

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN PARA REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS  
MULTIFAMILIARES EN EL CENTRO  
POBLADO CHURÍN, DISTRITO DE PACHA,  
LIMA**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniera Civil**

**Autor:**

**BACH. QUISPE GONZALES, LUCERO ANGELICA**

**Asesor:**

**Ing. Cordova Zorrilla, Nataly Lucia**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Transporte y urbanismo**

**Lima – Perú**

**2023**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Jurado

---

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala  
Jurado

---

Mg. Rando Porras Olarte  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis a mis abuelos, que sé que desde el cielo guían y bendicen mi camino, y siempre los llevaré en mi corazón.

A mi señora madre, quien es el ser que más relevante en mi vida y que está constantemente a mi lado apoyándome.

Bach. Quispe Gonzales, Lucero Angelica

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, agradezco a Dios por haberme permitido tener la grata experiencia de asistir a la universidad, y agradezco a esta casa de estudios por darme la posibilidad de convertirme en una profesional en un campo que me mantiene bastante apasionado, así como a cada instructor que formó parte de todos estos sucesos de formación.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a mi compañero de vida, Arturo Rojas, quien siempre me ha apoyado y me ha brindado conocimiento, fuerza y empuje para terminar mi tesis y completar un paso más en mi vida.

Bach. Quispe Gonzales, Lucero Angelica



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 209**

Que, el (la) bachiller: **LUCERO ANGELICA, QUISPE GONZALES**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada **“EVALUACIÓN PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN EL CENTRO POBLADO CHURÍN, DISTRITO DE PACHA, LIMA”**, la misma que cuenta con **102 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **12%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 01 de julio del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>III</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	<b>VI</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>13</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	13
1.2. Delimitación del problema	15
1.2.1.Espacial	15
1.2.2.Temporal	17
1.2.3.Económica	17
1.3. Formulación del problema	17
1.3.1.Problema general	17
1.3.2.Problemas específicos	17
1.4. Justificación	17
1.4.1.Justificación practica o social	17
1.4.2.Justificación científica o teórica	18
1.4.3.Justificación metodológica	18
1.5. Objetivos	18
1.5.1.Objetivo general	18
1.5.2.Objetivos específicos	19
<b>CAPITULO II</b>	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1.Antecedentes nacionales	20

	4
2.1.2. Antecedentes internacionales	23
2.2. Bases teóricas o científicas	26
2.2.1. Evaluación estructural	26
2.3. Marco conceptual	41
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>43</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>43</b>
3.1. Hipótesis	43
3.1.1. Hipótesis general	43
3.1.2. Hipótesis específico	43
3.2. Variables	43
3.2.1. Definición conceptual de la variable.	43
3.2.2. Definición operacional de la variable	44
3.2.3. Operacionalización de la Variable.	44
<b>CAPITULO IV</b>	<b>46</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>46</b>
4.1. Método de investigación	46
4.2. Tipo de investigación	46
4.3. Nivel de investigación	47
4.4. Diseño de investigación	47
4.5. Población y muestra	47
4.5.1. Población	47
4.5.2. Muestra	47
4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	47
4.7. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	48
4.7.1. Procesamiento de la información	48
4.7.2. Técnicas y análisis de datos	54
4.8. Aspectos éticos de la investigación	55

<b>CAPITULO V</b>	<b>57</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>57</b>
5.1. Descripción del diseño tecnológico	57
5.2. Descripción de resultado	57
5.2.1. Resultados de evaluación para el reforzamiento estructural	57
5.2.2. Diseño y verificación de cimentación	85
<b>CAPITULO VI</b>	<b>89</b>
<b>ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>89</b>
6.1. Discusión de resultados con antecedentes	89
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia</b>	<b>97</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables</b>	<b>99</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento</b>	<b>101</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación</b>	<b>103</b>
<b>Anexo N° 05: Planos de reforzamiento estructural</b>	<b>108</b>
<b>Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento</b>	<b>113</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Cargas con características vivas mínimas repartida	26
Tabla 2. Factor de acuerdo a la zona	28
Tabla 3: Síntesis para diversas tipificaciones de suelo	28
Tabla 4: Factor de amplificación de suelos en base a la zona	28
Tabla 5: Factor de amplificación de periodos	29
Tabla 6: Clasificación del factor u	29
Tabla 7: Coeficientes de carácter básico sobre aminoración sísmica	30
Tabla 8: Categoría y modelo estructural de una edificación	30
Tabla 9: Irregularidades referentes a las estructuras en planta	31
Tabla 10: Estructurales que existen en altura en los dos sentidos	32
Tabla 11: Irregularidades estructurales en la planta	33
Tabla 12: Categoría De Las Edificaciones	34
Tabla 13: Desplazamiento Laterales	37
Tabla 14: Combinaciones de carga	38
Tabla 15: Operacionalización de variables	44
Tabla 16: Técnicas e instrumentos de recojo de datos	48
Tabla 17: Posición del proyecto	54
Tabla 18: Rendimiento de la granulometría y clasificación.	54
Tabla 19: Rendimiento de sulfato y cloruro solubles.	55
Tabla 20: Síntesis de sondeos especiales en el laboratorio	55
Tabla 21: Datos de Esclerometría de Columna	58
Tabla 22: Datos de Esclerometría de Viga	58
Tabla 23: Datos del suelo	58
Tabla 24: Tipo de falla	58
Tabla 25: Factor de seguridad	59
Tabla 26: Datos finales de calculo	59
Tabla 27: Datos de la forma de la cimentación	59
Tabla 28: Datos de inclinación de carga	59
Tabla 29: Corrección por capacidad de carga	59
Tabla 30: Corrección de la capacidad de carga	59
Tabla 31: Factores de capacidad de carga	59

Tabla 32: Factores de corrección	59
Tabla 33: Capacidad portante del suelo	60
Tabla 34: Capacidad portante del suelo	60
Tabla 35: Capacidad portante del suelo	60
Tabla 36: Capacidad portante del suelo	60
Tabla 37: Factor de amplificación sísmica (c)	64
Tabla 38: Factor de amplificación sísmica (c)	64
Tabla 39: Factor de amplificación sísmica (c)	64
Tabla 40: Factor de amplificación sísmica (c)	64
Tabla 41: Factor de amplificación sísmica (c)	64
Tabla 42: Coeficiente estático X	64
Tabla 43: Coeficiente Estático Y	64
Tabla 44: Irregularidad en planta X	64
Tabla 45: Análisis sísmico estático X, Y	67
Tabla 46: Espectro inelástico de pseudo aceleración X y Y	67
Tabla 47: Análisis sísmico dinámico X, Y	70
Tabla 48: comparación de análisis sísmico estático vs dinámico	70
Tabla 49: Factor de escala X, Y	70
Tabla 50: Derivas elásticas Y	71
Tabla 51: Modelo por cargas de sentido vertical	74
Tabla 52: Modelo por fisuración de sismo con carácter moderado	74
Tabla 53: Diseño por residencia sismo severo	74
Tabla 54: Reforzamiento horizontal	74
Tabla 55: Modelo refuerzo longitudinal y estribos de columna de confinamiento	75
Tabla 56: Modelo de acero longitudinal y estribos de viga soleras	75
Tabla 57: Área de acero existente en vigas	84
Tabla 58: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en vigas	84
Tabla 59: Área de acero existente en columnas	84
Tabla 60: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en columnas	84
Tabla 61: Área de acero existente en zapata	88
Tabla 62: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en zapatas	88
Tabla 63: Área de acero requerido de viga de conexión	88

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Auto construcción de viviendas	15
Figura 2: Mapa del lugar o posición	16
Figura 3: Mapa del lugar o posición	16
Figura 4: 3D de domicilio a examinar	26
Figura 5: Ubicación por departamento, provincia y distrito	39
Figura 6: Ubicación por departamento, provincia y distrito	39
Figura 7: Esquema de ubicación	40
Figura 8: Elementos estructurales	40
Figura 9: Vista general de centro poblado -1	48
Figura 10: Calicata N° C-01	49
Figura 11: 3D edificación existente	61
Figura 12: 3D edificación proyectado	61
Figura 13: Vista en Planta de primer nivel al segundo	62
Figura 14: Vista en planta de tercer nivel al sexto	62
Figura 15: Planta sentido de aligerado de primer nivel al sexto	62
Figura 16: Periodo fundamental en el eje X	63
Figura 17: periodo fundamental en el eje Y	63
Figura 18: Cortante estático en el eje X	65
Figura 19: Cortante estático en el eje Y	66
Figura 20: Espectro inelástico de pseudo aceleración X y Y	67
Figura 21: Cortante dinámico en el eje X	68
Figura 22: Cortante dinámico en el eje Y	69
Figura 23: Desplazamiento inelástico en el eje X	70
Figura 24: Desplazamiento inelástico en el eje Y	71
Figura 25: Derivas elástica X	71
Figura 26: 3D edificación no cumple con lo requerido	72
Figura 27: 3D edificación cumple con lo requerido	73
Figura 28: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "A" de 1-13	76
Figura 29: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "B" de 1-13	77
Figura 30: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "D" de 1-13	78
Figura 31: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "E" de 1-13	79

Figura 32: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje “1” de A-E	80
Figura 33: Se verificará el área de acero para el eje “2,4,6,8,10,12” de A-E	81
Figura 34: Se verificará el área de acero para el eje “3,5,7,9,11,” de A-E	82
Figura 35: Se verificará el área de acero para el eje “13” de A-E	83
Figura 36: Verificación de presión de terreno con estructura existente	85
Figura 37: Verificación por punzonamiento con estructura existente	85
Figura 38: Verificación de presión de terreno estructura reforzada	86
Figura 39: Verificación por punzonamiento estructura reforzada	86
Figura 40: Verificación por desplazamiento de estructura reforzada	87
Figura 41: Diseño de acero de refuerzo en el eje X	87
Figura 42: Diseño de acero de refuerzo en el eje Y	88

## RESUMEN

Esta investigación buscó enmendar el problema general: ¿Cómo evaluar y diseñar el refuerzo estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, en la provincia de Oyón, el ilustre objetivo general fue: Describir la evaluación y diseño del reforzamiento estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha en la provincia de Oyón y el supuesto general fue: Describir la evaluación y el diseño del reforzamiento estructural permitirá mejorar la estructura de las viviendas multifamiliares ubicada en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, en la provincia de Oyón.

Esta obra se ejecutó siendo fiel a los principios del método con carácter científico y como metodología particular se empleó la analítica-sintética, fue de tipo aplicada, cuyo diseño se enmarcó en el no experimental de alcance descriptivo-explicativo. Una agrupación de 300 viviendas y 983 habitantes fue el total de la población analizada.

En suma, se arribó a la siguiente desenlace: con el modelo de reforzamiento estructural para vivienda miltifamiliares se garantiza la serviciabilidad para la proyección de 6 niveles Centro Poblado de Churín.

**Palabras Claves:** Evaluación estructural, Reforzamiento estructural

## ABSTRACT

This research sought to amend the general problem: How to evaluate and design the optimal structural reinforcement for multi-family homes located in the Churin Population Center, Pacha District, in the province of Oyón, the illustrious general objective was: Describe the evaluation and design of optimal structural reinforcement for multi-family homes located in the Churin Town Center, District of Pacha in the province of Oyón and the general assumption was: Describing the evaluation and design of structural reinforcement will improve the structure of multi-family homes located in the Churin Town Center, District of Pacha, in the province of Oyón.

This work was executed being faithful to the principles of the method with a scientific character and as a particular methodology the analytical-synthetic was used, it was of an applied type, whose design was framed in the non-experimental descriptive-explanatory scope. A group of 300 homes and 983 inhabitants was the total population analyzed.

In short, the following outcome was reached: with the structural reinforcement model for multi-family housing, serviceability is guaranteed for the projection of 6 levels of the Churín Town Center.

**Key words:** Structural evaluation, Structural reinforcement

## INTRODUCCIÓN

La evaluación para reforzamiento estructural de viviendas multifamiliares en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, en Lima es por causa de auto construcción sin ningún guía profesional responsable del diseño y el procedimiento constructivo, esto ocurre cuando la persona no tiene suficiente recurso para contratar a un profesional técnico, lo realizan sin pensar que a futuro ampliarán los niveles de su vivienda esto trae consecuencias que para la aplicación de tiene que hacer un reforzamiento estructural, ocasionando costo adicional que pudieron evitar antes de construir. Puede verse afectado considerablemente en la salubridad y la vida de los pobladores ante la presencia de sismos puede afectar la construcción que en otras circunstancias pueden resultar en fines de carácter fatal. Esta obra de indagación para constatar un destacado tratamiento sigue un esqueleto estructural de 6 apartados, que se especifican como sigue:

**Capítulo I.**-En este capítulo se muestra la descripción, la delimitación del problema, formulación del problema, la justificación y los objetivos de la problemática.

**Capítulo II.**-En este capítulo se muestra el marco teórico de la investigación los antecedentes nacionales e internacionales, y las bases teóricas y científicas que sustentan la investigación.

**Capítulo III.**-Se muestra un análisis de la hipótesis, una definición conceptual y operacional de las variables de la investigación.

**Capítulo IV.**-En este capítulo se muestra la metodología, tipo, nivel y diseño de la investigación, un análisis de la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos que apoyan en la investigación.

**Capítulo V.**-Se muestra una descripción del diseño y resultados de la investigación, además se presenta la contrastación de la hipótesis.

**Capítulo VI.** -En esta sección se presenta una discusión de los resultados, recomendaciones, conclusiones, matriz y anexos que sustentan la investigación.

Quispe Gonzales, Lucero Angelica

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La evaluación para el reforzamiento estructural en viviendas multifamiliares que se realizó en esta investigación, se basa a la autoconstrucción de edificaciones, para la ampliación de los niveles se requiere analizar y diseñar el reforzamiento estructural de los elementos estructurales con el ideal de asegurar la serviciabilidad de la construcción ante cargas adicionales y la presencia del sismo y salvaguarda la vida humana.

Las edificaciones deben ser construidas teniendo en cuenta un buen diseño, funcionalidad, seguridad, economía y criterios estéticos, todos estos requisitos van ligados con la estabilidad, resistencia y durabilidad, pero en el transcurso del tiempo se producen desgastes por factores mecánicos, físicos, biológicos, químicos, etc. Vallejo & Valbuena, (2018).

La necesidad de aplicar un método de reforzamiento estructural se da porque una estructura o elemento de ella tiene dificultades para resistir las solicitaciones de carga a lo largo del tiempo o por un cambio en el uso, razones por las que se obliga a la estructura a incrementar sus resistencias implementando un tipo de reforzamiento estructural adecuado según sus características necesidades Nayra, (2018).

A nivel mundial, en España, actualmente se tiene un Manual de Refuerzo Estructural para poder contar con una solución rápida y confiable, en este manual se describen las

principales tecnologías de refuerzo disponibles así como su campo de aplicación, sus ventajas y algunas experimentaciones que se realizaron con cada una de ellas enfatizando en su aplicación; se distingue entre tres grupos de elementos a reforzar: refuerzo de edificios de hormigón armado, refuerzo de albañilería y madera, y sobre refuerzo de elementos no estructurales MAPEI, (2021).

En Latinoamérica, específicamente en Colombia se ha investigado a profundidad sobre los estudios de patologías, vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamiento estructural, pues es un país con zonas de alta sismicidad Vallejo & Valbuena, (2018). En Ecuador, se ha realizado indagaciones acerca de las tácticas de reforzamiento para perfeccionar el desempeño de la estructura de edificaciones en específico y las ventajas en seguridad y confiabilidad de estas alternativas de solución Jácome, (2018).

A nivel nacional, también se estudió el reforzamiento estructural para edificaciones que tuvieron un cambio de uso, como es el caso en Puno, que obligaba a las estructuras a tener un aumento en sus resistencias, por lo que se optó por proponer reforzamientos por encamisado y fibra de carbono Nayra, (2018); en Lima se evaluó que el reforzamiento a través de disipadores de fluido viscoso resultó ser el indicado para una vivienda de familia extendida de 8 pisos ubicada en Santiago de Surco, debido a que pretendían realizar un enfoque a un reforzamiento sismorresistente y a la disminución de las derivas de entrepisos Ramos & Rodríguez, (2019).

En Huancayo, una investigación se enfocó a las viviendas rurales y su reforzamiento con mallas metálicas para perfeccionar el comportamiento sísmico de las edificaciones, el método de reforzamiento fue elegido en base a que estas edificaciones eran mayormente de adobe y tapia, además que no tenían más de 25 m<sup>2</sup> de área, de esta manera se logró mejorar las propiedades sismorresistentes de las viviendas Huamán, (2018); sin embargo se sabe que no todas las construcciones de nuestra localidad e incluso país son construidas con la debida capacitación, profesionalismo y regularidad, deja mucho que esperar frente a sismos o a su uso a lo largo de los años debido a su edificación de manera informal y de autoconstrucción CORREO, (2018). Entonces resulta viable proponer metodologías de reforzamiento para aquellas edificaciones que lo requieran, pero cómo saber qué tipo de reforzamiento es el adecuado para las viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro, Poblado de Churin, distrito, de Pacha, en esta investigación se pretende dar a conocer una metodología y propuesta de reforzamiento.



*Figura 1: Auto construcción de viviendas*



*Figura 2: Material de construcción no apropiado*

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Espacial**

En cuanto a las viviendas multifamiliares, se recogieron datos del Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, provincia de Oyón, Lima; por lo que buena parte del desarrollo de la investigación se dará en el Centro Poblado de Churin.



Figura 3: Mapa del lugar o posición



Figura 4: Mapa del lugar o posición

### **1.2.2. Temporal**

Corresponde al mes de noviembre - diciembre 2021 y enero – febrero 2022, ya que en estos años se realizaron las visitas a la zona de estudio y se recopilará la información histórica de las viviendas multifamiliares, así como de los documentos relacionados a la construcción, ejecución y estudios necesarios para la edificación

### **1.2.3. Económica**

Esta indagación tiene su ejecución con los recursos propios de la que investiga.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál va a ser el resultado de la evaluación para el refuerzo estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, ¿Provincia de Oyón?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el resultado de la capacidad portante de suelo para el reforzamiento en viviendas multifamiliares?
- b) ¿Cómo es el comportamiento de la estructura para el reforzamiento en viviendas multifamiliares?
- c) ¿Qué tipo de refuerzo estructural se debe utilizar en viviendas multifamiliares?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación practica o social**

Esta indagación tiene justificación social, dado que se pretende dar posibles alternativas de respuestas frente a las carencias de hogaño y las venideras que contraerá la sociedad, así como, según el ámbito, de ser factible, poder dar mejoría con respecto a la calidad de vivencia de los habitantes (Hernández C. 2015).

Por medio de la investigación, se busca ayudar a mejorar la situación de los elementos estructurales de las viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro

Poblado de Churin y evitar posibles colapsos o mayores afecciones futuras que puedan afectar a los usuarios.

#### **1.4.2. Justificación científica o teórica**

Según Alvares Risco (2020), “la justificación teórica o científica supone referir cuáles son las irregularidades de saberes actuales que la exploración quiere disminuir. Hay diferentes explicaciones para demostrar el valor de la exploración a partir de una perspectiva teórica. Se alcanzan a ver diferentes revistas que poseen una unidad que requieren el valor de la exploración siendo la justificación teórica un componente importante para probar la importancia”. (pág. 1).

La investigación teórica de la actual investigación se da por la investigación de entendimientos para evaluar el reforzamiento estructural de viviendas multifamiliares en el centro poblado de churin, distrito de pacha lima.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

Cuando un estudio hace una contribución o desarrolla una nueva técnica para generar información precisa y fiable, se dice que está metodológicamente justificado. (Bernal, 2010).

De acuerdo con lo anterior, el proyecto pretende proporcionar una técnica para el análisis, de la estructura, la modelización y el posterior diseño del refuerzo de viviendas multifamiliares. En lo inmediato, el estudio ayudará a desarrollar una opción de mejora para estas viviendas, así como la ejecución de conceptos de refuerzo estructural para estructuras comparables. A corto plazo, la investigación ayudará a dar una alternativa de mejora para estas edificaciones y en la implementación de ideas de reforzamiento estructural a edificaciones relacionadas.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el resultado de la evaluación para el reforzamiento estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, en la provincia de Oyón.

**1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Calcular la capacidad portante del suelo para el reforzamiento estructural en viviendas multifamiliares.
- b) Modelar el comportamiento estructural para el reforzamiento de viviendas multifamiliares.
- c) Determinar el tipo de refuerzo estructural para las viviendas multifamiliares.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Benigno Montero & Gamarra Gutiérrez (2018), presento la tesis de pregrado **título:** “Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018”, con un **objetivo general:** Realizar la evaluación para el reforzamiento de la vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018. mediante la siguiente **metodología:** Con un diseño cuantitativo no experimental ya que solo será descriptiva y no manipulará ninguna de la variable, de tipo aplicada con un nivel correlacional- descriptivo, obteniendo como **resultado:** Pudimos obtener que la mayoría de daños se da en los muros de albañilería, debido al mal proceso constructivo de las viviendas, esto guarda relación con el autor Vázquez Lara, donde menciona que el 55% de las viviendas estudiadas presentan fallas en los muros debido al mal uso de ladrillos. Se pudo determinar las Fuerzas Cortante Dinámicas tanto en X como en Y, siendo  $V_e = 633.6984$  Ton y  $V_e = 643.091$  Ton, respectivamente. También se comprobó la deriva inelástica en X-X, respetando las Norma E. 030, cuya deriva límite del concreto armado es 0.007, el valor de la deriva máxima en X-X de la vivienda es 0.00813 el cual no cumple

con lo permitido. finalizando **concluyo:** La albañilería confinada es la solución más económica, segura y de fácil desarrollo de la construcción de viviendas, por este motivo es el uso masivo de este sistema 100 estructural, el cual lleva a la autoconstrucción o construcción sin asesoramiento profesional.

Según Paredes y Cahuana (2018), presento la tesis de pregrado **título:** Ingeniero Civil sustentaron su indagación manteniendo con un **objetivo general:** Evaluar la conducta estructural de la construcción de albañilería de clase confinada haciendo uso de una examinación sísmica y modelar el refuerzo de la estructura. mediante la siguiente **metodología:** Se manejó el método científico, cuyo diseño se encaminó al lado no experimental, obteniendo como **resultado:** Que el refuerzo beneficia a las estructuras frente a movimientos sísmicos, pues mejora en gran medida las cargas axiales del muro de albañilería, con referencia al tema del reforzamiento de las columnas y las vigas se recomendó analizar el reforzamiento mediante fibra de carbono, finalizando **concluyo:** De que el método de reforzamiento encaminado por los muros de corte son lo más oportunos, puesto que generan una mayor rigidez y también reducen los desplazamientos laterales de la estructura, dando posibilidad a un mejor comportamiento frente a ciertos imprevistos.

Según Tinoco Merhuay y otros (2018), presento la tesis de pregrado **título:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián, utilizando el model builder del ArcGIS, con un **objetivo general:** Ejecutar la examinación de la flaqueza sísmica de las construcciones que tiene ubicación en la sección urbana de la comuna de Chiquián, poniendo en práctica el modelo Builder del ArcGIS, mediante la siguiente **metodología:** Se manejó el método científico, cuyo diseño fue el no experimental, obteniendo como **resultado:** Que en concordancia a los valores establecidos para el grado de vulnerabilidad conseguido, el 14,70% de los domicilios se categorizan como Baja vulnerabilidad, se trata de domicilios con vigas y columnas de amarre en la totalidad de la construcción y están hechos de material noble, usando ladrillos que proceden de las industrias de la ciudadela de Lima, los cuales mantienen el cumplimiento de las demandas que se estipulan en la Norma E.070 del Ministerio de Vivienda; el 21,20% de los domicilios se encuentran categorizados con una vulnerabilidad Media, mantienen cumplimiento de algunas

particularidades de las Reglas Nacionales de Edificación, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se trata de domicilios hechos con material noble y en mayor parte usando amarres de adobe con vigas y columnas con muchos imperfectos, se hicieron de material noble y no han tenido una jefatura técnica, con ladrillos de carácter artesanal que no cumple el aguante (resistencia) técnico establecido; y el 48,80% de los domicilios están en la categoría vulnerabilidad Alta, esto quiere decir que presentan ciertas características que se mencionan en las Reglas Nacionales de Edificación, se trata de domicilios de barro que no tienen vigas y columnas de amarre que están repartidos a lo largo del sector urbano, son de adobe elaborados de forma artesanal, no presentan buena calidad y su levantamiento se ha llevado a cabo sin la tener participación de mano de obra cualificada; por lo que tomando en cuenta el grado de flaqueza y un aceleramiento horizontal de la superficie de 0,32g, se evidencia que la cuantía de 1209 domicilios (85,32%) sufrirían un derrumbe total y que un total de 208 domicilios (14,68%) estaría en pie pero con la presencia de algunos daños en su estructura. finalizando **concluyo:** Que el patrón de flaqueza sísmica hecho con ayuda de Model Builder (herramienta del ArcGIS) facilitó la automatización y consecución del mapeo de grado de flaqueza sísmica para el sector urbano de Chiquián, el cual puede ser aplicado en ulterior estudio con esta esencia.

