_{menor} = 13$  cm  
 \*  $d/4 = 11$  cm  
 \*  $24db_{estribo} = 23$  cm  
 \*  $300mm = 30$  cm  
 => el menor **11** cm

**en estribos a usar  $\varnothing 3/8$ : 1 @ 0.05m, 10 @ 0.10m, resto @ 0.20m**



## **Anexo 10. DISEÑO DE ESCALERA**

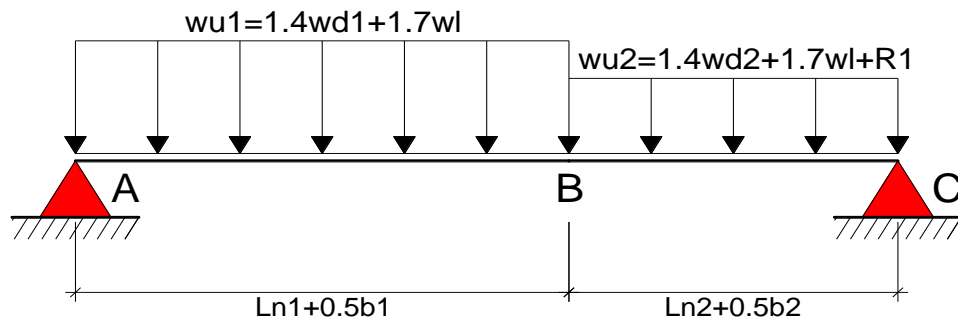


### PROPIEDADES DE LA ESCALERA

$Y_c$ : Peso específico del concreto ( $Tn/m^3$ )	1.857
$f_c$ : Esfuerzo de compresión del concreto ( $kg/cm^2$ )	175
$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero ( $kg/cm^2$ )	4200
$s/c$ : Sobrecarga en escalera ( $Tn/m^2$ )	0.20
$acab$ : Peso de acabados ( $Tn/m^2$ )	0.10
$P$ : Dimensión del paso (m)	0.25
$CP$ : Dimensión del contrapaso (m)	0.185
$b_1$ : Base del apoyo izquierdo (m)	0.25
$b_2$ : Base del apoyo derecho (m)	0.25
$Ln_1$ : Luz libre del tramo inclinado (m)	3.00
$Ln_2$ : Luz libre del descanso (m)	1.10
$t$ : Espesor de la garganta ( $Ln/20, Ln/25$ )	0.18
$b$ : Base de la sección de escalera (m)	1.00
$d$ : Peralte efectivo de la escalera (m)	0.15
$hm$ : Espesor promedio del tramo inclinado (m)	0.322

### METRADO DE CARGAS

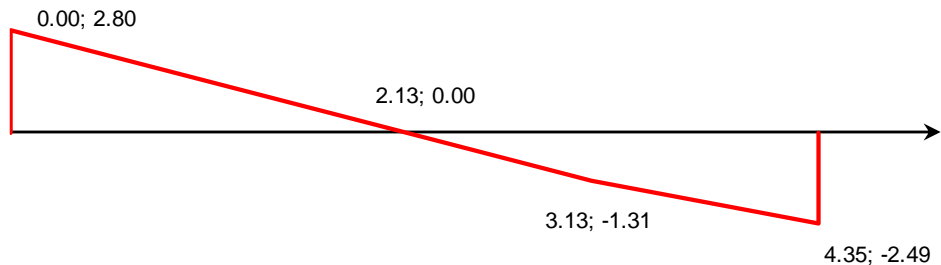
$w_{d1}$ : Carga muerta del tramo inclinado (Tn/m)	0.70
$w_{d2}$ : Carga muerta del descanso (Tn/m)	0.44
$w_l$ : Carga viva en escalera (Tn/m)	0.20
$R_1$ : Carga última apoyada en el descanso (Tn/m)	0.00
$w_{u1}$ : Carga última del tramo inclinado (Tn/m)	1.32
$w_{u2}$ : Carga última del descanso (Tn/m)	0.96



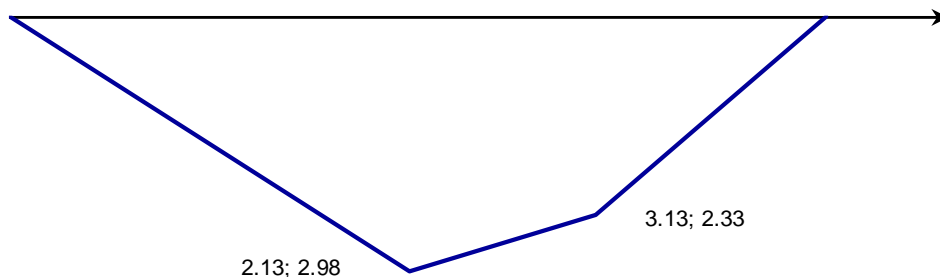
### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

$V_{uA}$ : Cortante en el apoyo izquierdo (Tn)	2.80
$V_{uB}$ : Cortante derecho del tramo inclinado (Tn)	-1.31
$V_{uC}$ : Cortante en el apoyo derecho (Tn)	-2.49
$M_{uBC}$ : Momento máximo positivo (Tn-m)	2.98

### DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES



### DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES



### DISEÑO POR FLEXIÓN

$\phi$ : Factor de reducción de resistencia por flexión	0.90
$\alpha$ : Factor de reducción para momento positivo	1.00
$\beta$ : Factor de reducción para momento negativo	2.00
$M_{u+}$ : Momento último positivo ( $\alpha M_u$ )	2.98
$M_{u-}$ : Momento último negativo ( $M_{u+}/\beta$ )	1.49
$A_{s+}$ : Área de acero positivo ( $\text{cm}^2$ )	5.37
$A_{s-}$ : Área de acero negativo ( $\text{cm}^2$ )	2.62
$A_{s_{\min}}$ : Área de acero mínimo ( $0,0018bt$ )	3.32
$A_{b+}$ : Área de la barra de acero positivo ( $\text{cm}^2$ )	1.29
$A_{b-}$ : Área de la barra de acero negativo ( $\text{cm}^2$ )	1.29
$s_+$ : Espaciamiento del acero positivo (m)	0.24
$s_-$ : Espaciamiento del acero negativo (m)	0.39
$s_t$ : Espaciamiento del acero por temperatura (m)	0.39

### DISEÑO POR CORTANTE

$\phi$ : Factor de reducción de resistencia por cortante	0.85
$V_c$ : Resistencia a cortante del concreto ( $0,53\sqrt{f_c}b.t$ )	12.94
$V_n$ : Resistencia nominal de la sección ( $V_n=V_c$ )	12.94
$V_u$ : Fuerza cortante última ( $T_n$ )	2.80

Como:  $\phi V_n > V_u$ ; El concreto absorbe todo el corte