Según Nayra Choque (2018), presento la tesis de pregrado **título:** "Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras - caja Arequipa - puno" con un **objetivo general:** Sugerir opciones de refuerzo estructural de domicilios familiares para la utilización de negocios financieros – caso Caja Arequipa Puno. mediante la siguiente **metodología:** Fue el científico, con el diseño no experimental, obteniendo como **resultado:** Se examinaron las zapatas a consecuencia del acrecentamiento de las sobrecargas y cargas complementarias por los refuerzos a la estructura perpetuados en la superestructura y al final se sugirieron y se examinaron las opciones de refuerzo estructural. Los frutos demostraron que, en el caso de las columnas con fracciones de 0.25x0.25 y por otro lado también de 0.25x0.35, se necesita ejecutar el refuerzo por encamisado de la sección en la cantidad de caras: una, dos y tres, finalizando **concluyo:** Que la inserción de paredes de corte en la

estructura total, encamisado a base de concreto armado, fibras de carbono, y recalce superficial en las zapatas para construir en Puno y para llevar a cabo la construcción en Azángaro en base a columnas por refuerzo con encamisado de concreto armado, dan mejoría a la capacidad resistente garantizando que lo estructural sea seguro.

Según Ramos Bernabé & Rodríguez Carhuaz (2019), presento la tesis de pregrado **título:** "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño de reforzamiento estructural implementando disipadores de flujo viscoso en la vivienda multifamiliar de 8 niveles, Santiago de surco" con un **objetivo general:** Evaluar la estructura implementando el reforzamiento mediante disipadores de fluido viscosos en la vivienda multifamiliar de 8 niveles para analizar el grado en que se reduce la vulnerabilidad estructural, mediante la siguiente **metodología:** Se manejó el método científico, cuyo diseño fue el no experimental, Obteniendo como **resultado:** Corroboraron que el refuerzo con los disipadores de fluidos viscoso logró desaparecer un 70.96% de la energía de entrada de un evento anómalo como un sismo de magnitud severa en la ubicación X y 53.80% de la energía sísmica de entrada con magnitud severa en la ubicación Y, finalizando **concluyo:** Que finiquitaron que los aparatos de refuerzo de fluido viscoso garantizan exitosamente la actuación estructural con respecto a los movimientos sísmicos severos con base en las anotaciones tiempo historia ejecutados en el modelamiento.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Según Vallejo & Valbuena (2018), para conseguir **el título:** Ingeniero civil con especialización en Patologías de la Construcción, con un **objetivo general:** averiguación de patología para la construcción Proyecto Villa de los Ángeles, inmueble situado por la Carrera 4 Número 10-40 de la ciudadela ubicada en Bogotá DC en la barriada llamada La Candelaria, mediante la siguiente **metodología:** El lado científico, con un diseño o camino no experimental. obteniendo como **resultado:** Se presenta un predio con múltiples afectaciones derivadas por la falta de mantenimiento, sumado a la desocupación de la edificación durante los últimos 5 años, la antigüedad respecto de su fecha de construcción y revisado bajo la normativa de construcción vigente, no cumple

con los mínimos establecidos en los índices de flexibilidad y sobre esfuerzo; entonces en el Bloque B, que posee un sistema de muros en mampostería y tapia, la estructura se reforzó de acuerdo al capítulo D.12 de la NSR-10 "mampostería reforzada externamente", en la cual se propone una capa de mortero tipo H en conjunto con una malla electrosoldada con una capa de 45 mm a ambos lados del muro actual de mampostería sujeta por conectores, finalizando **concluyo:** Que se encuentra viabilidad técnica, financiera y jurídica de la edificación Villa de los Ángeles B, para ser rehabilitada y acondicionada de acuerdo a los requerimientos del cliente SELINA S.A.S y su plan hotelero.

Según Loor (2018), para conseguir **el título:** Ingeniero civil sustentó su indagación con el ilustre, con un **objetivo general:** Fue especificar una evaluación de la seguridad sísmica y sugerir los más idóneos diseños de refuerzo estructural para aminorar la vulnerabilidad de la construcción administrativa de la Escuela Politécnica Nacional. mediante la siguiente **metodología:** Fue científico, a base de un diseño no experimental. obteniendo como **resultado:** Que la construcción presentaba un alto grado de flexibilidad lateral en una dirección más que en la otra, originado por su ajuste estructural, también tenía una conducta dinámica no ideal y algunos de los componentes estructurales no cumplían con las exigencias mínimas para una estructura de categoría sismo resistente, también se decretó que las paredes de corte fueron la mejor alternativa para registrar toda la estructura en comparación a los muros de rellenos. finalizando **concluyo:** Esta construcción he hizo con normas pasadas y sin ninguna evaluación o procedimiento de característica sismo resistente, esto quiere decir que es deficiente y altamente vulnerable ante eventos de cargas sísmicas.

Según Morejón y otros (2018), para conseguir **el título:** valoración de la seguridad estructural de construcciones pos-terremotos. con un **objetivo general:** Proponer un procedimiento para la valoración rápida pos-terremotos en correspondencia a seguridad de la estructura en construcciones, después del suceso de sismos de índole significativa. mediante la siguiente **metodología:** El método fue científico, con diseño no experimental. obteniendo como **resultado:** Se hizo una revisión bibliográfica asociada con la temática de la evaluación de la seguridad estructural de las edificaciones luego de la ocurrencia de terremotos

moderados y fuertes; a partir del análisis de métodos existentes se propuso una metodología para la evaluación rápida de edificaciones afectadas. finalizando **concluyo:** Que en base del nivel de valoración se determina su alcance, se establecen las particularidades de cada nivel de valoración, así como una tasación del tiempo que se requiere.

Según Jácome (2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** Ingeniero civil sustentó su indagación con un **objetivo general:** Especificar las tácticas de refuerzo para dar mejoría al rendimiento de la estructura de una edificación con construcción mixta. mediante la siguiente **metodología:** El método de la investigación fue científico, con diseño no experimental. obteniendo como **resultado:** Demostraron que las resistencias en los componentes estructurales que se detalla a continuación: 292.78 Kg/cm<sup>2</sup> para las losas, estableciendo 209.84 Kg/cm<sup>2</sup> en cuando a las vigas y 240.92 Kg/cm<sup>2</sup> en el caso de las escaleras; el puntaje medio total de lo estructural es de 247.85 Kg/cm<sup>2</sup> para escaleras, losas y vigas. finalizando **concluyo:** El refuerzo de las estructuras facilita la refacción y rehabilitación de éstas, obteniendo un desempeño adecuado para las solicitudes requeridas. Por esta razón se tiene que usar diversas opciones de refuerzo, para lograr un resultado económico y además óptimo.

Según Chávez & Gómez (2020), para conseguir **el título:** Ingeniero civil sustentaron su indagación con un **objetivo general:** Hacer un modelo de refuerzo estructural óptimo considerando parámetros de diseño sismo resistente para la ampliación del edificio "ITSPN". mediante la siguiente **metodología:** Fue científico, optando por el camino o diseño no experimental. obteniendo como **resultado:** El costo para el refuerzo con disipadores BRB fue de \$67 666, y para el reforzamiento con enchape de \$25 7193.37, finalizando **concluyo:** El reforzamiento mediante enchapes la modelación con elementos tipo "Shell" y espaciamiento de paredes muestra resultados más aproximados a la realidad, con un incremento de la capacidad, incremento en el amortiguamiento de 9.7% en el punto de desempeño y las articulaciones se encuentran en los niveles de seguridad para la vida; no obstante el uso de disipadores del tipo BRB permitió rehabilitar y dar mejoría a la respuesta estructural de las construcciones en estudio, debido a la protección hacia los demás elementos ante un evento sísmico, reduciendo un posible daño, principalmente en vigas y columnas.

## 2.2. Bases teóricas o científicas

### 2.2.1. Evaluación estructural

Según Yanqui Santos & Paniagua Luque (2020), la evaluación se realiza para examinar y verificar que cumple los criterios mínimos de la norma técnica de edificaciones. Se compone de supraestructura y subestructura, con cemento, arena, acero y agua como materiales principales.

#### Reforzamiento estructural

Según Yanqui Santos & Paniagua Luque (2020), el reforzamiento estructural se realiza con el fin de garantizar su vida útil y salvaguardar la vida humana ante la presencia de sismo, evitando el colapso instantáneo.

#### a) Carga útil para edificaciones

Para determinar la carga útil se basa al uso que se le va dar a la vivienda, donde nos indica la norma nacional de edificaciones la E 020 que se debe considerar como mínimo según el uso requerido.

Tabla 1: Cargas con características vivas mínimas repartida

Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)]

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

#### 2.2.2.1. Elementos estructurales

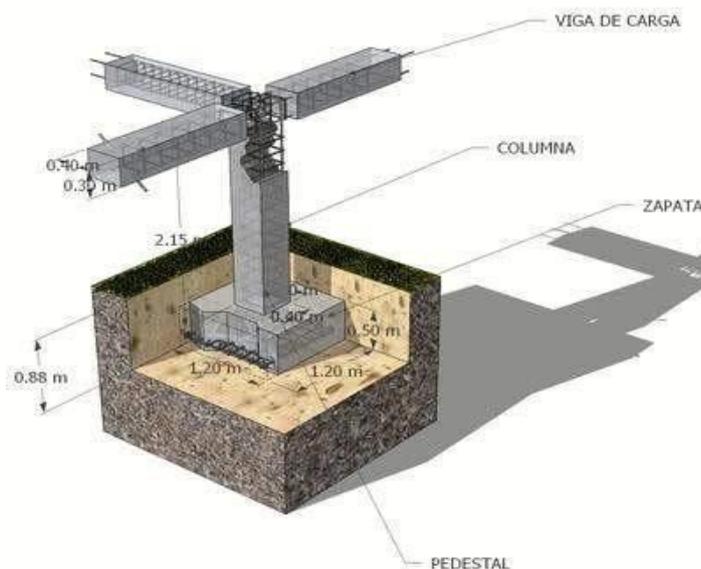


Figura 5: 3D de domicilio a examinar

**a) Columnas**

Según Salazar (2022), las columnas con elementos estructurales que recibe la carga directamente donde su comportamiento es flexo compresión esto debe de soportar los efectos combinados de esfuerzos según la norma vigente cuando ocurre el sismo.

**b) Vigas**

Según Salazar (2022), las vigas con elementos estructurales que recibe la carga y luego distribuye a la columna donde su comportamiento es a flexión y torsión donde debe ser resistente frente al sismo.

**c) Losa**

Según Salazar (2022), es un elemento plano donde las cargas va perpendicular y su comportamiento es a momentos flexiones eso debe se resistir dichas cargas aplicas.

**d) Losa de cimentación**

Según (2020), soporta carga de las super estructura esto de utiliza donde la capacidad portante del suelo es muy baja o hay presencia de licuefacción para evitar el asentamiento de la cimentación.

**e) Zapata**

Según Garza Vásquez (2020), la zapata está referido a una de las partes más significativas del proyecto, esto se debe a que mantiene la carga total de la estructura, evita el punzonamiento y el vuelco en caso de terremoto.

**f) Viga de conexión**

Según Iberto Gutiérrez (2021), la viga de conexión se utiliza para evitar el momento de volteo en la cimentación.

**g) Viga de cimentación**

Según Perú Cype (2022), la viga de cimentación se utiliza en lugares arenosas y pobre capacidad portante del suelo.

Parámetros de (RNE) 0.30 sismo resistente



Figura 6: Distribución de zonas

Fuente: Normativa Nacional Sobre Edificaciones

Tabla 2. Factor de acuerdo a la zona

Factor de zona "z"	
Zona	z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo Resistente

Tabla 3: Síntesis para diversas tipificaciones de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\tilde{v}_s$	N60	$\tilde{S}_u$
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo Resistente

Tabla 4: Factor de amplificación de suelos en base a la zona

FACTOR DE SUELO "S"				
Perfil	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo Resistente

Tabla 5: Factor de amplificación de periodos

PERIODOS "Tp" Y "Tl"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0,3	0,4	0,6	1,0
Tl(s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo Resistente

(S, TP y TL) Haciendo uso de las puntuaciones adecuadas del factor de amplificación del suelo S y los periodos TP y TL, se debe examinar la clase de perfil que represente mejor las circunstancias locales.

Donde.

S: Perfil que tiene el suelo

TP, TL: Tiene que ver con el periodo esencial, de vibración o tembleque manejado en el periodo de segundos

C: Concerniente al factor de amplificación de carácter sísmico.

Ecuación 1:

$$T = Tp \quad C = 2,5$$

$$Tp < T < Tl \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{Tp}{T}\right)$$

$$T > Tl \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{Tp \cdot Tl}{T^2}\right)$$

Tabla 6: Clasificación del factor u

Edificaciones comunes	Edificaciones comunes son: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
-----------------------	---	-----

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Edificación E0.30 -2018 Sismo Resistente

### ● Fuerzas Sísmicas (R0)

Según Domínguez Lázaro (2018), en cada dirección de estudio, los modelos estructurales se tipificarán basado en los elementos empleados y el modelo de estructuración antisísmica, como se ha mencionado.

El producto que resulta del coeficiente R0 obtenido de la Tabla 7 y los componentes Ia, Ip derivados particularmente de las Tablas 8 y 9 arroja el coeficiente de aminoración de las fuerzas de índole sísmico.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Tabla 7: Coeficientes de carácter básico sobre aminoración sísmica

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción $R_0$ (*)
Acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado: Pórticos Dual De muros estructurales Muros de ductilidad limitada	8 7 6 4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Basado en Reglas Nacionales de Edificación E0.30 -2018 Sismo

Tabla 8: Categoría y modelo estructural de una edificación

Categoría de la edificación	Zona	Sistema estructural
A1	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada.
A2	4,3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado Albañilería armada o confinada.
	1	Cualquier sistema
B	4,3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF Y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Edificación E0.30 - 2018 Sismo

Tabla 9: Irregularidades referentes a las estructuras en planta

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>Factor de irregularidad <math>I_p</math></b>
<p>Irregularidad torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de extremo en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio solo se aplica en edificios con diagramas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la tabla.</p>	0,75

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Edificación E0.30 - 2018 Sismo

Tabla 10: Estructurales que existen en altura en los dos sentidos

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR DE IRREGULARIDAD AD Ia
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez</b> Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando 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.</p>	0,80
<p><b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes</b> 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.</p>	0,60

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Edificación E0.30 -2018 Sismo

Tabla 11: Irregularidades estructurales en la planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN LA PLANTA	FACTOR DE IRREGULARIDAD $I_p$
<p><b>Irregularidad Torsional</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidenta, es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidenta, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla.</p>	0,60
<p><b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p><b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Edificación E0.30 -2018 Sismo

Tabla 12: Categoría De Las Edificaciones

CATEGORIA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Basado en

las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo

- **Fuerza cortante en la base**

La siguiente fórmula matemática determina el esfuerzo cortante global en la base de la estructura, que corresponde al sentido estudiado.

Ecuación 2: Fuerza cortante

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

El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

- **Distribución de la fuerza de carácter sísmico en altura**

En lo que concierne a las fuerzas de carácter sísmico horizontal en cualquier nivel conveniente a la dirección dada, se deducen utilizando.

Ecuación 3: Fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)} \cdot P$$

Donde n señala la cantidad de pisos de la construcción, y k se trata de un exponente ligado a la duración básica de vibración o movimiento de la estructura (T) en el sentido correspondiente, que se deduce según.

- a) Para T con valor igual o de menor cuantía a 0,5 (medido en segundos), se tiene:  $k = 1,0$ .
- b) Para T con valor de mayor cuantía que 0,5 (medido en segundos), se tiene:  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$ .

- **Período fundamental de vibración**

Según Coral Vargas (2018), por cada dirección se debe deducir el período esencial de vibración y se hace con la expresión que sigue:

Ecuación 4: Periodo Fundamental

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Donde:

CT = 35 concerniente a edificaciones con componentes con resistencia en el sentido establecido sean exclusivamente:

- a) Pórticos sin paredes de corte, pero de concreto armado.
- b) Pórticos con dúctiles de acero, que tengan vínculos y resistencia a circunstancias, sin presentar arriostramiento.

CT = 45 concerniente a edificaciones cuyos componentes con resistencia en el sentido establecido sean:

- a) Pórticos de concreto armado con paredes en las escaleras y cajas de elevadores.
- b) Pórticos de acero de carácter arriostrado.

CT = 60 concerniente a edificaciones de tipo albañilería y también en el caso de los demás

Las construcciones de concreto armado duales, de muros de ductilidad limitada y de paredes estructurales.

- **Aceleración espectral**

Por cada sentido de carácter horizontal estudiado se emplea un espectro inelástico de pseudo aceleraciones que se describe a continuación.

Ecuación 5: Aceleración Espectral

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

- **Análisis en la dirección vertical**

Excepto en la zona de periodo extremadamente corto ( $T < 0,2 T_p$ ), cuando se considere, se podrá emplear un espectro con niveles equivalentes a  $2/3$  del espectro utilizado para los sentidos de carácter horizontal, teniendo en cuenta las puntuaciones de C establecidos en el artículo 14.

Ecuación 6: Análisis en la dirección vertical

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \frac{T}{T_p}$$

- **Criterios de combinación**

La respuesta elástica máxima que se espera ( $r$ ) puede obtenerse para las fuerzas de índole interna en las piezas que forman la estructura, así como también en los parámetros de carácter global de la construcción, tales como la fuerza cortante en la base, los cortantes entre pisos, las circunstancias de vuelco y los desplazamientos relativos y totales entre pisos, utilizando los criterios de mezcla indicados.

Utilizando la mezcla cuadrática total de las puntuaciones estimadas para cada modo, se puede lograr una contestación elástica máxima prevista ( $r$ ) que concierne al impacto conjunto de los múltiples modos de vibración que son utilizados ( $r_i$ ).

Ecuación 7: Criterios de Combinación

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i P_{ij} r_j}$$

Los valores del coeficiente de correlación vienen dados por: donde  $r$  denota las respuestas modales, las fuerzas o los desplazamientos.

Ecuación 8: Valor del coeficiente de correlación

$$p_{ij} = \frac{8 B^2 (1 + \lambda) \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2)^2 + 4 \beta^2 \lambda (1 + \lambda)^2} \quad \omega_j$$

$$\lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

$\beta$ , tiene que ver con la fracción del amortiguamiento crucial, que resulta ser supuesta como constante para la totalidad de modos con valor equivalente a 0,05

$\omega_i, \omega_j$  tiene que ver con las frecuencias de carácter angular de los modos  $i, j$  29.3.4. Alternativamente, la contestación máxima puede tasarse haciendo uso de la expresión subsiguiente.

Ecuación 9:

$$r = 0,25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{\pi} r_i^2}$$

- **Desplazamientos laterales relativos admisibles**

El mayúsculo desplazamiento relativo de entrepiso, que se calcula en base el artículo 31, no supera la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se señala en la Tabla N° 13.

Tabla 13: Desplazamiento Laterales

<b>LIMITES PARA LA DISTORCION DEL ENTREPISO</b>	
Material predominante	$\Delta l/hd$
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Basado en las Reglas Nacionales de Construcción E0.30 -2018 Sismo

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta tabla

Tabla 14: Combinaciones de carga

1	D
2	D + L
3	D + (W ó 0,70 E)
4	D + T
5	$\alpha$ [D + L + (W ó 0,70 E)]
6	$\alpha$ [D + L + T]
7	$\alpha$ [D + (W ó 0,70 E) + T]
8	$\alpha$ [D + L + (W ó 0,70 E) + T]

Fuente: ACI 319 Y E 0.20 RNE

Donde:

D = Tiene que ver con larga muerta, basado en 2.0

L = Tiene que ver con carga viva, basado en 3.0

W = Tiene que ver con carga de viento, basado en 3.7

E = Tiene que ver con carga de sismo, basado en NTE E.030 Modelo Sismorresistente

T = Tiene que ver con el accionar frente a las contracciones y/o alteraciones diferidas en los materiales, cambios de temperatura, asentamientos de ayuda o mezcla de ellos.

$\alpha$  = Tiene que ver con el factor que logrará un valor minúsculo de 0,75 en las combinaciones 5, 6 y 7; siendo de 0,67 para aquella combinación de 8. En estos escenarios no será permitido un acrecentamiento de los esfuerzos aceptables.

- **Ubicación, geográfica del estudio**

Coordenadas, UTM: 8690588.51 N

Coordenadas, UTM: 271177.47 E

Altitud: 350 m.s.n.m.



*Figura 7:* Ubicación por departamento, provincia y distrito

Fuente: Normativa Nacional Sobre Edificaciones



*Figura 8:* Ubicación por departamento, provincia y distrito

Fuente: Normativa Nacional Sobre Edificaciones



Figura 9: Esquema de ubicación

Fuente: Elaboración propia

### ● Partes de elemento estructural

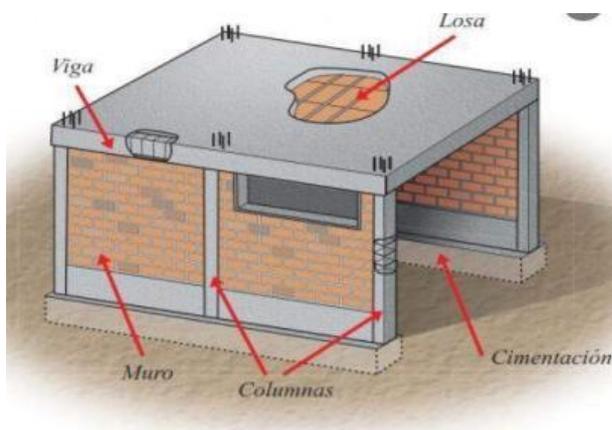


Figura 10: Elementos estructurales

Fuente: Elaboración propia

### Marco legal

- Normativa Técnica de Ámbito Nacional
  - Reglas Nacionales para Edificación la E 0.30 de sismo resistente.
  - Reglas Nacionales para Edificación la E 0.60 de concreto armado.
  - Reglas Nacionales para Edificación la E 0.50 de cimentaciones.
  - Reglas Nacionales para Edificación la E 0.20 de cargas.
- Norma técnica internacional
  - Norma ACI 318 de edificaciones

### 2.3. Marco conceptual

- a) **Análisis estructural:** Se determina la capacidad, los esfuerzos y las deformaciones que tiene una estructura o una de sus partes para sostener un tipo de carga. Rodríguez, (2023)
- b) **Reforzamiento:** Se trata de una serie de operaciones útiles para acrecentar la capacidad de resistencia del componente estructural o de la estructura. Aba Team (2021)
- c) **Reparación:** Sustitución o corrección de piezas dañadas para restablecer la capacidad de resistencia de una estructura. Nanclares Márquez & Gómez Gómez (2018)
- d) **Modelado de estructuras:** Cuando se desarrolla una estructura en un software, se representa mediante una idealización matemática. La forma de la estructura, la cantidad y posición de las cargas, el tipo de componentes, las conexiones internas entre estos elementos, como los soportes, y la interacción de la estructura con el entorno pueden influir en ella. Navarro, (2018)
- e) **Etabs:** Se trata de un programa de vanguardia para la examinación estructural y el dimensionamiento de edificaciones que incluye destreza de modelado y vistazo de objetos en 3D, así como la capacidad de realizar análisis lineales y no lineales, además de una amplia selección de materiales y dibujos esquemáticos para facilitar la comprensión. Shop (2023)
- f) **Resistencia a la flexión:** La resistencia a la flexión de un concreto es baja en comparación con su aguante a la compresión, pero muy superior a su resistencia en tracción pura. Condor Vargas & Pariona Uchuypoma (2019)
- g) **Resistencia a corte:** La resistencia al cizallamiento se describe como la resistencia interna de un material por unidad de superficie a la rotura debido a las tensiones y deslizamientos en cualquier plano del material, con la rugosidad como variable clave. Structuralia (2021)
- h) **Resistencia sísmica:** Es una propiedad de las edificaciones que han sido modeladas y construidas con un ajuste estructural adecuado, elementos de dimensiones convenientes y materiales de suficiente proporción y que son resistentes para dar

soporte a las fuerzas resultantes de terremotos; sin embargo, ningún edificio es completamente resistente a los terremotos. Lasso Martínez & Pillajo Tello (2020)

- i) **Concreto:** El concreto se obtiene al utilizar, por un lado, aglomerante, agua y fragmentos de agregados. Lo más habitual es que el agregado consista en arena fina o gruesa, gravilla o grava. Las variaciones en esta mezcla es lo que termina modificando las propiedades mecánicas y de aplicación del material. UMACON (2021)
- j) **Combinación de carga:** Salvo en las circunstancias estipuladas en las especificaciones de los diferentes materiales estructurales, se supone que todas las cargas operan en las subsecuentes combinaciones, cualquiera que genere las repercusiones más adversas sobre el componente estructural, teniendo en cuenta las reducciones necesarias. Alvares (2021)
- k) **Presión de suelo:** Se considera que la presión de la superficie se mantiene constante. En la presión aceptable del suelo y suponiendo que estos pesos se distribuyen por igual en la zapata, la superficie de la zapata debe ser suficiente para resistir, y transferir el peso de la sobrecarga y la carga de la columna. Jalanoca Queque (2018)
- l) **Gravas:** Los cantos rodados son un conjunto de diminutos fragmentos de piedra formados por la desintegración innata de la roca causada por la labor del hielo y otros factores atmosféricos, y suelen verse en canteras y fondos de ríos. Gonzales, (2018)
  - m) **Impermeabilidad:** Es esencial que el hormigón se mejore de forma regular disminuyendo la cuantía de agua en la mezcla; la demasía de agua se evapora, dejando agujeros y cavidades; si el agua se conecta, el agua puede infiltrarse u obstruir el hormigón. Motorgiga (2023)
- n) **Resistencia al corte:** Las zapatas pueden ser consideradas como vigas planas y losas anchas con comportamiento en ambas direcciones para el diseño a cortante. El corte por flexión es el primer ejemplo, mientras que el corte por punzonamiento es el segundo. Structuralia (2021)
- o) **Estudio de suelo:** Una investigación adecuada del suelo sobre el que se va a construir una estructura proporciona al ingeniero la información necesaria para seleccionar el tipo y el diseño de cimentación más adecuados y rentables, así como una garantía antes del inicio de la construcción. Gómez Aguilar (2021)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Describir la evaluación del refuerzo estructural que permitirá mejorar la estructura de las viviendas multifamiliares ubicada en el Centro Poblado de Churin, Distrito de Pacha, provincia de Oyón.

##### **3.1.2. Hipótesis específico**

- a) La capacidad portante del suelo como interviene en el reforzamiento estructural en viviendas multifamiliares.
- b) Modelar el comportamiento estructural permitirá saber cómo realizar el reforzamiento de las viviendas multifamiliares.
- c) Determinar el tipo de reforzamiento estructural permitirá dar una alternativa para viviendas multifamiliares.

#### **3.2. Variables**

##### **3.2.1. Definición conceptual de la variable.**

- a) **Variable independiente (X):**

### **Evaluación estructural**

Concierne a una táctica de evaluación analítica de un edificio basado en la degradación inducida por numerosas circunstancias. Vallejo & Valbuena, (2018)

El grado de evaluación de la estructura, que puede ir de rápido a extenso o de ingeniería. Morejón, Leyva, & Arco, (2017)

#### **b) Variable dependiente (Y):**

##### **Reforzamiento estructural**

Es un procedimiento utilizado para ofrecer seguridad a un sistema que antes carecía de ella, eliminando o reduciendo futuras pérdidas humanas y materiales, en función del comportamiento del edificio y del tipo de refuerzo utilizado. Loor, (2017).

Dependiendo del tipo de edificio y de la función a la que se destine, su objetivo es mejorar la resistencia a la flexión, al corte o a la sismicidad. Sika Perú, (2021).

### **3.2.2. Definición operacional de la variable**

#### **a) Variable independiente (X):**

##### **Evaluación estructural**

La variable VI 1: Evaluación estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características D1: Pruebas no destructiva, D2: Recopilación de datos en el campo, A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.

#### **b) Variable dependiente (X):**

##### **Reforzamiento estructural**

La variable VD 2: Reforzamiento estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características, D1: Modelo estructural, D2: Diseño de elementos estructurales. A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.

### **3.2.3. Operacionalización de la Variable.**

Tabla 15: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<b>1: Variable Independiente</b> Evaluación estructural	Es un proceso que se evalúa analíticamente una estructura en base al deterioro, causado por diversos factores Vallejo & Valbuena, (2018), y al nivel de evaluación de la estructura, pues puede ser una evaluación rápida, detallada o de tipo ingenieril Morejón, Leyva, & Arco, (2017).	La variable VI 1: Evaluación estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características D1: Prueba no destructiva, D2: Recopilación de datos en el campo. A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.	Prueba no destructiva	Electrómetro	Ficha de campo		X			
				Scanner	Ficha de campo		X			
			Recopilación de datos en el campo	Planos existentes	Ficha de campo		X			
				Levantamiento de estructura existente	Ficha de campo		X			
<b>2: Variable Dependiente</b> Reforzamiento estructural	Es un proceso que se realiza para brindar seguridad a un sistema que no la posea y así eliminar o reducir las pérdidas humanas y materiales a futuro, está de acuerdo con el comportamiento de la edificación y el tipo de reforzamiento que se escoja Loor, (2017). Busca aumentar la resistencia a flexión, corte o sísmica dependiendo del tipo de estructura y del uso Sika Perú, (2021).	La variable VD 2: Reforzamiento estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características, D1: Modelo estructural, D2: Diseño de elementos estructurales. A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.	Modelo estructural	Análisis en ETABS	Excel y ETABS		X			
				Análisis en SAFE	Excel y SAFE		X			
			Diseño de elementos estructurales	Diseño de columnas	Excel y ETABS		X			
				Diseño de vigas	Excel y ETABS		X			

				Diseño de zapatas	Excel y <b>SAFE</b>		X			
--	--	--	--	-------------------	---------------------	--	---	--	--	--

## CAPITULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1. Método de investigación

Conforme a García González & Sánchez Sánchez (2020), es el conjunto o modo de técnicas que se emplean así conseguir discernimiento científico, se designa Metodología y engloba la discusión y justificación de su raciocinio interior, el estudio de varios métodos concretos que se usan en las exploraciones y la discusión sobre de sus diversas peculiaridades.

En esta obra de indagación fue de provecho el uso del *método de carácter científico*, siendo esencial y parte del método general y para la parte de los afanes particulares la analítica sintética.

#### 4.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez (2020), este tipo de indagación busca que el problema este determinado y sea conocido por el investigador, por ello emplea la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

Por la esencia de la indagación se exhibe una *indagación aplicada*, puesto que se aprovechó aquellos saberes de las indagaciones básicas para poder dar una solución practica al problema que se evalúa.

### 4.3. Nivel de investigación

Según Sánchez Carlessi y otros (2018), “una investigación de nivel explicativa se basa en definir el fenómeno que ocurrido y en las condiciones que este llega a manifestar, al realizar un análisis de dos variables buscando el problema a través de una relación de causa-problema.

En lo que refiere al nivel de indagación aprovechado fue de clase *descriptiva - explicativa*, con la ruta cuantitativa, esto debido a que se buscó establecer casualidad entre las variables de indagación.

### 4.4. Diseño de investigación

Según Hernández, (2014), “El diseño no experimental realiza una examinación de fenómenos dados en un ámbito natural para un análisis posterior sin llegar a manipular una variable de estudio de manera transversal recolectando datos en un determinado periodo”

En cuanto, al diseño aprovechado para la indagación fue *no experimental*, esto porque no hay manipulación de las variables, además se realizó una revisión de bastante bibliográfica y por supuesto exploración en el campo, de manera que se pueda aclarar el inconveniente de indagación.

### 4.5. Población y muestra

#### 4.5.1. Población

A los efectos de esta indagación, se estudió el distrito de Pacha, en la provincia de Oyón, con 300 viviendas y 983 beneficiarios, que son en realidad consumidores directos.

#### 4.5.2. Muestra

La indagación utilizó una muestra censal de 300 casas y 983 personas.

### 4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Las tácticas que se aprovecharon fueron:

Tabla 16: Técnicas e instrumentos de recojo de datos

TECNICA	INSTRUMENTO
Encuesta	Cuestionario
Observación	Guía de Observación en el campo
Estudio de suelo	Parámetros de suelo
Modelamiento con ETABS Y SAFE	Con fines cálculo de estructural

Fuente: Elaboración propia

## 4.7. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

### 4.7.1. Procesamiento de la información

#### 4.7.1.1. Procesamiento de Pre-campo

##### a) Asesoría del trabajo

La visita de campo se planificó juntamente con el supervisor para conceptualizar, dar identificación, interpretación y verificación del tema, así como para decidir el objetivo y la metodología del estudio.



Figura 11: Vista general de centro poblado -1

Fuente: Elaboración propia

##### b) Procedimiento de campo insitu - exploración y muestreo de suelo

Para realizar los sondeos en el terreno se empleó la norma nacional de construcción E0.50, que obliga a realizar un sondeo cada 225 m<sup>2</sup> por propósito.



*Figura 12:* Calicata N° C-01

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó una perforación con mediciones de 1,00x1,00x1,80 m para el muestreo exploratorio porque era lo suficientemente grande como para entrar, ver y recuperar muestras para la investigación de la mecánica del suelo.

### c) Procedimiento de campo insitu



*Figura 13:* Recolección de información del predio

Fuente: Elaboración propia



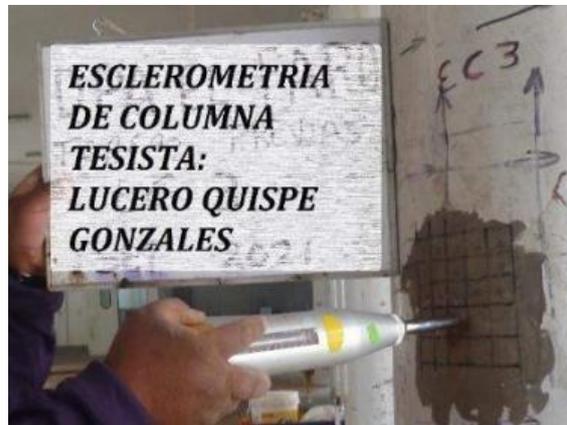
*Figura 14:* Auscultación de columnas y vigas

Fuente: Elaboración propia



*Figura 15:* Fachada de la edificación

Fuente: Elaboración propia



*Figura 16:* Esclerómetro en columnas y vigas

Fuente: Elaboración propia



*Figura 17:* Scanner en columnas y vigas

Fuente: Elaboración propia

The image shows a handwritten document with several columns of data. The columns are organized into sections, likely representing different measurement points or types of data. The text is dense and includes various numerical values and symbols, such as 'E.C.1', 'E.C.2', 'E.C.3', 'E.C.4', 'E.C.5', 'E.C.6', 'E.C.7', 'E.C.8', 'E.C.9', 'E.C.10', 'E.C.11', 'E.C.12', 'E.C.13', 'E.C.14', 'E.C.15', 'E.C.16', 'E.C.17', 'E.C.18', 'E.C.19', 'E.C.20', 'E.C.21', 'E.C.22', 'E.C.23', 'E.C.24', 'E.C.25', 'E.C.26', 'E.C.27', 'E.C.28', 'E.C.29', 'E.C.30', 'E.C.31', 'E.C.32', 'E.C.33', 'E.C.34', 'E.C.35', 'E.C.36', 'E.C.37', 'E.C.38', 'E.C.39', 'E.C.40', 'E.C.41', 'E.C.42', 'E.C.43', 'E.C.44', 'E.C.45', 'E.C.46', 'E.C.47', 'E.C.48', 'E.C.49', 'E.C.50'. The data appears to be organized in a grid-like fashion, with rows and columns of numbers and text.

Figura 18: Datos de esclerometría y scanner

Fuente: Elaboración propia

**d) Procedimiento de campo insitu – levantamiento de estructural existente**

Se pisó el lugar de estudio y se conoció de cerca la realidad del problema que se está suscitando.

Materiales.

- Wincha metrica.



Figura 19: Wincha

Fuente: Elaboración propia

Las cintas métricas, que se conocen también por el nombre de flexómetros o tornos de medición, son dispositivos de medición con líneas marcadas longitudinalmente que muestran las unidades de medición y las divisiones.

- Libreta de campo.



Figura 20: Libreta de campo

Fuente: Elaboración propia

Cuando se realiza una investigación que implica la realización de un trabajo de campo, así como el establecimiento y la confirmación de las hipótesis del estudio de investigación, el cuaderno de campo es tanto un instrumento de investigación como una importante herramienta de investigación.

- Esclerómetro.



Figura 21: Esclerómetro

Fuente: Elaboración propia

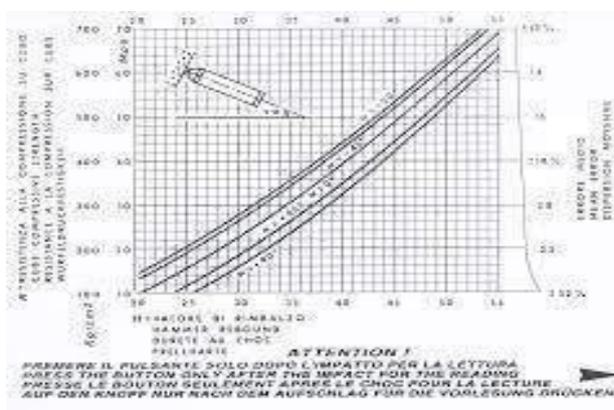


Figura 22: Tabla de interpretación de esclerómetro

Fuente: Elaboración propia

El esclerómetro es un equipo de medición analógico muy desarrollado que se utiliza para especificar el aguantante a la compresión del hormigón. La técnica del martillo de rebote Schmidt es un método para determinar la dureza de una superficie que no implica ninguna prueba perjudicial.

- Scanner.



*Figura 23: Scanner*

Con este equipo es posible determinar la posición de las armaduras de los edificios, así como la separación de las armaduras, los diámetros de los revestimientos y los espesores de los mismos, para hacer una verificación de cargas. Este equipo se superpone al elemento, y utilizando un plano cartesiano, se hace un barrido de la región que se va a investigar, con el movimiento relativo a la ubicación del acero que se va a colocar. Las piezas de hormigón, incluidas las losas, los pilares, las vigas y los muros de contención, son aplicaciones posibles para su utilización.

- Vernier



*Figura 24: Vernier*

Realizan lecturas sobre una serie de cosas, como la longitud (la forma del exterior), el diámetro interior y los cambios de nivel. Debido a la sencillez de su uso y al nivel relativamente alto de precisión que pueden proporcionar al medir, su uso está muy extendido en la industria. En los últimos tiempos, los calibres digitales que se pueden sujetar con la mano han experimentado un aumento de la demanda. Los calibres de mano de tipo M y BC son los que más se utilizan para medir cosas grandes. Estos calibres son la forma más frecuente de calibre de mano.

#### 4.7.2. Técnicas y análisis de datos

El estudio de mecánica de superficies, con objetivos de cimentación para la evaluación y reforzamiento estructural de vivienda multifamiliares se desarrolló de manera satisfactoria puesto que le dueño del Domicio nos dejó hacer una calicata en el interior de su vivienda.

Al instante de realizar la excavación, no se ha hallado la capa freática ni filtración alguna, por lo que se recomienda utilizar vigas de cimentaciones o zapatas corridas, cabe mencionar que al aumentar los niveles de edificaciones estará expuesto a cargas permanentes adicionales que según el cálculo y análisis de reforzamiento se realizar los detalles del proceso constructivo respetando estrictamente los mínimos requisitos que el reglamento nacional de edificaciones recomienda.

Tabla 17: Posición del proyecto

CALICATA	ESTRUCTURA PROYECTADA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS	COORDENADA		COTA (msnm)
				NORTE	ESTE	
C-1	Vivienda Multifamiliar	1.80	01	8690596.233	271180.125	300

Fuente: Elaboración propio

La examinación de granulometría (AASHTO T – 27 ASTM D 6913) es la táctica que está normada para la especificación de la granulometría por tamizado que se basa en las cláusulas de AASHTO T – 27 ASTM D 6913.

Tabla 18: Rendimiento de la granulometría y clasificación.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			Clasificación	
			Grava	Arena	Finos	L.L.	I.P.	L.P.	AASHTO	SUCS
C-1	M-1	1.80	7.8	81.2	11	0.00	NP	NP	A-1-B (0)	SW-SM

Fuente: Examinación de mecánica de suelos y geotecnia

#### a) Determinación de sales (NTP 339.178-339.177)

El Método que está normado para la especificación cuantitativa de sulfatos y cloruros solubles en suelos se llevó a cabo rigurosamente según lo que establece la normativa NTP 339.178-339.177.

Tabla 19: Rendimiento de sulfato y cloruro solubles.

Muestra	CL (PPM)	SO (PPM)
C-1 / M-1	1300.00	985.00

Fuente: Examinación de mecánica de suelos y geotecnia

#### Corte Directo ASTM D-3080

EL sondeo que se llevó a cabo para dicha prueba fue tomando rigurosamente la normativa ASTM D-3080.

Tabla 20: Síntesis de sondeos especiales en el laboratorio

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Corte Directo	
				Cohesión c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción (°)
C - 1	M-1	1.80	SW-SM	0.0	32.60

Fuente: Examinación de mecánica de suelos y geotecnia

#### 4.8. Aspectos éticos de la investigación

Según Luque Fernández, (2021), se tomó en consideración los sucesivos principios acorde al artículo N°7 del reglamento del comité de ética y los artículos N°4 y 5 del código de ética de la universidad peruana los andes. (pág. 32)

- Protección de la persona y de diferentes grupos étnicos y socio culturales.

La persona en toda exploración es el fin y no el medio, lo cual se respetó la dignidad humana, la diversidad, la identidad, la libertad, el derecho a la autodeterminación informativa, la privacidad y la confidencialidad de las personas implicadas en el proceso de exploración.

- Aprobación informada y expreso.

Se contó con la declaración de voluntad informada, libre, específica e inequívoca, por medio de las personas como sujeto de indagación o titular de los datos consisten en el uso de la información para los fines fijos determinados en los proyectos de indagación.

- Beneficencia y no maleficencia.

Se afirmó el bienestar e integridad de las personas que participan en las indagaciones. Por tanto, durante la exploración no se debe causar daño psicológico ni físico; además se debe minimizar los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

- Responsabilidad.

La investigadora actuó con compromiso en relación con la pertinencia, las repercusiones y los alcances de la exploración, tanto a nivel institucional e individual, como social.

- Veracidad.

El investigador garantizó la veracidad de la indagación en todos los períodos del proceso, desde la formulación del problema hasta la interpretación y la comunicación de los efectos.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

En estos tiempos hay diversas tecnologías en reforzamiento estructural, está dado por una adición de pórtico, adición de muros laterales a las columnas, adición de contravientos (armadura) y refuerzo de vigas. Y de este modo optimar el reforzamiento estructural, con el objetivo de mejorar su modelo estructural y diseño de elementos estructurales.

Así se evaluó la estructura en diferentes controles y mediciones de este modo saber los resultados que producen y se llevó un análisis para el proceso de conclusión y recomendación.

#### **5.2. Descripción de resultado**

##### **5.2.1. Resultados de evaluación para el reforzamiento estructural**

Se exponen las conclusiones del desarrollo del estudio de la tesis, que aporta una solución a la cuestión de la evaluación para el refuerzo de los edificios multifamiliares.

##### **a) Resultados de Diseño - Ingeniería y cálculos**

Tabla 21: Datos de Esclerometría de Columna

VALORES OBTENIDOS DE REBOTE					
ITEM	COLUMNAS				
	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
1	28	26	28	24	35
2	28	26	28	28	33
3	28	28	26	26	30
4	26	30	24	28	34
5	34	30	24	30	33
6	30	30	24	28	36
7	26	26	30	26	34
8	28	28	25	26	30
9	28	28	26	26	32
10	28	28	28	28	36
PROMEDIO	28.4	27.8	26.3	27	33.3
SEGÚN LA TABLA	26.1 4	250 3	280 0	292 0	350 0
RESISTENCIA KG/CM2	195	185	210	226	246
PROM: KG/CM2	212.4				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Datos de Esclerometría de Viga

VALORES OBTENIDOS DE REBOTE					
ITEM	VIGAS				
	EVP 1	EVP 2	EVP 3	EVP 4	EVP 5
1	26	30	28	24	35
2	24	28	28	28	33
3	26	26	26	26	30
4	24	26	24	28	34
5	28	26	24	30	33
6	23	24	24	28	36
7	28	24	30	26	34
8	25	25	25	26	30
9	24	24	26	26	32
10	24	27	28	28	36
PROMEDIO	25.2	26	26.3	27	33.3
SEGÚN LA TABLA	2620	2780	2800	2820	3500
RESISTENCIA KG/CM2	198	201	210	208	246
PROM: KG/CM2	212.6				

Fuente: Elaboración propia

## b) Cálculo de factor de carga

## Datos de entrada

Tabla 23: Datos del suelo

Datos	Valor	Unidad
C	0	Ton/m <sup>2</sup>
$\phi$	32.6	°
$\gamma$	1.4	Ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Tipo de falla

Tipo	
General	No
Local	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Factor de seguridad

Datos	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Datos finales de calculo

Datos	Valor	Unidad
$c'$	0.0	Ton/m <sup>2</sup>
$\varphi'$	22.3	°
$\gamma$	1.50	Ton/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Datos de la forma de la cimentación

Datos	Valor	Unidad
Df	1.80	m
B	2.00	m
L	1.50	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Datos de inclinación de carga

Datos	Valor	Unidad
$\beta$	2.6	°

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Corrección por capacidad de carga

Datos	Valor	Unidad
$\gamma'$	1.50	Ton/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Corrección de la capacidad de carga

Datos	Valor	Unidad
Df	1.80	m
$B'$	2.00	m
$L'$	1.50	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Factores de capacidad de carga

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	17.246	17.246	17.246
Nq	11.130	8.081	8.081
N $\gamma$	8.647	4.297	7.456

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Factores de corrección

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.625	Fqd	1.360	Fci	0.971
Fqs	1.547	Fqd	1.541	Fqi	0.971
$F \gamma s$	0.467	$F \gamma d$	1.000	$F \gamma i$	0.781

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Capacidad portante del suelo

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	71.359	2.6	Kg/cm <sup>2</sup>
Meyerhof	52.095	1.7	Kg/cm <sup>2</sup>
Vesic	53.246	1.8	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Capacidad portante del suelo

S	=	Asentamiento inmediato Terzagui (cm)	=	Datos	
Q(qadm)	=	Capacidad portante admisible (kg/m <sup>2</sup> )	=	26	
m	=	Relación de poissón	=	0.25	
Es	=	Módulo de elasticidad (kg/m <sup>2</sup> )	=	200.00	
Si (max)	=	Asentamiento permisible (cm)	=	25	
B	=	Ancho de cimiento (m)	=	20	
If	=	Factor de forma (m/m)	=	1.00	
	$S_i$	=	0.024 m	< >	2.438 cm 0.062 cm ok

Fuente:  
Elaboración  
propia

Tabla 35: Capacidad portante del suelo

S	=	Asentamiento inmediato Meyerhof (cm)	=	Datos	
Q(qadm)	=	Capacidad portante admisible (kg/m <sup>2</sup> )	=	1.7	
m	=	Relación de poissón	=	0.25	
Es	=	Módulo de elasticidad (kg/m <sup>2</sup> )	=	200.00	
Si (max)	=	Asentamiento permisible (cm)	=	25	
B	=	Ancho de cimiento (m)	=	20	
If	=	Factor de forma (m/m)	=	1.00	
	$S_i$	=	0.016m	< >	1.628 cm 0.87 cm ok

Fuente:  
Elaboración  
propia

S	=	Asentamiento inmediato vesic (cm)	=	Datos	
Q(qadm)	=	Capacidad portante admisible (kg/m <sup>2</sup> )	=	1.8	
m	=	Relación de poissón	=	0.25	
Es	=	Módulo de elasticidad (kg/m <sup>2</sup> )	=	200.00	

Si (max)	=	Asentamiento permisible (cm)	=	25	
B	=	Ancho de cimiento (m)	=	20	
If	=	Factor de forma (m/m)	=	1.00	
	S	=	0.017m	<	1.664
	i			>	cm
					0.83
					cm
					ok

Tabla 36:  
Capacidad  
portante del  
suelo

Fuente:

Elaboración propia

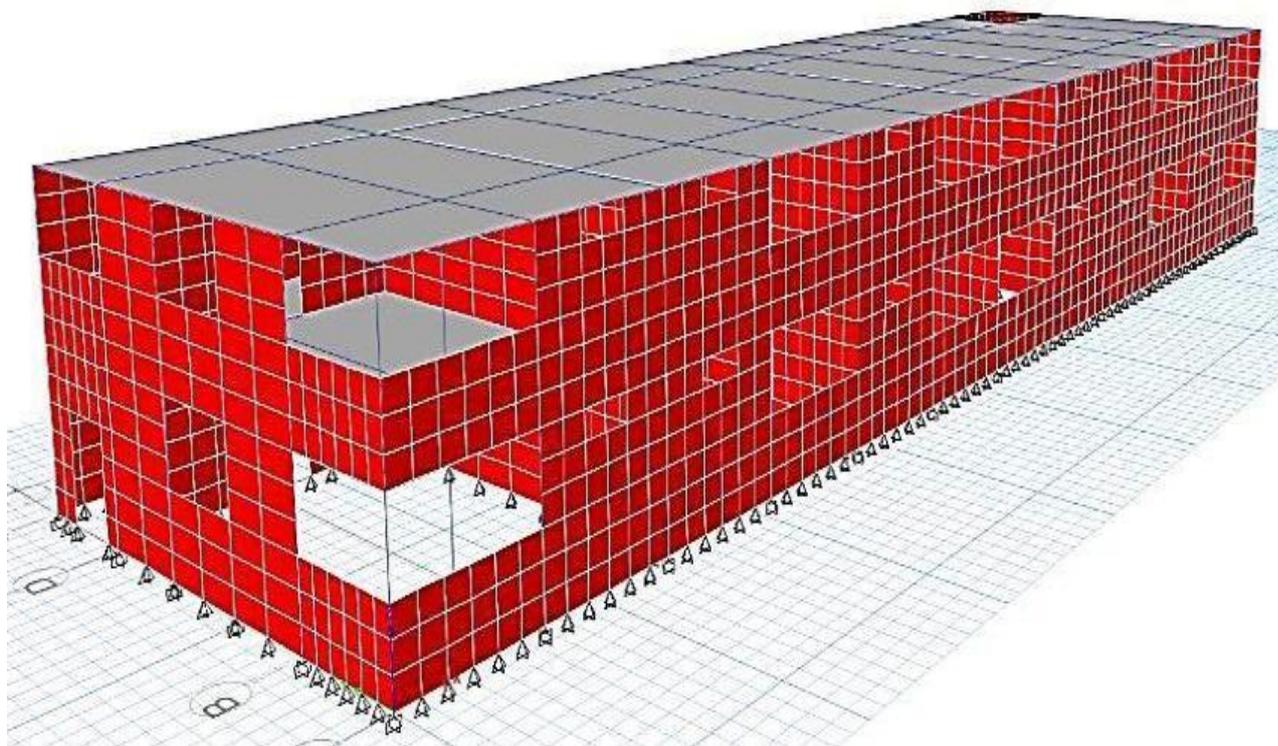


Figura 25: 3D edificación existente

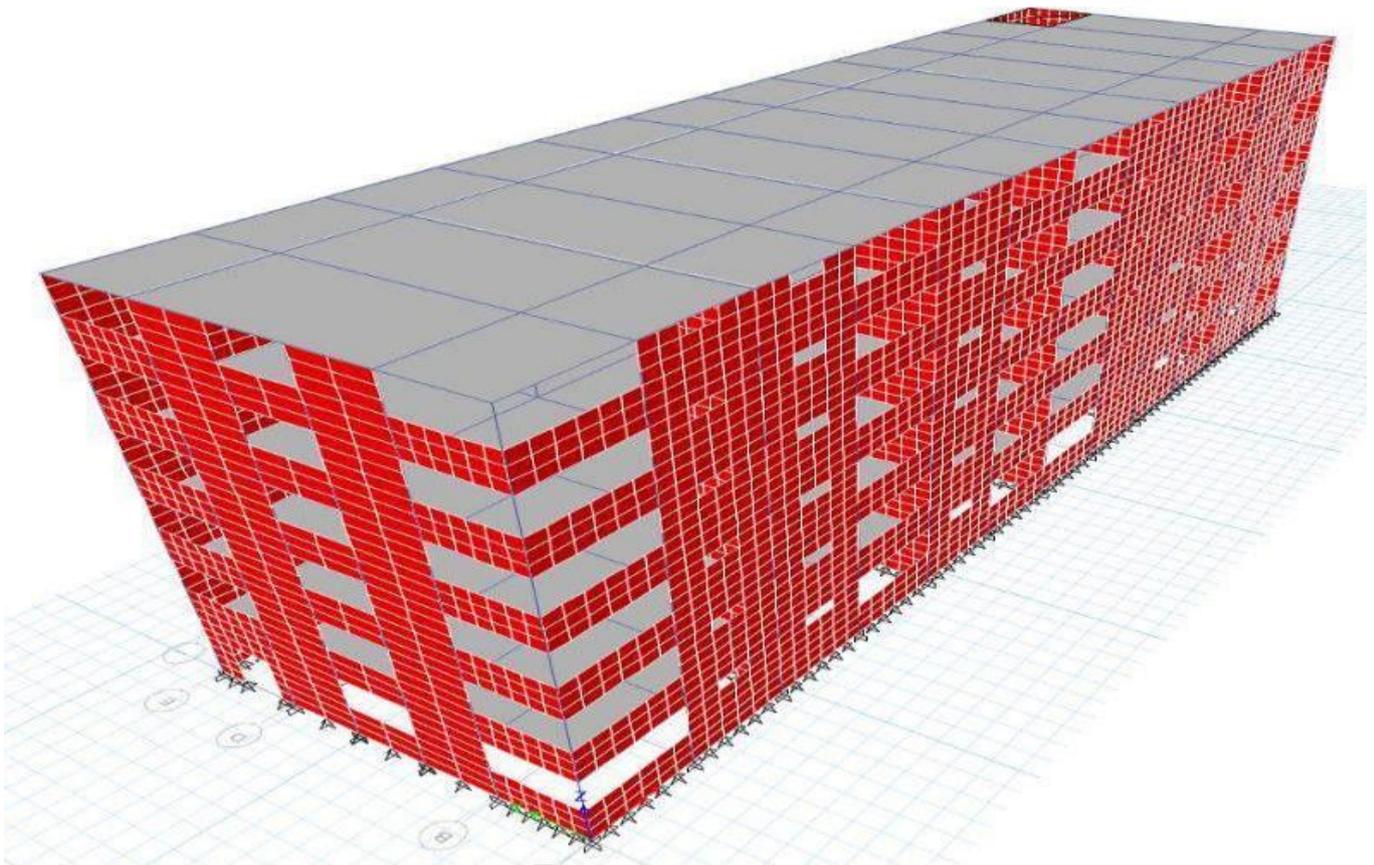


Figura 26: 3D edificación proyectado

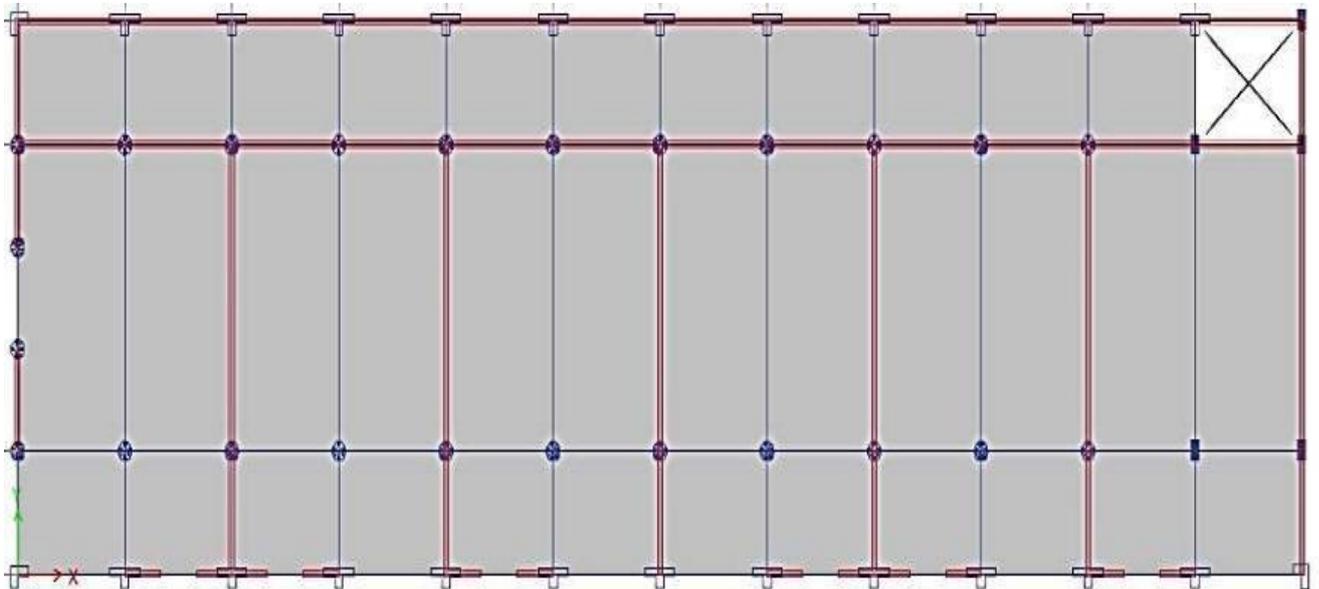


Figura 27: Vista en Planta de primer nivel al segundo

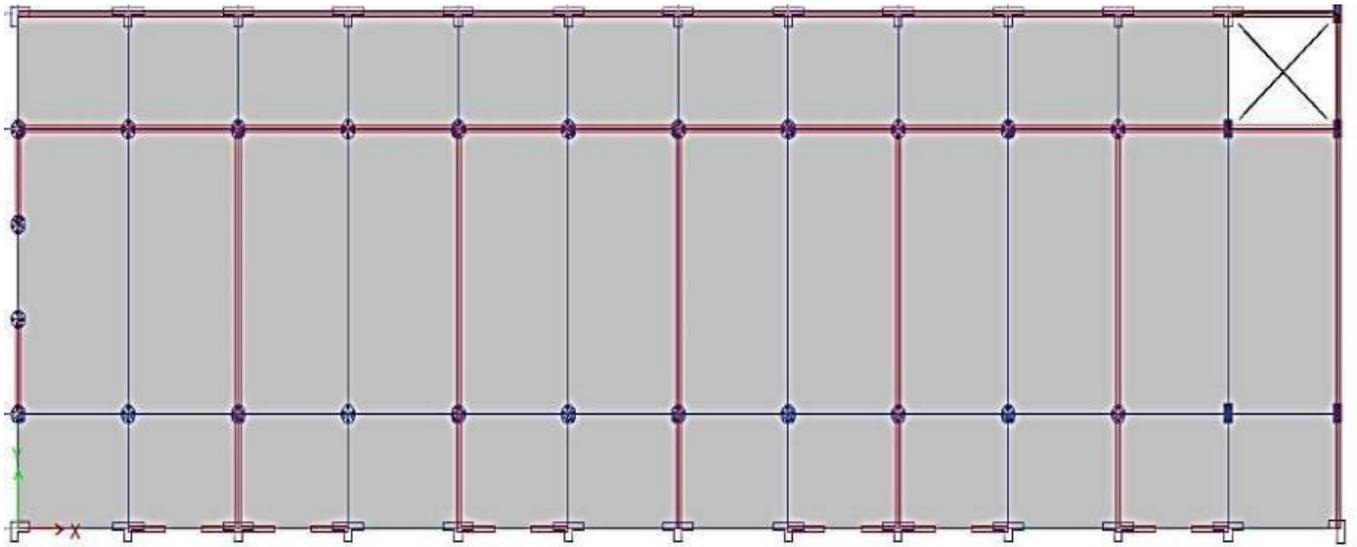


Figura 28: Vista en planta de tercer nivel al sexto

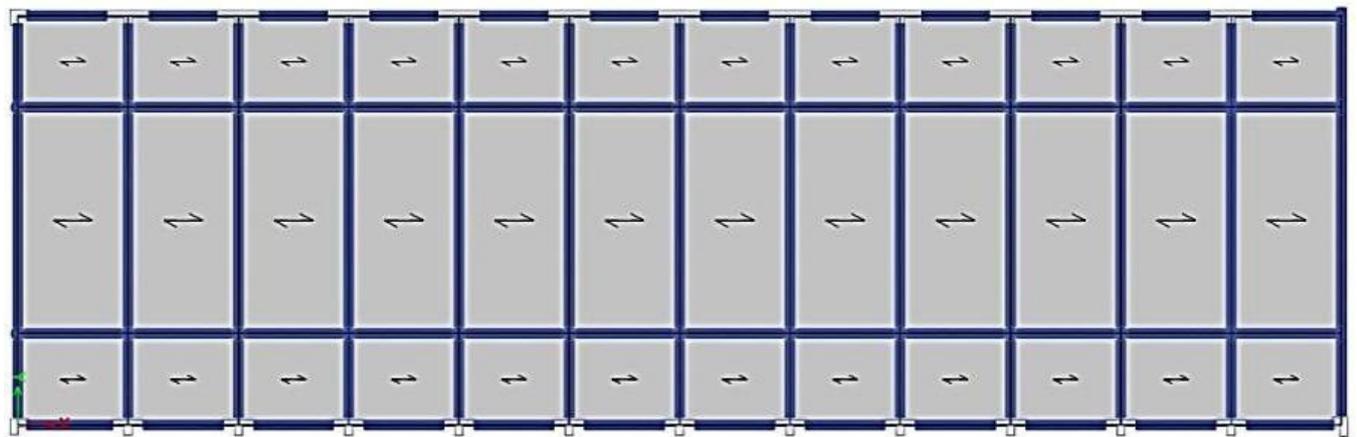


Figura 29: Planta sentido de aligerado de primer nivel al sexto

✓ Periodo De Modal N° 1 (0.292 Seg)

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.292313404128964

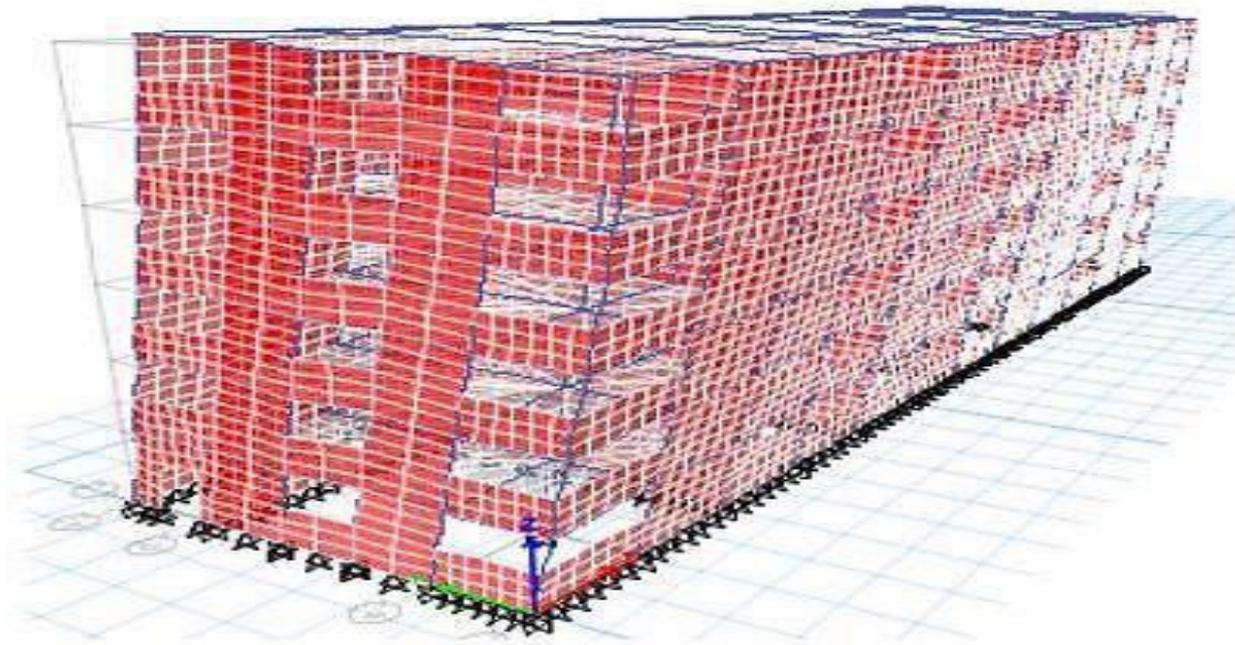


Figura 30: Periodo fundamental en el eje X

✓ Periodo De Modal N° 2 (0.233 Seg)

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 2 - Period 0.233118136110638

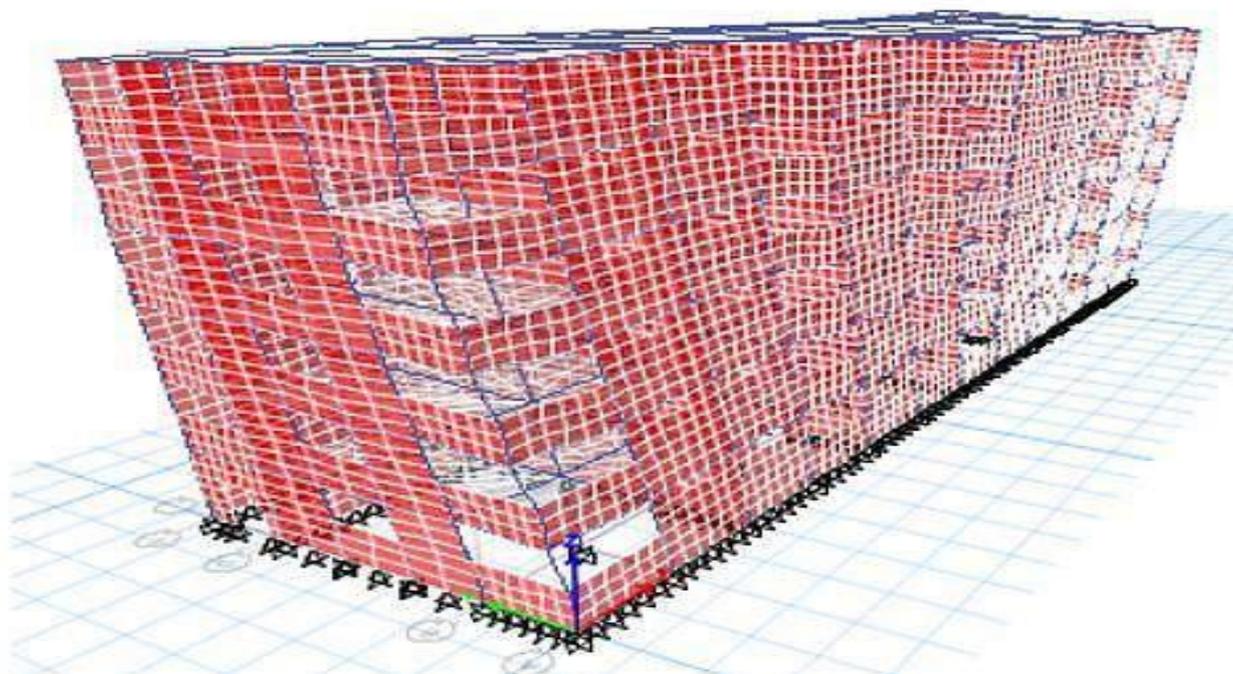


Figura 31: periodo fundamental en el eje Y

Tabla 37: Factor de amplificación sísmica (c)

Z=	0.35
U=	1.00
S=	1.15
RX=	3.00
RY=	3.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Factor de amplificación sísmica (c)

Periodo X =	0.292
Periodo Y =	0.233

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Factor de amplificación sísmica (c)

CX/R =	0.83333
CY/R =	0.233

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Factor de amplificación sísmica (c)

TP =	0.60
TL =	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Factor de amplificación sísmica (c)

CX =	2.500
CY =	2.500

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Coeficiente estático X

VX =	0.33541667
KX =	1.00
KY =	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Coeficiente Estático Y

VY =	0.33541667
KY =	1.00
KY=	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Irregularidad en planta X

RX =	3.00
La =	1
Lp =	1
Rx	3

Fuente: Elaboración propia

## ✓ Análisis estático

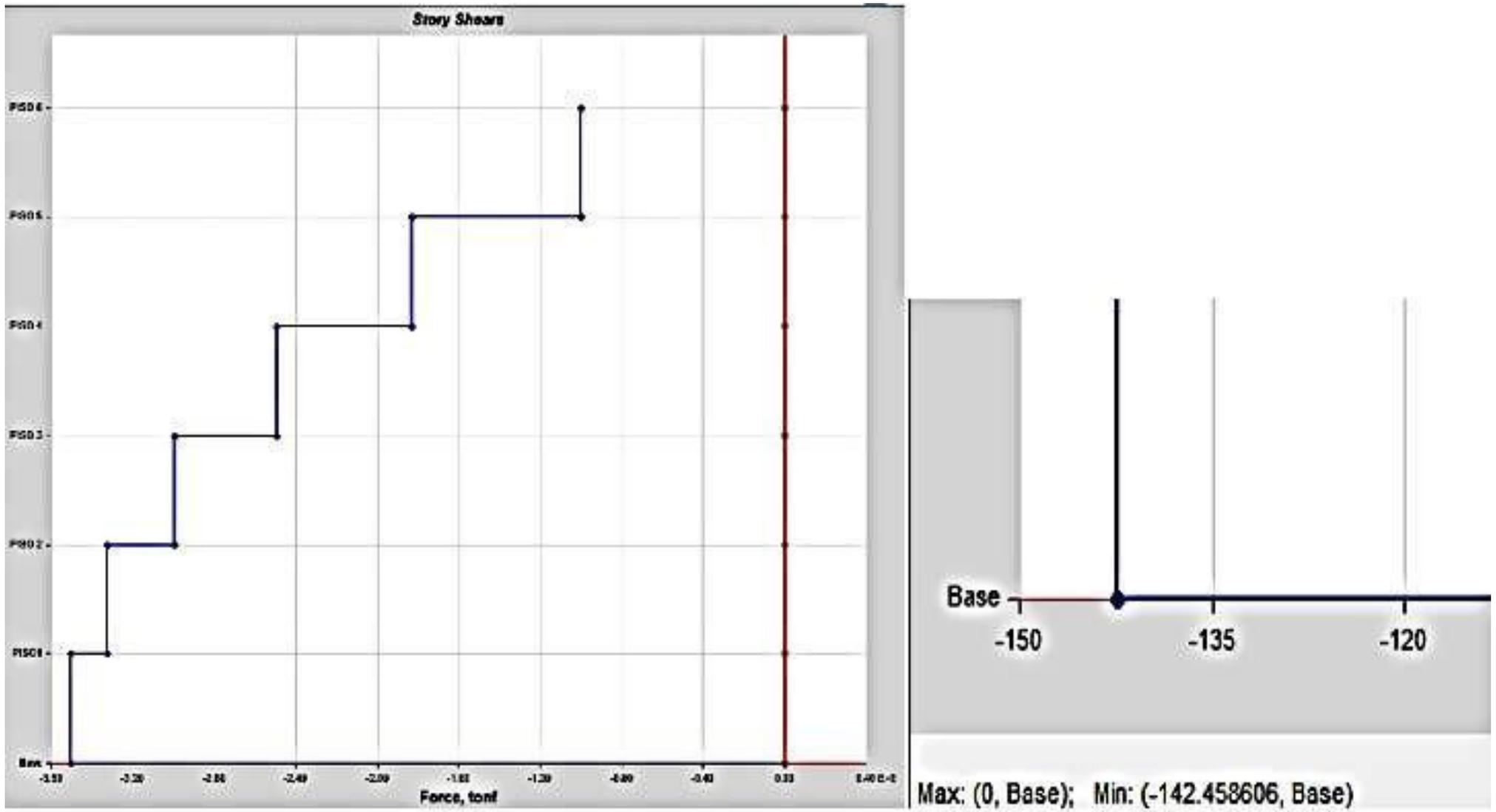


Figura 32: Cortante estático en el eje X

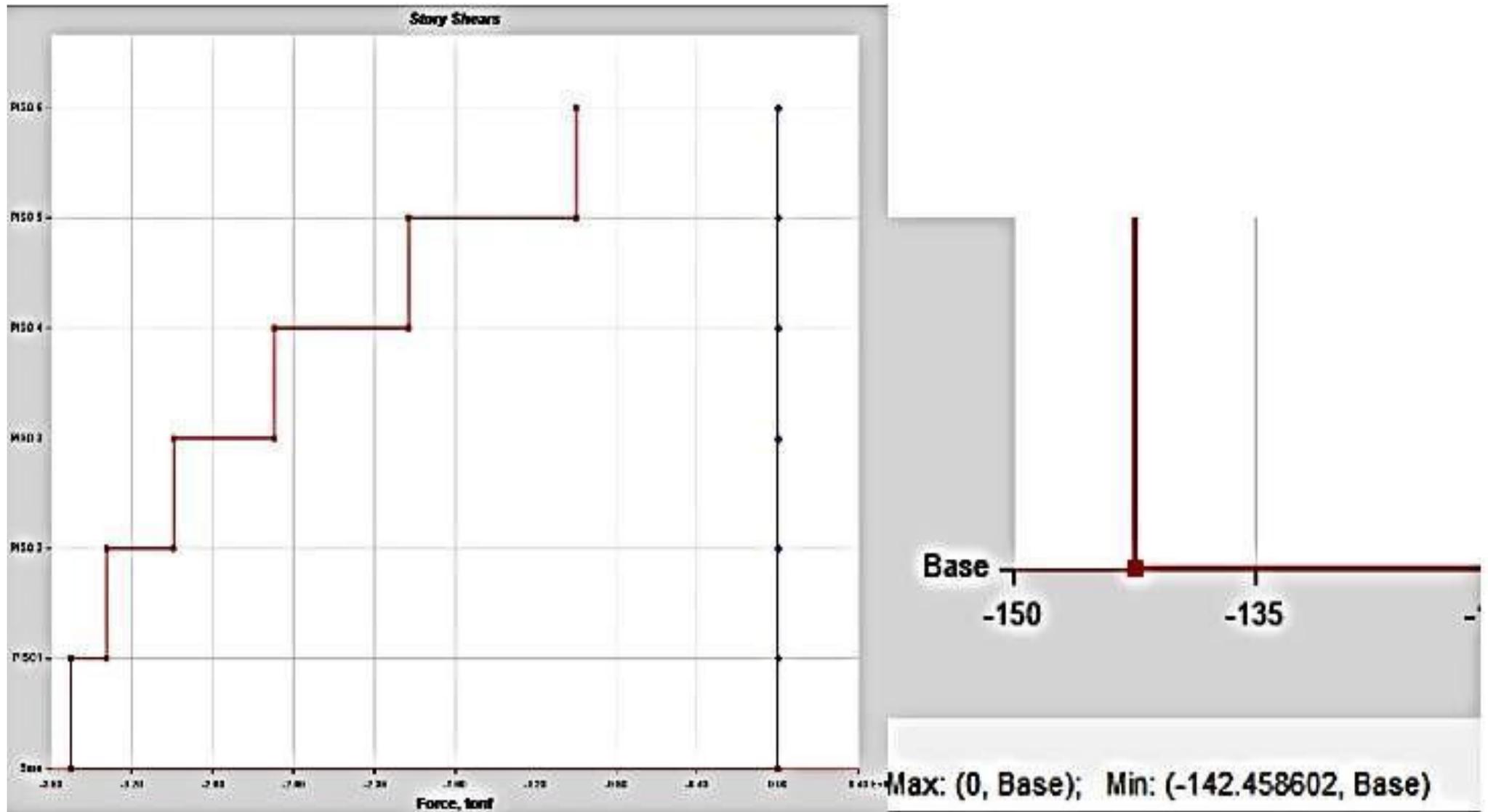


Figura 33: Cortante estático en el eje Y

Tabla 45: Análisis sísmico estático X, Y

Cortante estático "X"		Cortante estático "Y"	
Vest =	142.458	Vest =	142.458

Fuente: Elaboración propia

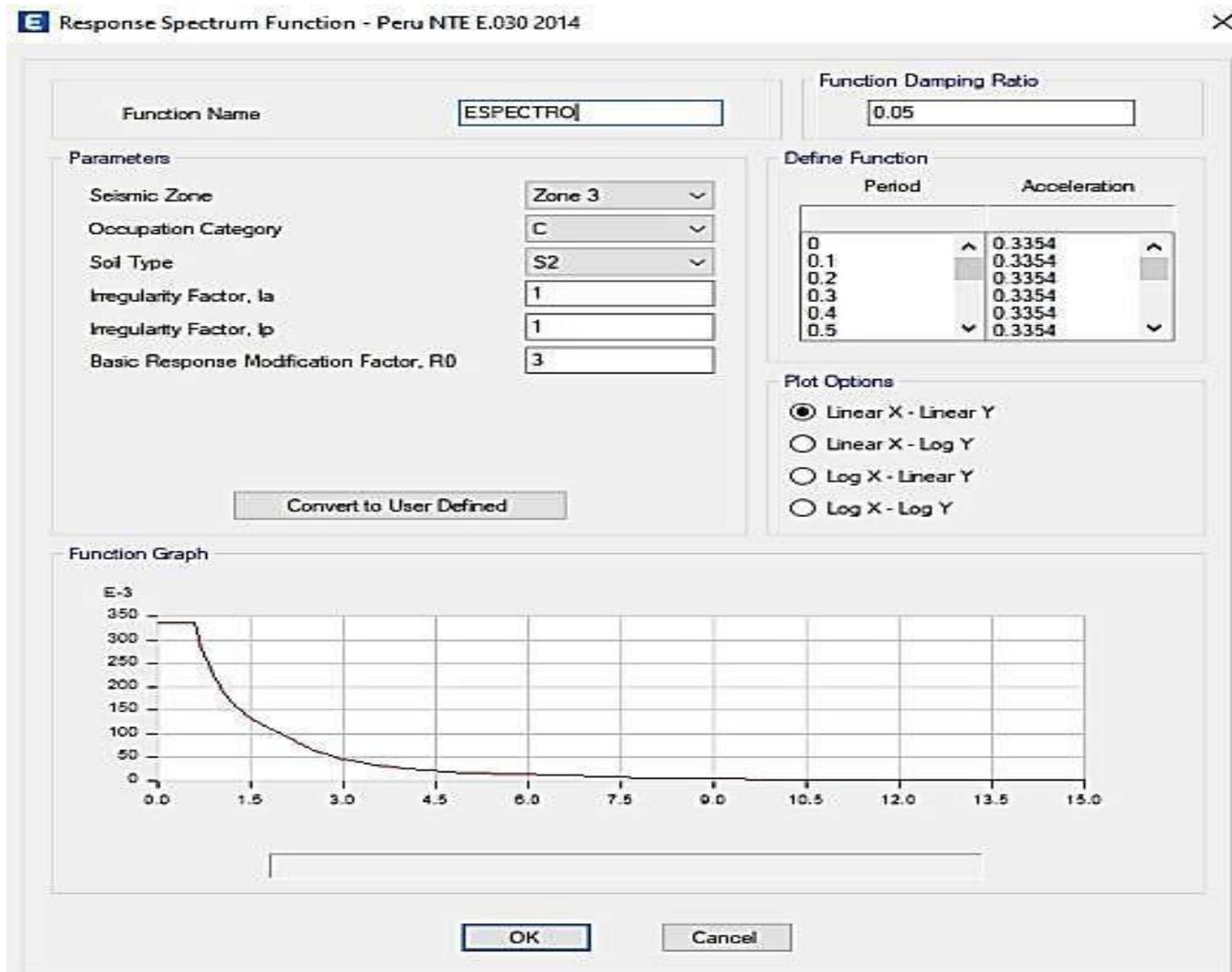


Figura 34: Espectro inelástico de pseudo aceleración X y Y

Tabla 46: Espectro inelástico de pseudo aceleración X y Y

T(s)	C	Sax	Say
0.00	2.50	0.3354	0.3354
0.0	2.50	0.3354	0.3354
0.20	2.50	0.3354	0.3354
0.30	2.50	0.3354	0.3354
0.40	2.50	0.3354	0.3354
0.50	2.50	0.3354	0.3354
0.60	2.50	0.3354	0.3354
0.70	2.50	0.3354	0.3354
0.80	2.50	0.3354	0.3354
0.90	2.50	0.3354	0.3354
100	2.50	0.3354	0.3354

Fuente: Elaboración propia

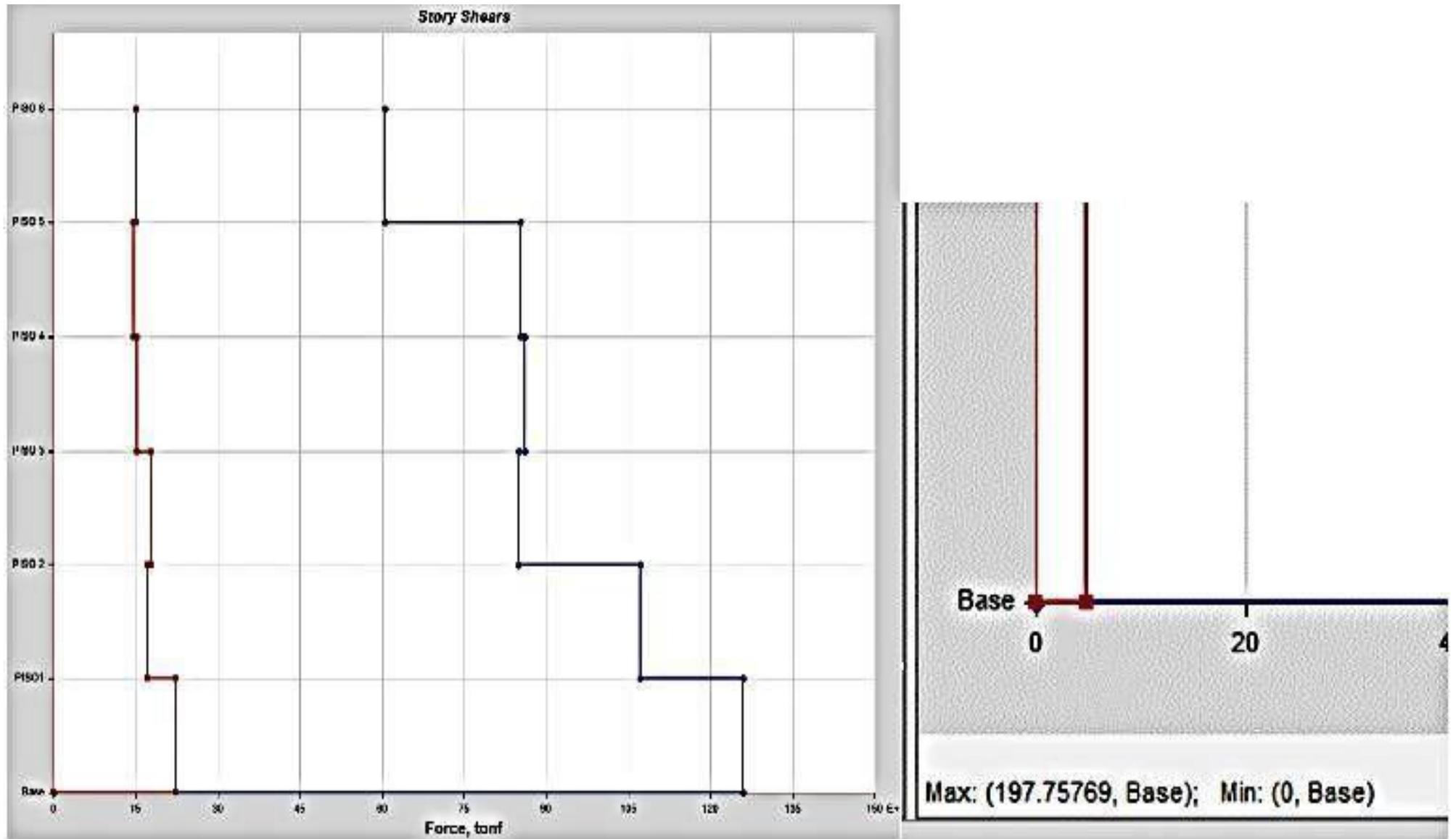


Figura 35: Cortante dinámico en el eje X

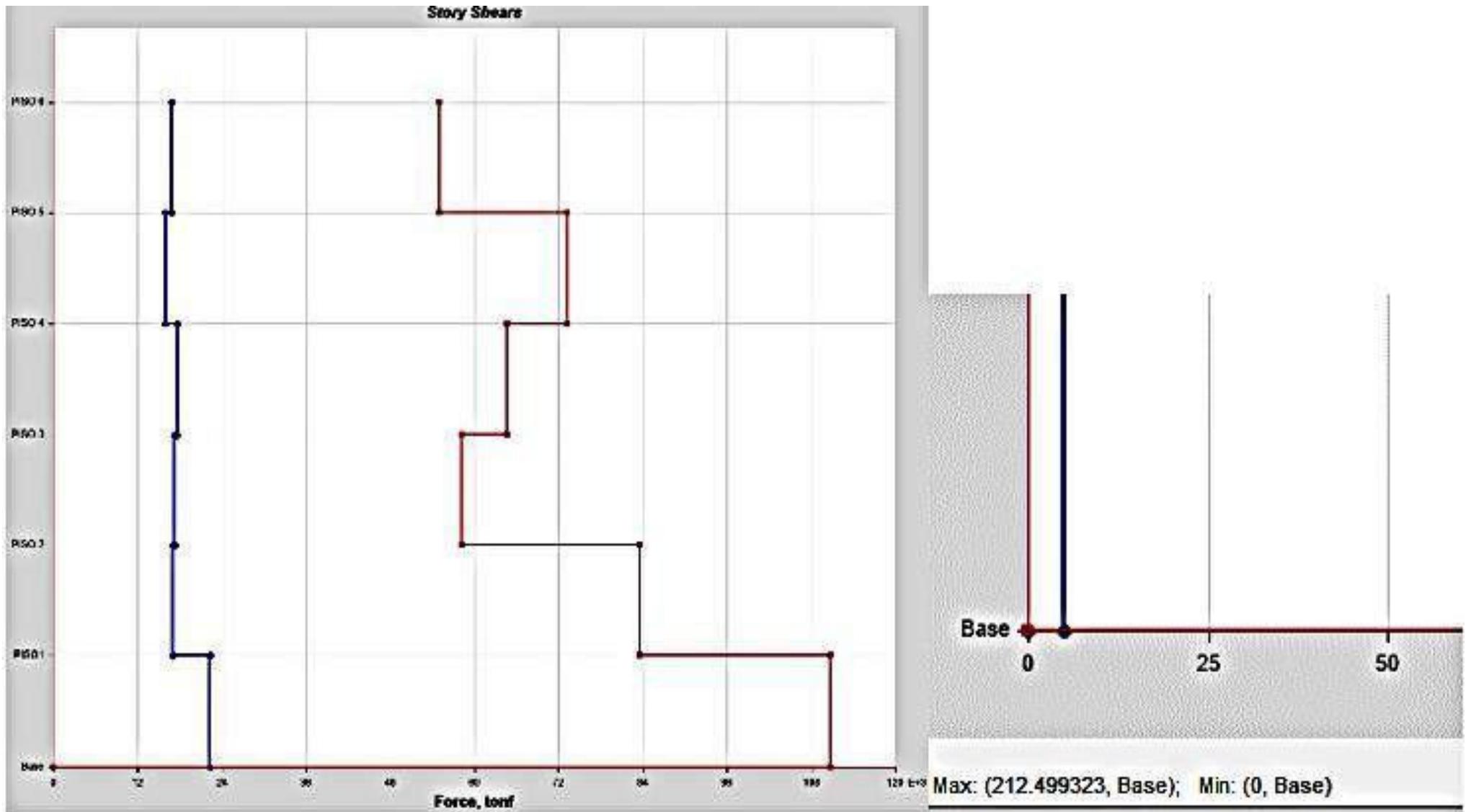


Figura 36: Cortante dinámico en el eje Y

Tabla 47: Análisis sísmico dinámico X, Y

Cortante dinámico "X"		Cortante dinámico "Y"	
Vdin =	197.75	Vdin =	212.4900000

Fuente: Elaboración propia de análisis sísmico

Tabla 48: comparación

estático vs dinámico

Cortante estático "X"		Cortante estático "Y"	
Vest =	142.58	Vest =	142.458
V dinámico = 90% del Vest			
Cortante estático "X" 80%		Cortante estático "Y" 80%	
Vdin =	114.064		113.9664
Cortante dinámico "X"		Cortante dinámico "Y"	
Vdin =	197.75	Vdin =	212.490
Ok cumple		Ok cumple	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Factor de escala X, Y

Factor de escala "X"		Factor de escala "Y"	
Fs =	0.5768	Fs =	0.5363

Fuente: Elaboración propia

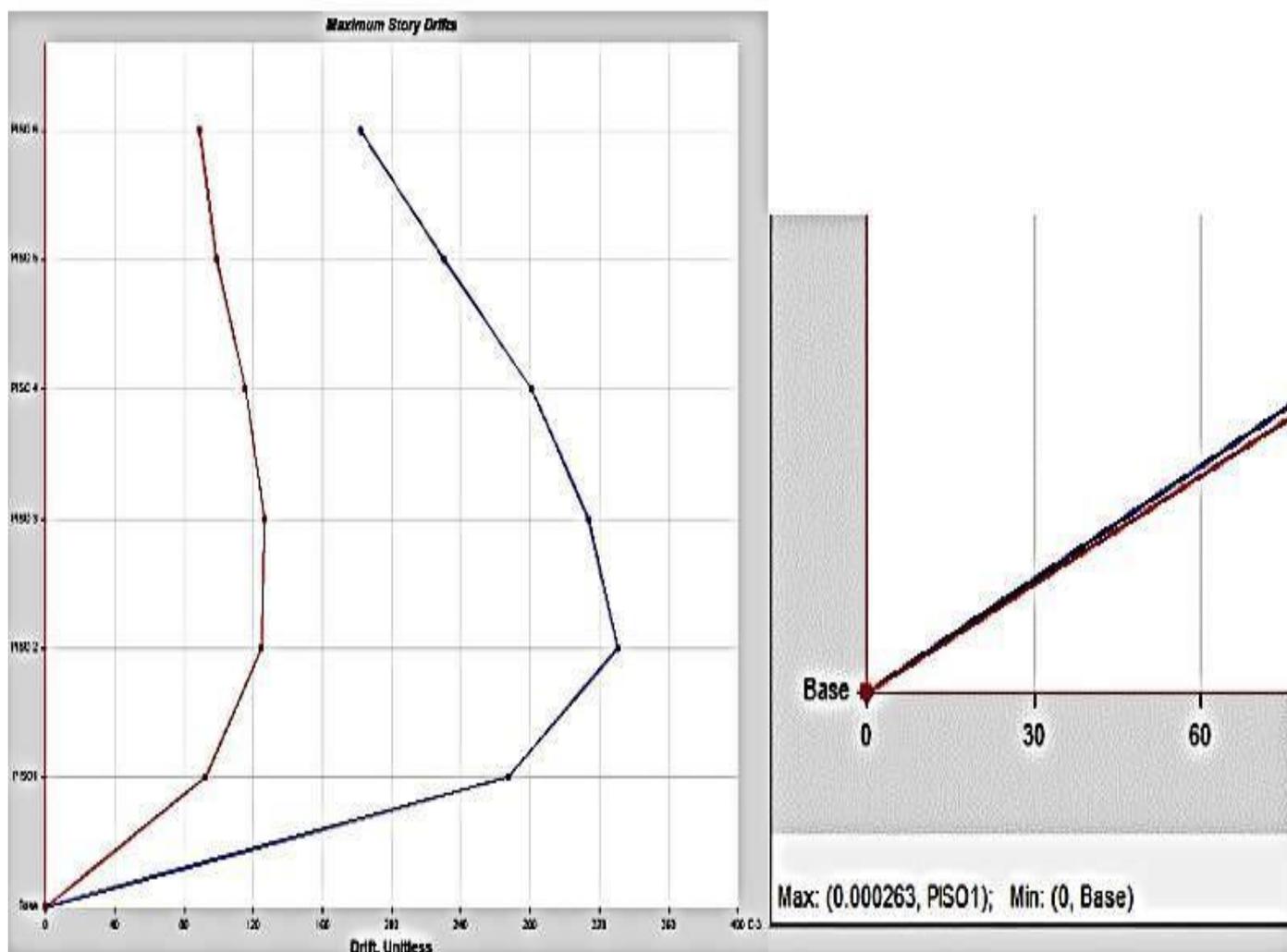


Figura 37: Desplazamiento inelástico en el eje X

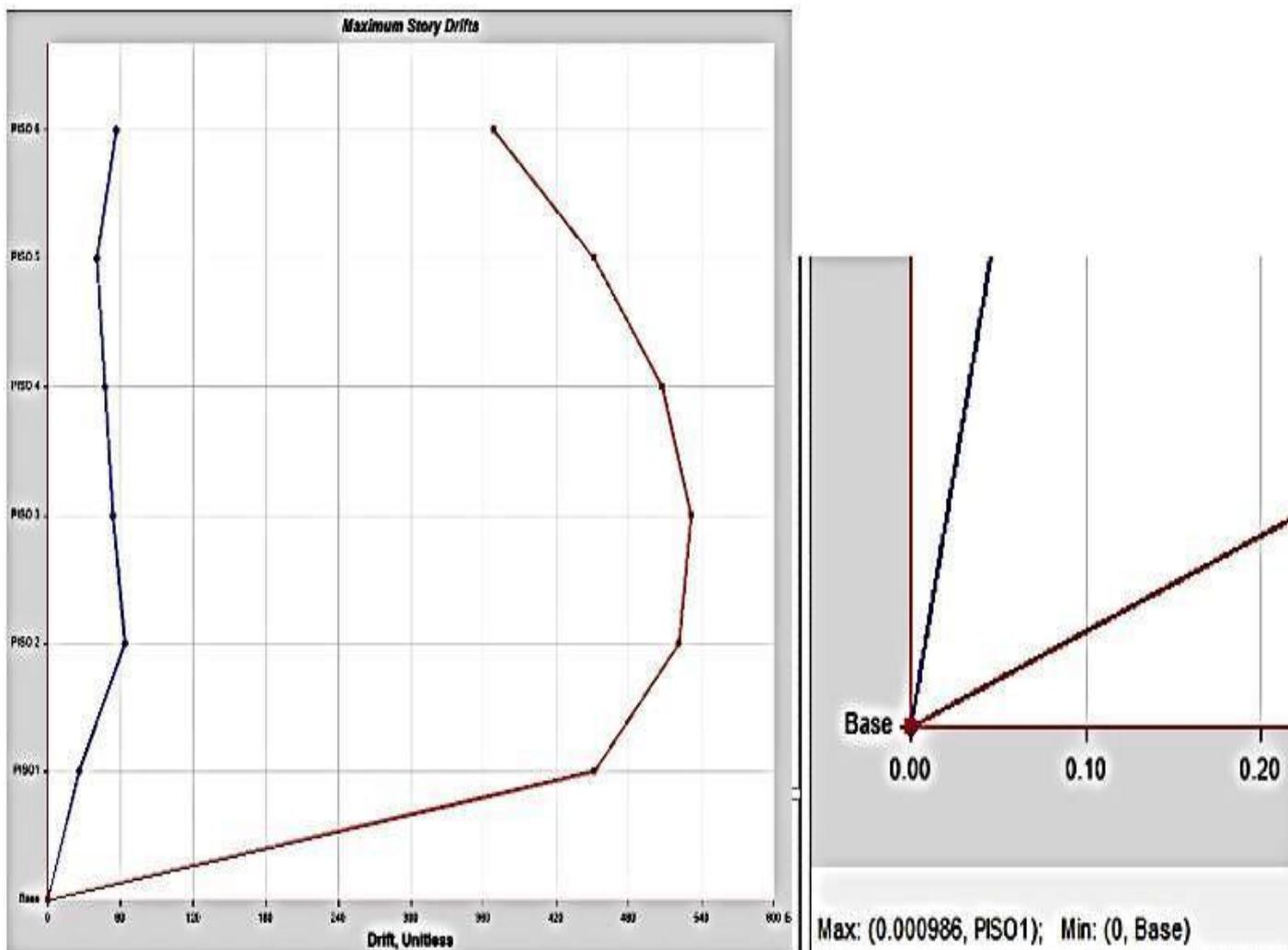


Figura 38: Desplazamiento inelástico en el eje Y

Figura 39: Derivas elástica X

		Derivas inelásticas, sismo dinámico, dirección "X"			R = 3.00
N°	Altura m	Drift x	$R_x = 0.75 \cdot D \cdot R$	Distorsión max (eje x)	Cumple en $R_x$ ?
Techo 6	3	0.005960	0.004470	0.005	Ok cumple
Techo 5	3	0.004630	0.003473	0.005	Ok cumple
Techo 4	3	0.004125	0.003094	0.005	Ok cumple
Techo 3	3	0.003656	0.002742	0.005	Ok cumple
Techo 2	3	0.002645	0.001984	0.005	Ok cumple
Techo 1	3	0.002630	0.001973	0.005	Ok cumple

Fuente: Elaboración propia

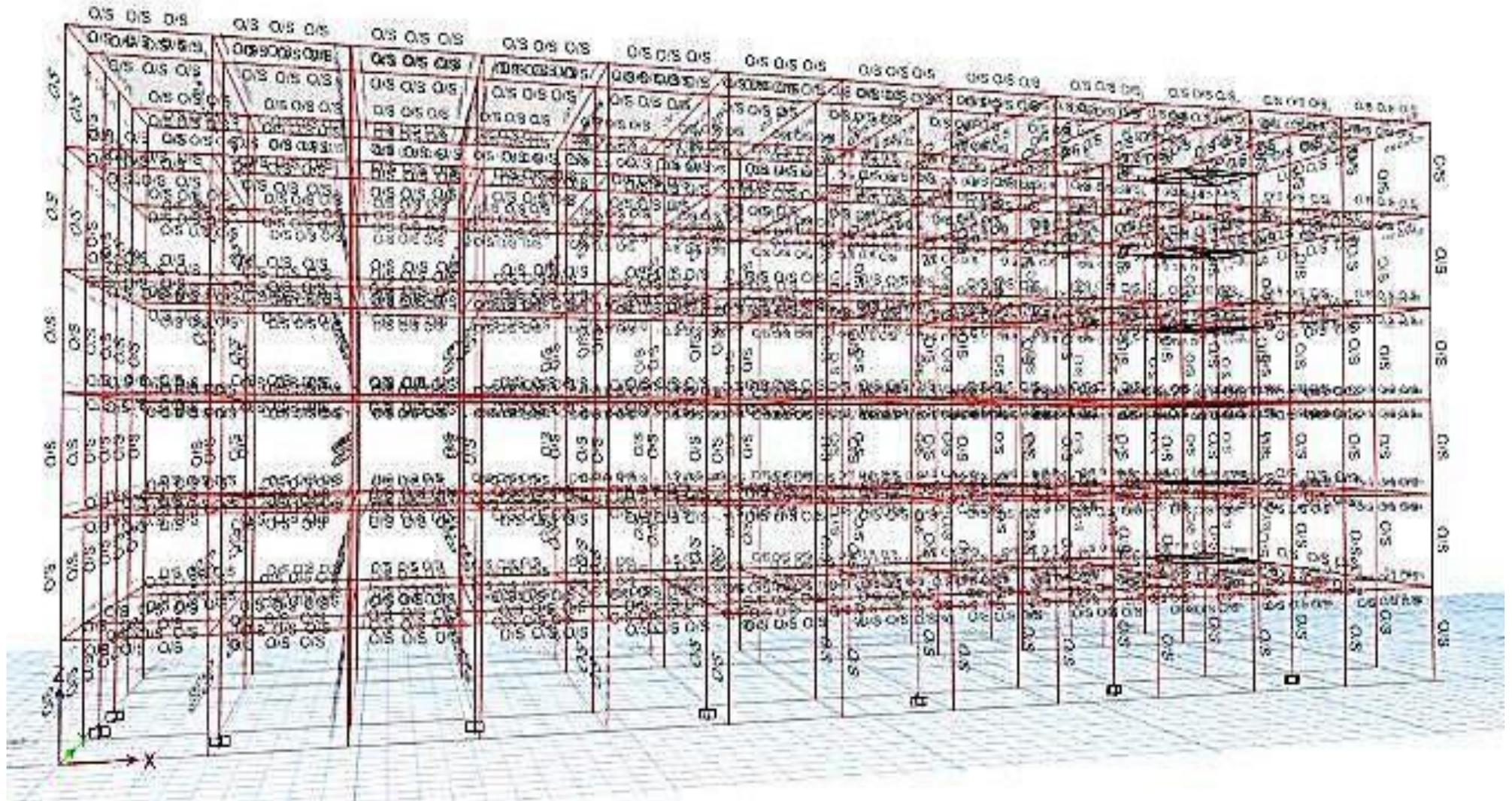
Tabla 50: Derivas elásticas Y

		Derivas inelásticas, sismo dinámico, dirección "Y"			R = 3.00
N°	Altura m	Drift x	$R_x = 0.75 \cdot D \cdot R$	Distorsión max (eje x)	Cumple en $R_x$ ?
Techo 6	3	0.004960	0.003720	0.005	Ok cumple
Techo 5	3	0.004630	0.003473	0.005	Ok cumple
Techo 4	3	0.003125	0.002344	0.005	Ok cumple
Techo 3	3	0.002656	0.001992	0.005	Ok cumple

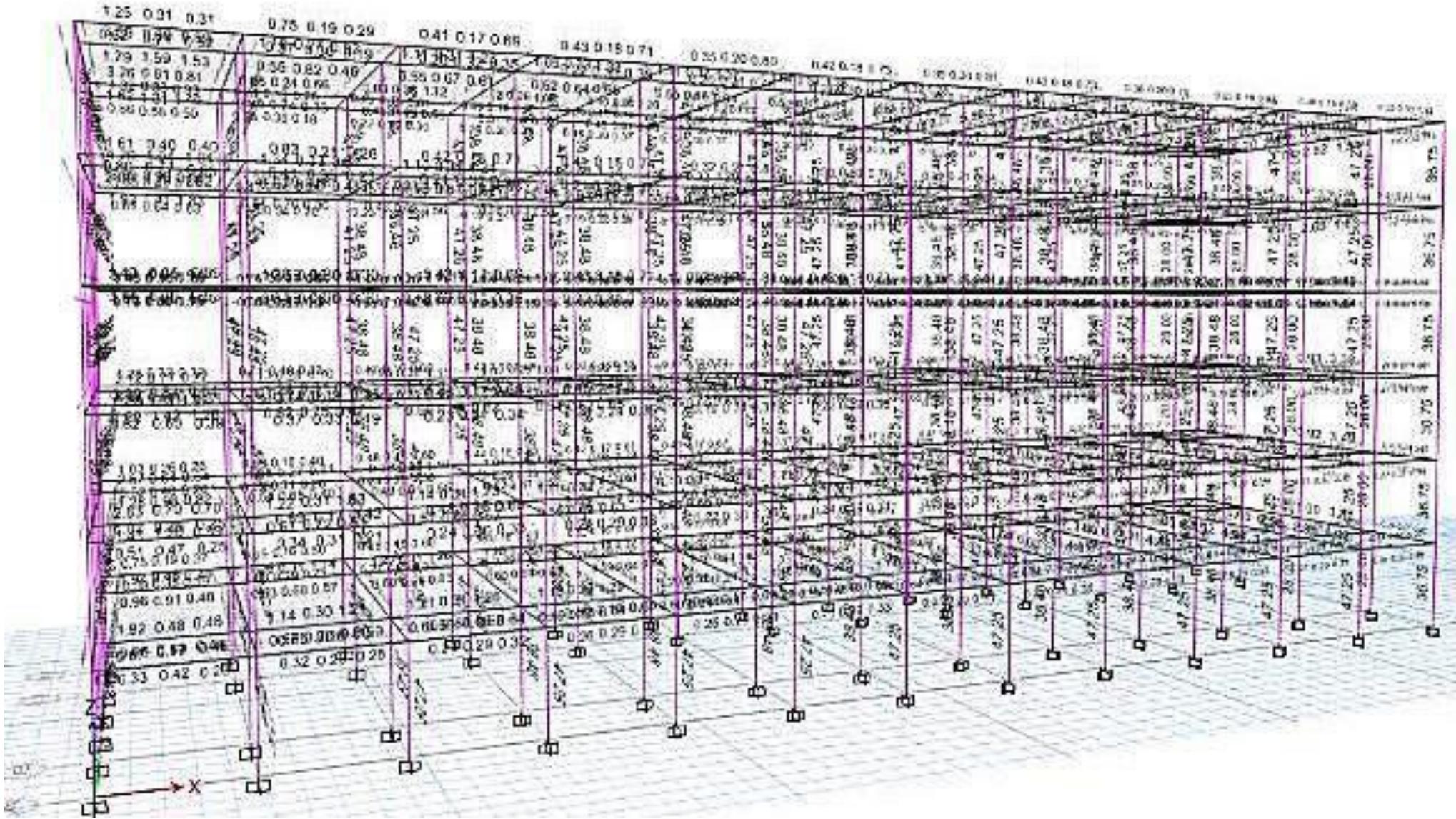
Techo 2	3	0.001645	0.001234	0.005	Ok cumple
Techo 1	3	0.000986	0.000740	0.005	Ok cumple

Fuente: Elaboración propia

## c) Análisis y diseño de la edificación



*Figura 40:* 3D edificación no cumple con lo requerido



*Figura 41:* 3D edificación cumple con lo requerido

Tabla 51: Modelo por cargas de sentido vertical

Diseño por fisuración sismo moderado										
Pg (kg)	Ve X (kg)	Me - x (kg)	Ve - y (kg-m)	Me - y (kg-m)	Ve (kg)	Me (kg - m)	$\frac{V_{el}}{Me}$	$\alpha$	Vm (kg)	Ve $\leq$ 0.55vm
47846.10	37.50	142.90	1166.60	201.00	1166.60	201.00	20.89	1.00	29958.60	No fisurado
17091.80	30.10	71.20	14292.70	59143.10	14292.70	59143.10	1.73	1.00	4157.86	No fisurado
43077.30	31.40	157.60	1204.80	11899.70	1204.80	11899.70	0.03	0.33	14979.73	No fisurado
No cumple No cumple	Si el muro necesita refuerzo, la cuantía mínima debe ser por lo menos, $p \geq 0.001$			Esp. Vertical del refuerzo, S =		20cm				
				Refuerzo requerido (t=13cm), As =		0.26 cm <sup>2</sup>				
				Refuerzo requerido (t=23cm), As =		0.46 cm <sup>2</sup>				
Diseño por cargas verticales										
Muro	L (m)	T (m)	Pm (kg)	Om (kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f' [1. (\frac{h}{35t})^2]$	Observación				
1x	3.600	0.130	20135.00	4.302	8.755	Muro correcto				
1y	7.150	0.130	19034.70	2.048	8.755	Muro correcto				
2y	2.890	0.130	18054.40	4.806	8.755	Muro correcto				
$f' =$	65.0 kg/cm <sup>2</sup>		Resistencia al corte en dirección x del edificio, $\Sigma V mi =$			71082.146 kg				
$0.15f' =$	9.75 kg/cm <sup>2</sup>		Resistencia al corte en dirección Y del edificio, $\Sigma V mi =$			96246.302 kg				
$0.05f' =$	3.25 kg/cm <sup>2</sup>		Cortante por sismo severo en dirección x, v Ei			197110.88 kg				
h =	2.6 m		Cortante por sismo severo en dirección x, v Ei			1724893.9 kg				
$V'm =$	8.10 kg/cm <sup>2</sup>									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Modelo por fisuración de sismo con carácter moderado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Diseño por resistencia sismo severo

Diseño por resistencia sismo severo			
VEi-X (Kg)	VEi-Y (Kg)	VEi (Kg)	Vm ≥ VEi
40.05	333.29	333.290	Resistencia
60.16	2858.38	2858.380	Resistencia
40.85	329.58	329.580	Resistencia
Resistencia del concreto en los confinamientos 210 kg/cm <sup>2</sup>			
Fluencia de acero de refuerzo, fy =			4200
kg/cm <sup>2</sup>			
Tipo de estribos a utilizar			cerrados
Juntas sin tratamiento			u = 0.8
Diámetro de estribo, []:			6 mm

Fuente: Elaboración

propia

Tabla 54: Reforzamiento horizontal

Necesidad de reforzar horizontalmente				
$\frac{v_{m1}}{v_{e1}}$	$2 \leq \frac{v_{m1}}{v_{e1}} \leq 3$	Vu (kg)	Mu (kg-m)	condición
25.680	3.000	3499.800	603.000	Reforzar
2.909	2.909	41575.864	172040.656	no reforzar
12.433	3.000	3614.400	356999.100	reforzar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Modelo

refuerzo

Diseño de refuerzo longitudinal y estribos de columna de confinamiento												
Ast (cm <sup>2</sup> )	Ast (cm <sup>2</sup> )	As – requerida (cm <sup>2</sup> )	Arreglo	As – existente (cm <sup>2</sup> )	As < A (cm <sup>2</sup> )	tn (cm)	51 (cm)	52 (cm)	53 (cm)	54 (cm)	45 (cm) o 1.5 d	Arreglo
3.258	11.053	14.312	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	26.000	4.376	3.625	6.500	5.000	45.000	$\phi$ 6mm,9@5cm, 4@10cm, res @ 25cm
3.794	0.640	4.434	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	21.000	4.303	4.488	5.250	5.000	45.000	$\phi$ 6mm,9@5cm, 4@10cm, res @ 25cm
3.680	0.170	3.850	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	21.000	4.303	4.488	5.250	5.000	45.000	$\phi$ 6mm,9@5cm, 4@10cm, res @ 25cm

longitudinal y estribos de columna de confinamiento

Fuente: Elaboración propia

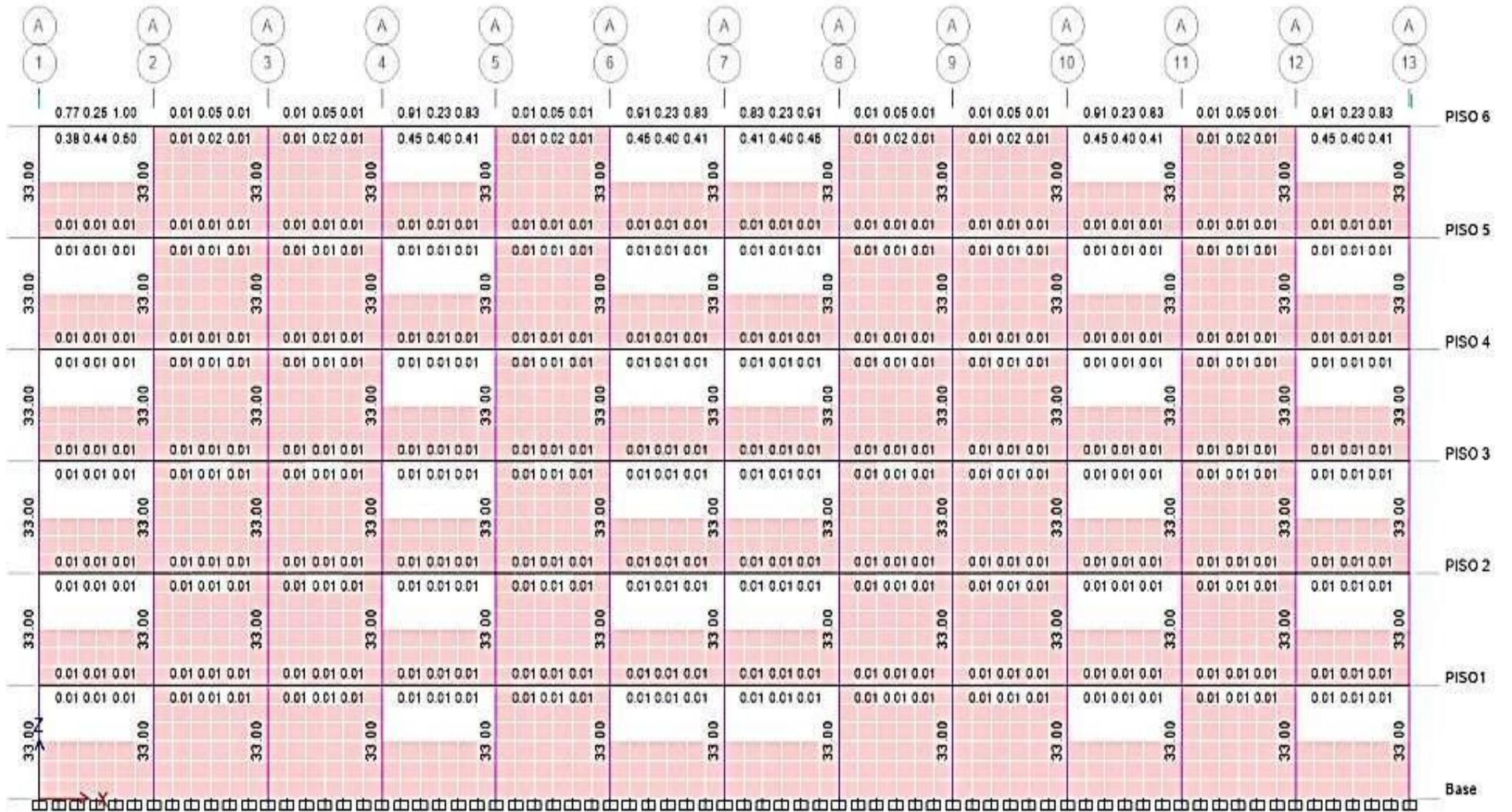
**Diseño de acero longitudinal y estribos de vigas soleras**

B(cm)	A (cm)	Ts (kg)	As – requerida (cm <sup>2</sup> )	Arreglo	As – existente (cm <sup>2</sup> )	As < A (cm <sup>2</sup> )	Arreglo
20.00 0	20.00 0	14,597.40 1	3,862	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	$\phi$ 6mm,1@5cm,4@10cm, res @ 25cm
20.00 0	20.00 0	10,197.16 7	2,698	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	$\phi$ 6mm,1@5cm,4@10cm, res @ 25cm
20.00 0	20.00 0	9,892.267	2,617	4 $\phi$ 1/2	5.080	Cumple	$\phi$ 6mm,1@5cm,4@10cm, res @ 25cm

Tabla 56: Modelo de acero longitudinal y estribos de viga soleras

Fuente: Elaboración propia

#### d) Diseño de columnas y vigas por eje



*Figura 42:* Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "A" de 1-13



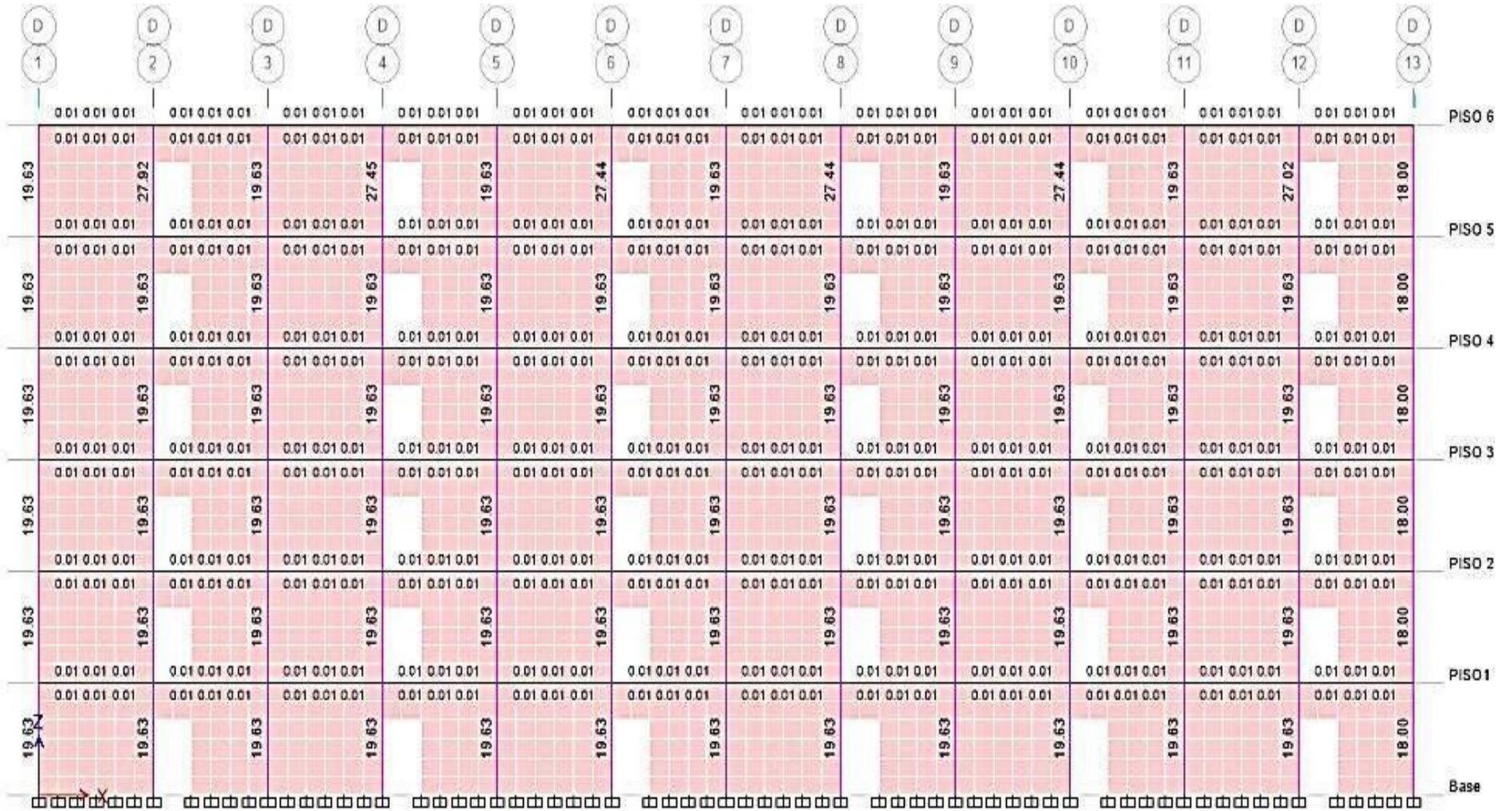


Figura 44: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "D" de 1-13

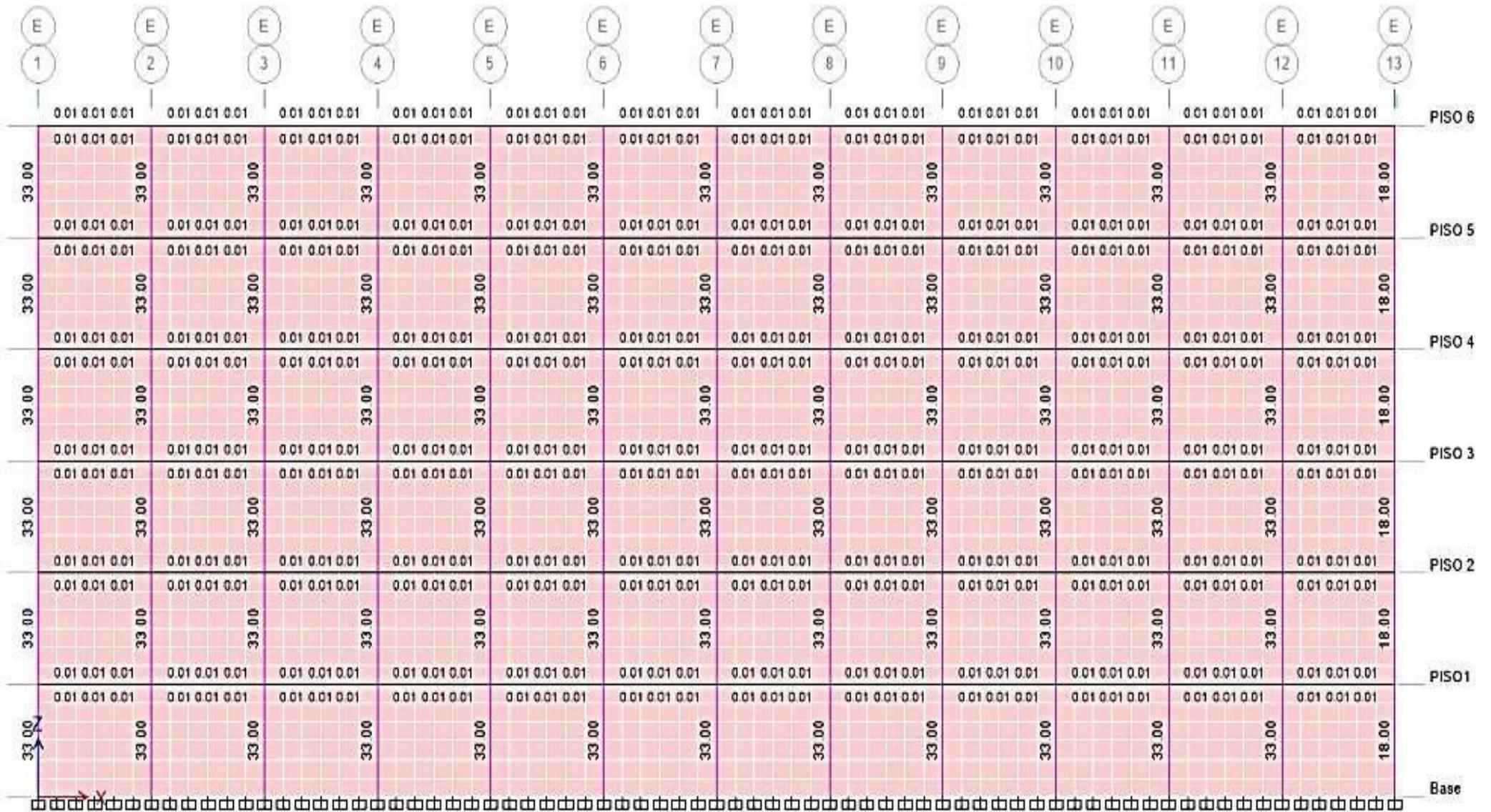


Figura 45: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "E" de 1-13



Figura 46: Se verificará el área de acero en las columnas y vigas para el eje "1" de A-E

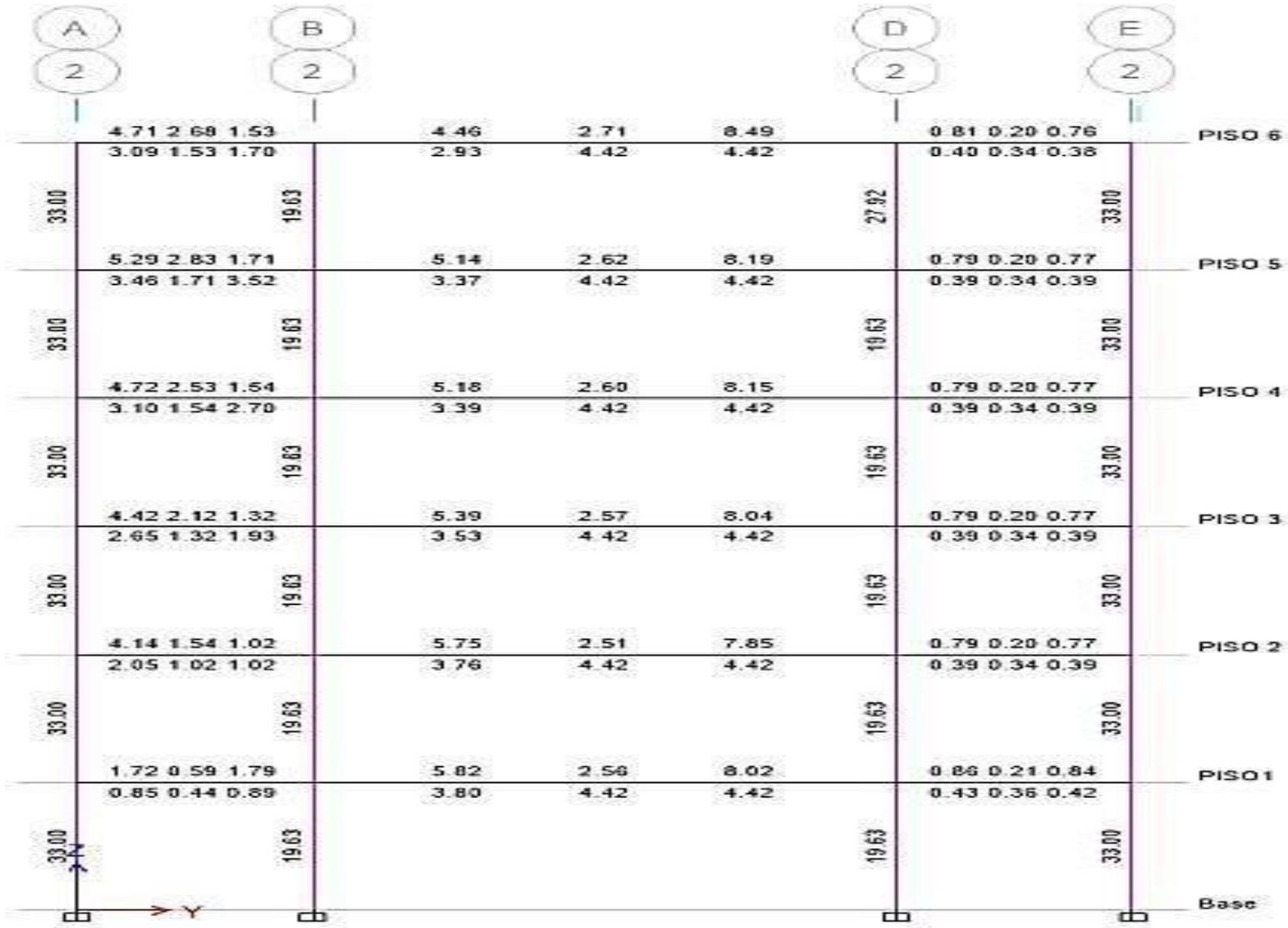
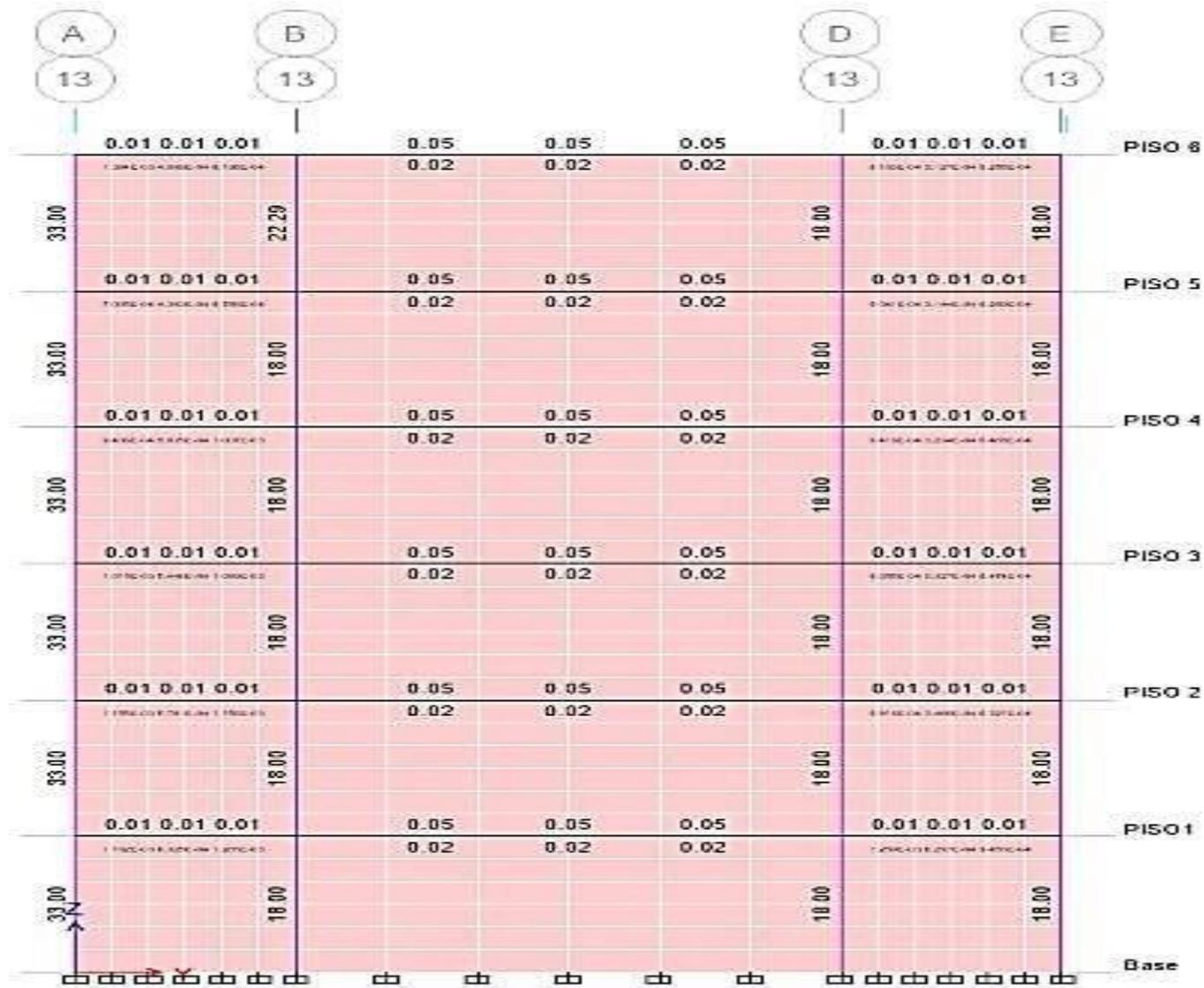


Figura 47: Se verificará el área de acero para el eje “2,4,6,8,10,12” de A-E



Figura 48: Se verificará el área de acero para el eje “3,5,7,9,11,” de A-E



*Figura 49:* Se verificará el área de acero para el eje “13” de A-E

Tabla 57: Área de acero existente en vigas

Viga	Dimensiones		Área de acero existente			N° de varilla de acero existente		¿cumple?
VP	Ancho	Peralte	-1.39cm <sup>2</sup>	-0.44cm <sup>2</sup>	-0.74cm <sup>2</sup>	2 $\phi$ de 1/2 “+2 $\phi$ de 1/2”	5.08cm <sup>2</sup>	Cumple
	20	35	-0.74cm <sup>2</sup>	-0.74cm <sup>2</sup>	-0.48cm <sup>2</sup>	2 $\phi$ de 1/2 “+2 $\phi$ de 1/2”	5.08cm <sup>2</sup>	Cumple
VS	Ancho	Peralte	-0.14cm <sup>2</sup>	-0.04cm <sup>2</sup>	-0.15cm <sup>2</sup>	2 $\phi$ de 1/2 “+2 $\phi$ de 1/2”	5.08cm <sup>2</sup>	Cumple
	20	25	-0.07cm <sup>2</sup>	-0.07cm <sup>2</sup>	-0.08cm <sup>2</sup>	2 $\phi$ de 1/2 “+2 $\phi$ de 1/2”	5.08cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en vigas

Viga	Dimensiones (cm)		N° de varillas de acero necesario (ETABS)			N° de varilla de acero que se necesita para proyectar		¿cumple?
VP	Ancho	Peralte	-8.34cm <sup>2</sup>	-2.66cm <sup>2</sup>	-4.42cm <sup>2</sup>	3 $\phi$ de 5/8 “+2 $\phi$ de 1/2”	8.51cm <sup>2</sup>	Cumple
	30	50	+4.42cm <sup>2</sup>	+4.42cm <sup>2</sup>	+2.85cm <sup>2</sup>	3 $\phi$ de 5/8 “+2 $\phi$ de 1/2”	8.51cm <sup>2</sup>	Cumple
VS	Ancho	Peralte	-0.83cm <sup>2</sup>	-0.23cm <sup>2</sup>	-0.95cm <sup>2</sup>	3 $\phi$ de 5/8 “+2 $\phi$ de 1/2”	8.51cm <sup>2</sup>	Cumple
	30	50	+0.41cm <sup>2</sup>	+0.40cm <sup>2</sup>	+0.45cm <sup>2</sup>	3 $\phi$ de 5/8 “+2 $\phi$ de 1/2”	8.51cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Área de acero existente en columnas

Columna	Dimensiones (cm)		N° de varillas de acero existente	N° de varilla de acero existente según planos de estructuras		¿cumple?
TEE	40	40	16.00cm <sup>2</sup>	10 $\phi$ de 1/2”	19.90cm <sup>2</sup>	Cumple
Circular	D = 30		14.00cm <sup>2</sup>	8 $\phi$ de 1/2”	15.92cm <sup>2</sup>	Cumple
ELE	40	40	16.00cm <sup>2</sup>	10 $\phi$ de 1/2”	19.90cm <sup>2</sup>	Cumple
CUADRADA	40	20	8.00cm <sup>2</sup>	60 $\phi$ de 1/2”	11.94cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en columnas

Columna	Dimensiones (cm)		N° de varillas de acero existente	N° de varilla de acero existente según planos de estructuras		¿cumple?
TEE	70	70	35.50cm <sup>2</sup>	10 $\phi$ de 5/8 “+6 $\phi$ de 3/4”	36.94cm <sup>2</sup>	Cumple
Circular	D = 50		19.63cm <sup>2</sup>	10 $\phi$ de 5/8”	19.90cm <sup>2</sup>	Cumple
ELE	70	70	33.00cm <sup>2</sup>	12 $\phi$ de 5/8” +4 $\phi$ 3/4”	35.24cm <sup>2</sup>	Cumple
CUADRADA	60	30	22.29cm <sup>2</sup>	6 $\phi$ de 5/8” +4 $\phi$ de 3/4”	23.30cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

El modelamiento mediante el ETABS, con las nuevas cargas proyectando de 6 niveles necesita hacer un reforzamiento.

### 5.2.2. Diseño y verificación de cimentación

#### a) Verificación de la presión sobre el terreno

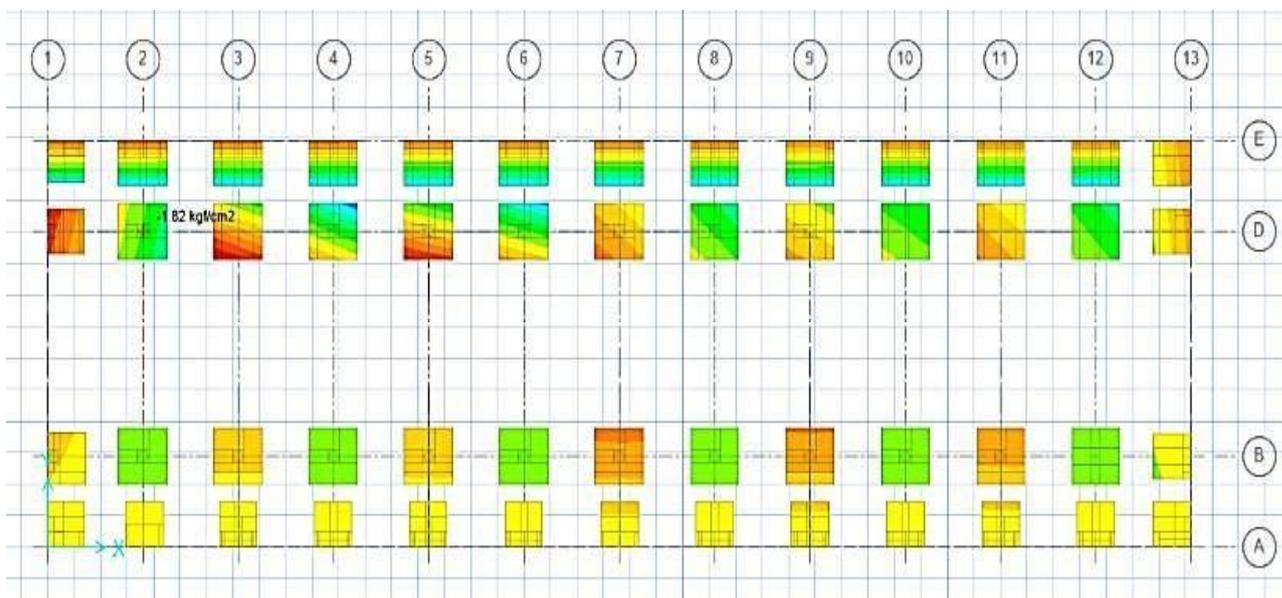


Figura 50: Verificación de presión de terreno con estructura existente

1.82 kg/cm<sup>2</sup> es mayor que la capacidad portante de suelo 1.70 kg/cm<sup>2</sup> no cumple por lo que se debe ampliar las dimensiones de la zapata

#### b) Verificación de punzonamiento

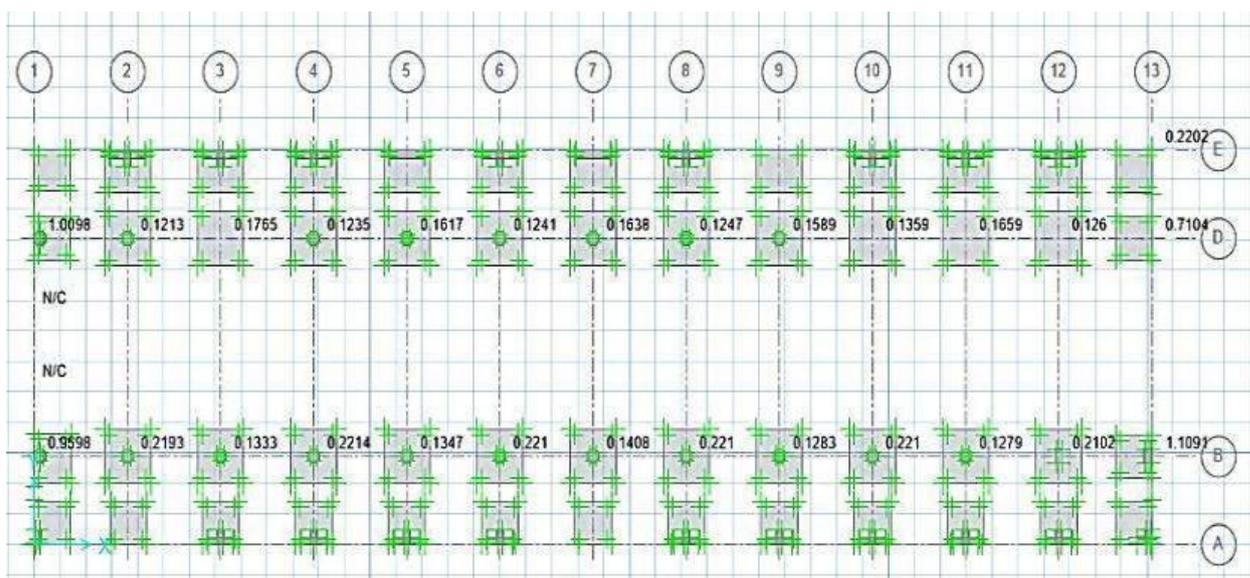


Figura 51: Verificación por punzonamiento con estructura existente

1.10 es mayor que 1 no cumple por lo que se debe aumentar el peralte de la zapata

### c) Rediseño de zapata

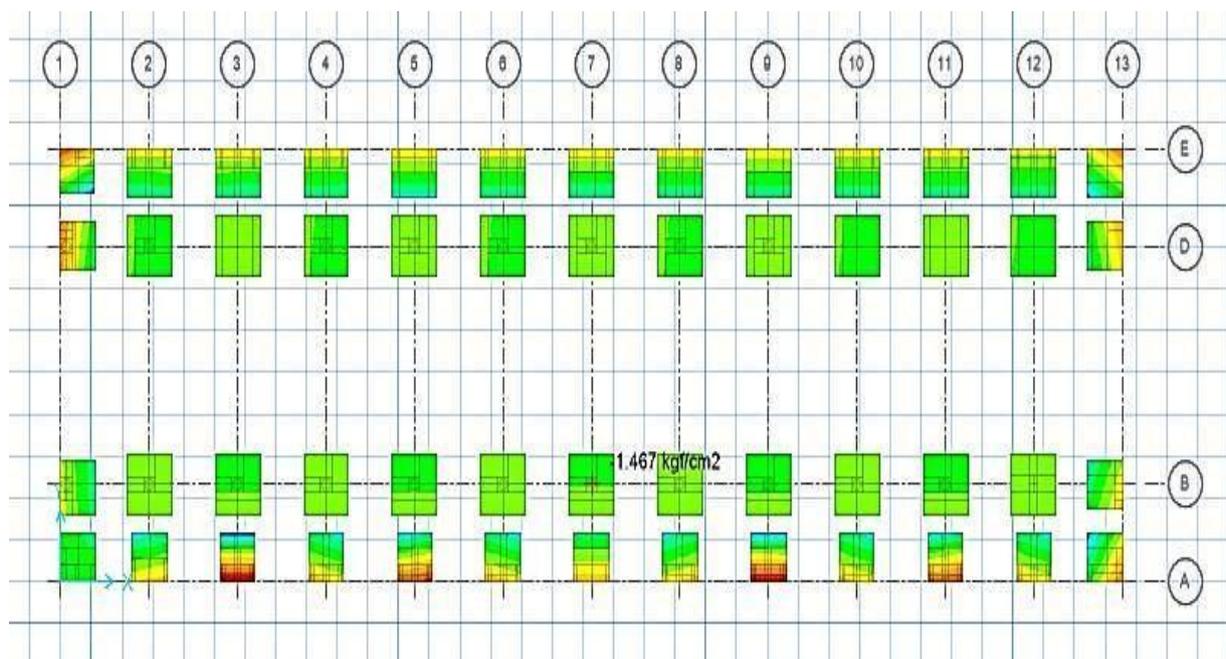


Figura 52: Verificación de presión de terreno estructura reforzada

1.46 kg/cm<sup>2</sup> es menor que la capacidad portante de suelo 1.7 kg/cm<sup>2</sup> si cumple.

### d) verificación de punzonamiento

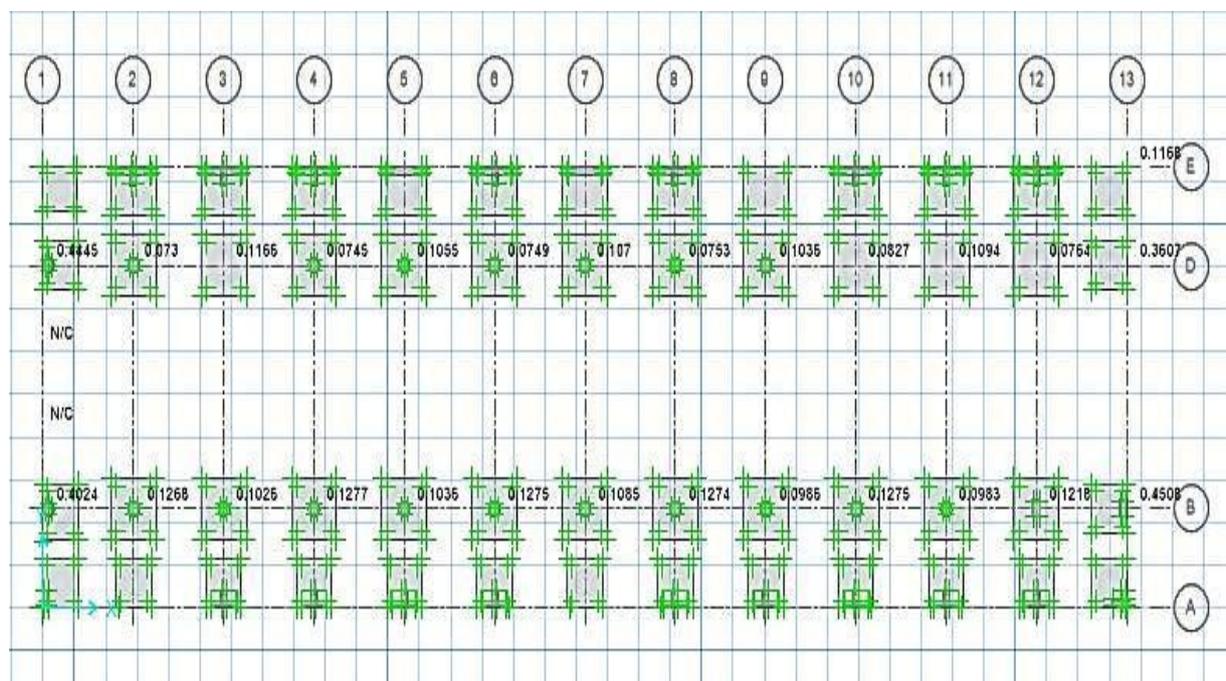


Figura 53: Verificación por punzonamiento estructura reforzada

0.48 es menor que 1 si CUMPLE el peralte de la zapata

e) verificación por desplazamiento

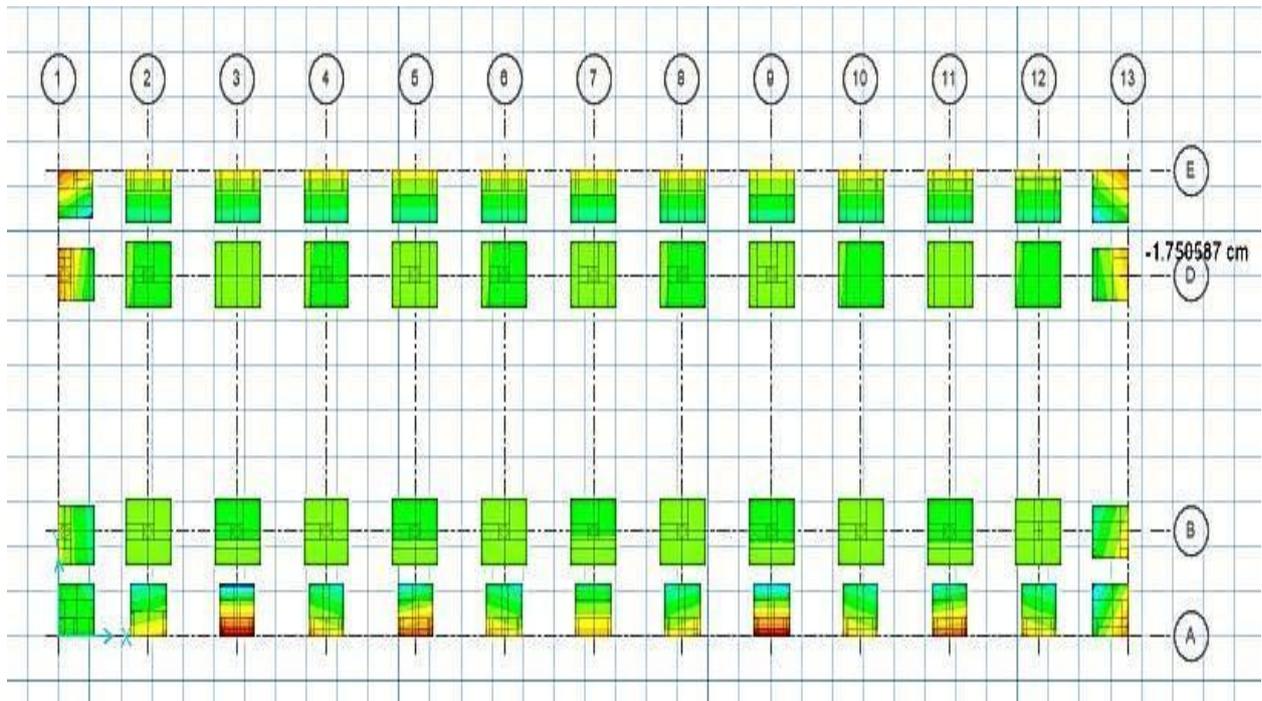


Figura 54: Verificación por desplazamiento de estructura reforzada

1.75 cm es menor que 2.54 cm si cumple el desplazamiento

Slab Strip Design - Layer A - Top and Bottom Reinforcement Area (Enveloping Flexural) [cm<sup>2</sup>] - Additional to 5/8 @ 15 cm (Top), 5/8 @ 15 cm (Bot)

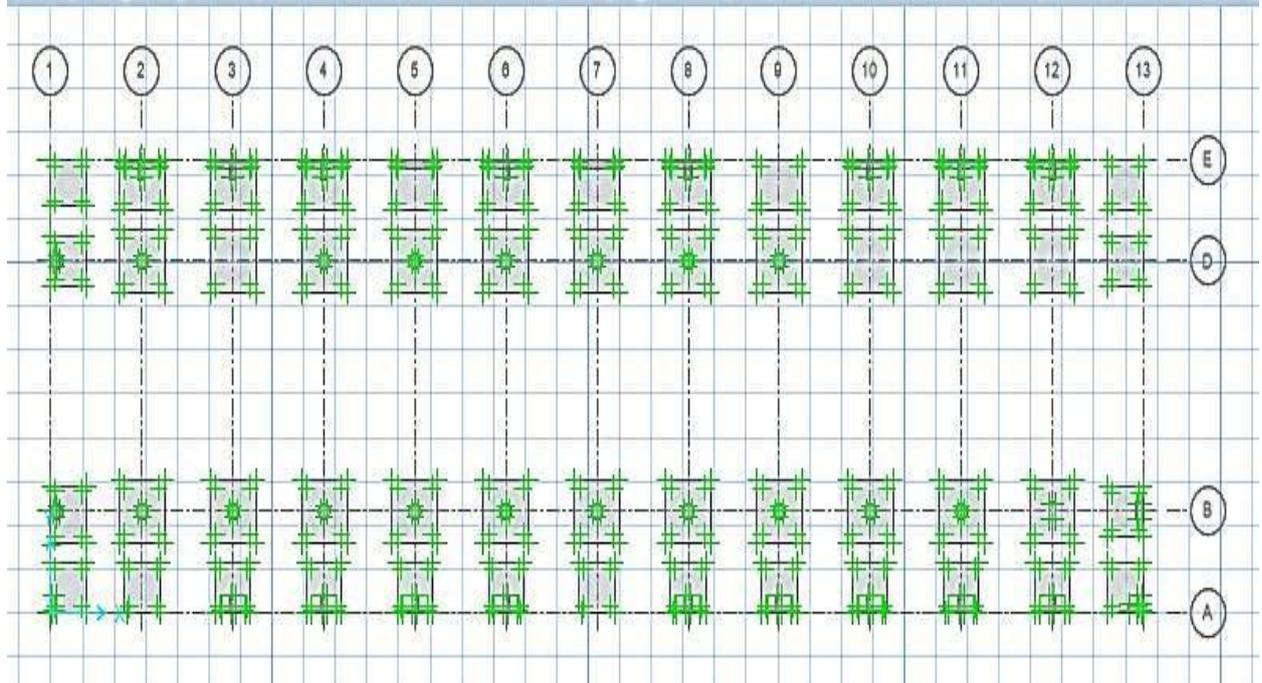


Figura 55: Diseño de acero de refuerzo en el eje X

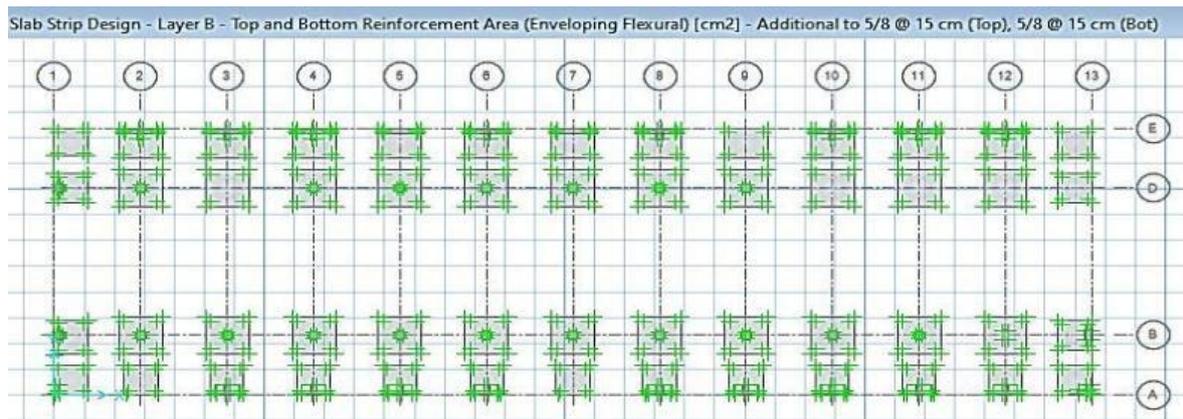


Figura 56: Diseño de acero de refuerzo en el eje Y

Tabla 61: Área de acero existente en zapata

Zapata	Dimensiones (cm)			N° de varillas de acero existente		N° de varilla de acero existente				¿cumple?
	Ancho	Largo	Peralte	Área x	Área y	x	y	x	y	
Z1	1.2	1.2	40	-0.86cm <sup>2</sup>	+0.86cm <sup>2</sup>	1φ de 1/2"	1φ de 1/2"	1.27cm <sup>2</sup>	1.27cm <sup>2</sup>	Cumple
Z2	1.00	1.00	40	+0.86cm <sup>2</sup>	+0.72cm <sup>2</sup>	1φ de 1/2"	1φ de 1/2"	1.27cm <sup>2</sup>	1.27cm <sup>2</sup>	Cumple
Z3	1.2	1.00	40	+0.86cm <sup>2</sup>	+0.72cm <sup>2</sup>	1φ de 1/2"	1φ de 1/2"	1.27cm <sup>2</sup>	1.27cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Área de acero requerido para reforzar lo proyectado en zapatas

Zapata	Dimensiones (cm)			N° de varillas de acero necesario (SAFE)		N° de varilla de acero que se necesita para proyectar				¿cumple?
	Ancho	Largo	Peralte	Área x	Área y	x	y	x	y	
Z1	1.8	1.8	60	+1.94cm <sup>2</sup>	+1.94cm <sup>2</sup>	1φ de 5/8"	1φ de 5/8"	1.99cm <sup>2</sup>	1.99cm <sup>2</sup>	Cumple
Z2	1.4	1.4	60	+1.51cm <sup>2</sup>	+1.51cm <sup>2</sup>	1φ de 5/8"	1φ de 5/8"	1.99cm <sup>2</sup>	1.99cm <sup>2</sup>	Cumple
Z3	1.8	1.4	60	+1.94cm <sup>2</sup>	+1.51cm <sup>2</sup>	1φ de 5/8"	1φ de 5/8"	1.99cm <sup>2</sup>	1.99cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Área de acero requerido de viga de conexión

Viga	Dimensiones (cm)		N° de varillas de acero necesario (ETABS)			N° de varilla de acero que se necesita para proyectar		¿cumple?
	Ancho	Peralte	-6.24cm <sup>2</sup>	-5.30cm <sup>2</sup>	-4.65cm <sup>2</sup>	4 $\phi$ de 1/2 “+1 $\phi$ de 5/8”	7.07cm <sub>2</sub>	
VC	30	60	+2.35cm <sup>2</sup>	+2.21cm <sub>2</sub>	+143cm <sup>2</sup>	4 $\phi$ de 1/2 “+1 $\phi$ de 5/8”	7.07cm <sub>2</sub>	Cumple
								Cumple

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO VI

### ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 6.1. Discusión de resultados con antecedentes

La indagación de Chávez y Gómez (2020), persigue el objetivo ilustre de diseñar el refuerzo estructural óptimo considerando parámetros de diseño sismo resistente para la ampliación del edificio “ITSPN”. El método de indagación empleado fue científico, optando por el camino o diseño no experimental. Bajo este escenario, la población y muestra estuvieron delimitadas por la estructura de la construcción “Instituto Tecnológico Superior Policía Nacional del Norte”. Para lograr el objetivo, el punto de partida fue un levantamiento y recojo de información de carácter arquitectónico y estructural, esto porque no se contaba con información de antesala, luego se efectuó una examinación estática no lineal (Pushover), con el afán de sostener la serviciabilidad de la construcción y se sugirió dos opciones de refuerzo que en la actualidad son usados: disipadores de energía de clase BRB y enchape de paredes; y se comparó los costos de

ambos métodos. Los resultados mostraron que, el costo para el refuerzo con disipadores BRB fue de \$67 666, y para el reforzamiento con enchape de \$25 7193.37.

Llegaron a la conclusión de que, para el reforzamiento mediante enchapes la modelación con elementos tipo “Shell” y espaciamiento de paredes muestra resultados más aproximados a la realidad, con un incremento de la capacidad, incremento en el amortiguamiento de 9.7% en el punto de desempeño y las articulaciones se encuentran en los niveles de seguridad de la vida; no obstante que el uso de disipadores del tipo BRB permitió rehabilitar y dar mejoría a la respuesta estructural de las construcciones en estudio, debido a la protección hacia los demás elementos ante un evento sísmico, reduciendo un posible daño, principalmente en vigas y columnas.

La indagación de Ramos y Rodríguez (2019) persigue el ideal primordial de examinar la estructura aplicando el reforzamiento a través del uso de disipadores de fluido viscosos en un inmueble familiar compuesto por 8 pisos para valorar el nivel en que se minimiza la vulnerabilidad de tal edificación. Con base a la metodología, se manejó el método científico, cuyo diseño fue el no experimental. Con referencia a la población objetivo se constituyó por la vivienda multifamiliar de 8 plantas cuya ubicación geográfica se situó en Santiago de Surco. Para alcanzar el ideal, fue necesario llevar a cabo un exhaustivo análisis de la edificación tomando en cuenta los límites que rigen en la actualidad de la norma E-030, para valorar la fragilidad de las estructuras, ulterior a ello en el planteamiento ETABS 2017 v17.0.1 se ejecutó la examinación estática-dinámica con sentido lineal de la estructura, el cual evidenció que la edificación bajo estudio infringía el control de derivas decretada de 0.007. Los resultados corroboraron que el refuerzo con los disipadores de fluidos viscoso logró desaparecer un 70.96% de la energía de un evento anómalo como un sismo de magnitud severa en la ubicación X y 53.80% de la energía de un evento anómalo como un sismo de magnitud severa en la ubicación Y. En suma, finiquitaron que los aparatos de refuerzo de fluido viscoso garantizan exitosamente la actuación estructural con respecto a los movimientos sísmicos severos con base en las anotaciones tiempo historia ejecutados en el modelamiento.

El uso de las normativas, parámetros y procesos de pruebas que se usó en dichas investigaciones son de relevancia para el diseño de refuerzo estructural en vivienda multifamiliares, cabe mencionar que dicho método de refuerzo es muy costoso que no sería factible para personas de bajo recurso, se recomienda reforzamiento encamisado que tiene el mismo comportamiento ante un sísmico.

El reforzamiento de encamisado es un método donde se realiza la ampliación de las secciones de elementos estructurales según lo requerido en el análisis y diseño estructural, este método es más utilizado a nivel de reforzamiento de vivienda multifamiliares puesto cumple la misma función ante la presencia del sismo.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó el resultado de la evaluación para el reforzamiento estructural, el cual se realizó mediante 3 ensayos, que son:
  - Ensayo de esclerometría
  - Mediante el presente ensayo se determinó la resistencia del concreto de los elementos estructurales en columna  $212.4\text{kg/cm}^2$  y vigas  $212.6\text{kg/cm}^2$  (tabla 28 y 29).
  - Ensayo con el scanner
  - Mediante el presente ensayo se determinó la sección que se va aumentar para el acero en los elementos estructurales (tabla 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54)
  - Ensayo de auscultación
  - Mediante este ensayo se determinó las medidas reales existente de los elementos estructural en columnas y vigas (tabla 48 y 49)
2. Se calculó la capacidad portante del suelo para el reforzamiento de viviendas multifamiliares, habiéndose realizado los cálculos mediante 3 métodos: TERZAGUI, MEYERHOF, VESIC (tabla 31), de lo cual se realizó la comparación de resultados de los 3 métodos y se obtuvo  $Q_{adm}=1.7\text{ kg/m}^2$  de capacidad portante y con asentamiento inmediato de  $1.628\text{ cm}$  por método de MEYERHOF siendo el más desfavorable para el diseño, este dato es de suma importancia para la verificación de la zapata.
3. Se realizó el modelamiento estructural mediante el análisis en ETABS y SAFE, obteniendo las nuevas dimensiones de las columnas, vigas, zapata, cumpliendo con los desplazamientos mínimos requeridos en la norma E0.30.
  - Columnas existentes: TEE  $40\times 40\times 20\times 20$ , Circular  $D=30\text{ cm}$ , ELE= $40\times 40\times 20\times 20\text{ cm}$ , Cuadrada=  $40\times 20\text{ cm}$
  - Columna a reforzar; TEE  $70\times 70\times 30\times 30$ , Circular  $D=50\text{ cm}$ , ELE=  $70\times 70\times 30\times 30\text{ cm}$ , Cuadrada=  $60\times 30\text{ cm}$
  - Viga existente VP=  $20\times 25\text{cm}$  VS =  $20\times 25\text{cm}$
  - Viga a reforzar VP=  $30\times 50\text{cm}$  VS =  $30\times 50\text{cm}$
  - Zapata existente Z1=  $1.20\times 1.20\times 40\text{cm}$ , Z2 =  $100\times 100\times 40\text{cm}$ , Z3 =  $1.20\times 100\times 40\text{cm}$
  - Zapata a reforzar Z1=  $1.80\times 1.80\times 60\text{cm}$ , Z2 =  $1.40\times 1.40\times 60\text{cm}$ , Z3 =  $1.80\times 1.40\times 60\text{cm}$
  - Viga de conexión proyectado  $V_c = 30\times 60\text{cm}$
4. Se ha determinado que el tipo de reforzamiento a utilizar será el encamisado.

## RECOMENDACIONES

Recomiendo que, se realice la prueba de esclerometría en todos los elementos estructurales de la edificación, así también recomiendo realizar la auscultación de zapatas en todo el eje con el fin de determinar la sección exacta de la estructura existente.

- a) Recomiendo realizar el cálculo de capacidad portante por el método de MEYERHOF, puesto que da mayor factor de seguridad para realizar el cálculo de asentamiento inmediato.
- b) Recomiendo que, para el refuerzo estructural de una vivienda, se realice el modelamiento mediante el análisis en ETABS y SAFE, con el fin de hallar las nuevas dimensiones que soportarán la proyección de la nueva edificación reforzada.
- c) Recomiendo utiliza el tipo de reforzamiento encamisado, puesto que el proceso constructivo es más accesible para desarrollar el refuerzo estructural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

1. **Alvares, Gabriela. 2021.** "Combinaciones de carga". *"Combinaciones de carga"*. [En línea] 9 de Noviembre de 2021. <https://es.scribd.com/document/538207034/COMBINACIONES-DE-CARGAS>.
2. **Benigno Montero, Erick y Gamarra Gutierrez, Stiven Vladimir Bryan. 2018.** *"Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018"*. Facultad de ingeniería, Universidad cesar vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis pregrado.
3. **Choque Nayra, Robert Arsemeo. 2018.** *"Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras - caja arequipa - puno"*. Facultad de ingeniería, Universidad nacional de altiplano. Puno : s.n., 2018. Tesis pregrado.
4. **Condor Vargas, Sheyla Neftali y Pariona Uchuypoma, Karen Rosario. 2019.** *"análisis comparativo de la resistencia a la flexión del concreto  $f_c=kg/cm^2$ , elaboración con piedra chancada y canto rodado en la ciudad de huancavelica - 2018 "*. Facultad de ingeniería, Universidad nacional de huancavelica. Huancavelica : s.n., 2019. Tesis pregrado.
5. **Coral Vargas, Carlos Mario. 2018.** *"Caracterización del periodo fundamental de vibración de edificios de muros estructurales de concreto reforzado para uso residencia"*. Facultad de ingeniería, Universidad del valle. Santiago de cali : s.n., 2018. Tesis pregrado.
6. *Diferencia, concreto, Hormigon, y Hormigon armado.*
7. **UMACON. 2021.** 2021, Umacon.
8. *Diferencias entre una viga de cimentación y una viga de conexión.*
9. **Iberto Gutiérrez, Ortega. 2021.** 14 de Septiembre de 2021.
10. *Etabs.*
11. **shop, Software. 2023.** 2023.
12. **García González, Jose y Sanchez Sanchez, Paola. 2020.** *Diseño teórico de la investigación: Instrucciones metodológicas para el desarrollo de propuestas y proyectos de investigación científica.* Colombia : s.n., 2020.
13. **Garza Vásquez, Luis. 2020.** *Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10.* Facultad de minas, Universidad nacional de Colombia. 2020. Tesis pregrado.
14. **Gómez Aguilar, Johnny. 2021.** "Estudio de suelo garantiza una construcción segura". [En línea] 4 de Octubre de 2021. <https://www.tec.ac.cr/noticias/estudio-suelo-garantiza->



28. **Rodriguez, Daniela. 2020.** *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos.* Argentina : Lifeder, 2020.
29. **Sánchez Carlessi, H. Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : s.n., 2018.
30. **Structuralia. 2021.** "Resistencia al corte de los suelos y los ensayos mas comunes". [En línea] 29 de Diciembre de 2021. <https://blog.structuralia.com/resistencia-al-corte>.
31. —. **2021.** "Resistencia al corte de los suelos y los ensayos mas comunes". [En línea] 29 de Diciembre de 2021. <https://blog.structuralia.com/resistencia-al-corte>.
32. **Tinoco Merhuay, Tito, Cotos Vera, Javier y Bayona Antunez, Remo. 2018.** *"Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián, utilizando el model builder del ArcGIS"*. Facultad de ingeniería. 2018. Tesis pregrado.
33. *Tipos de vcigas de cimentacion en Cypecad.* **perú, Cype. 2022.** 11 de Febrero de 2022.
34. **Yanqui Santos, Adrián Eduardo y Paniagua Luque, Gabriela Belén. 2020.** *"Evaluacion estructural sismico del pabellon "c" del C.E.I. 225 niños heroes, tacna 2020"*. Facultad de ingeniería, Universidad privada de tacna . Tacna : s.n., 2020. Tesis pregrado.

**ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

<b>“EVALUACIÓN PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES EN EL CENTRO POBLADO CHURIN, DISTRITO DE PACHA, LIMA”</b>						
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema general:</b> ¿Cuál va a ser el resultado de la evaluación para el refuerzo estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el centro poblado de churín, distrito de pacha, provincia de oyón?	<b>Objetivo general:</b> Determinar el resultado de la evaluación para el refuerzo estructural óptimo para viviendas multifamiliares ubicadas en el centro poblado de churín distrito de pacha, en la provincia de oyón.	<b>Hipótesis general:</b> Describir la evaluación del refuerzo estructural que permitirá mejorar la estructura de las viviendas multifamiliares ubicadas en el centro poblado de churín, distrito de pacha, provincia de oyón.	<b>Variable Independiente</b> : Evaluación estructural	Pruebas no destructivo	Esclerómetro	<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada. <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptivo-Explicativo <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> El diseño de investigación utilizará un esquema No experimental, considerando que no se manipulan las variables, se revisa abundante bibliografías y exploración en campo para establecer el problema de investigación. <b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>POBLACIÓN.</b> A los efectos de esta indagación, se estudió el distrito de Pacha, en la provincia de Oyón, con 300 viviendas y 983 beneficiarios, que son en realidad consumidores directos. <b>MUESTRA:</b> La indagación utilizó una muestra censal de 300 casas y 983 personas. <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b> - Recolección de datos <b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> - Estadístico y probabilístico.
					Scanner	
	Planos existentes					
	Levantamiento de estructuras existentes					
<b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuál es el resultado de la capacidad portante de suelo para el reforzamiento en viviendas multifamiliares? b) ¿Como es el comportamiento de la estructura para el reforzamiento en viviendas multifamiliares? c) ¿Qué tipo de refuerzo estructural se debe utilizar en viviendas multifamiliares?	<b>Objetivos específicos:</b> a) Calcular la capacidad portante del suelo para el reforzamiento estructural en viviendas multifamiliares. b) Modelar el comportamiento estructural para el reforzamiento de viviendas multifamiliares. c) Determinar el tipo de refuerzo estructural para viviendas multifamiliares.	<b>Hipótesis específicas</b> a) La capacidad portante del suelo como interviene en el reforzamiento estructural en viviendas multifamiliares. b) Modelar el comportamiento estructural permitirá saber cómo realizar el reforzamiento de las viviendas multifamiliares. c) Determinar el tipo de reforzamiento estructural permitirá dar alternativa para viviendas multifamiliares.	<b>Variable dependiente:</b> Reforzamiento estructural	Módulo de elasticidad	Análisis en ETABS	
					Análisis en SAFE	
					Diseño de columnas	
					Diseño de vigas	
				Diseño de elementos estructurales	Diseño de zapatas	

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>1: Variable Independiente</b></p> <p>Evaluación estructural</p>	<p>Es un proceso que se evalúa analíticamente una estructura en base al deterioro, causado por diversos factores Vallejo &amp; Valbuena, (2018), y al nivel de evaluación de la estructura, pues puede ser una evaluación rápida, detallada o de tipo ingenieril Morejón, Leyva, &amp; Arco, (2017).</p>	<p>La variable VI 1: Evaluación estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características D1: Prueba no destructiva, D2: Recopilación de datos en el campo, A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.</p>	<p>Prueba no destructiva</p>	<p>Electrómetro</p>
				<p>Scanner</p>
			<p>Recopilación de datos en el campo</p>	<p>Planos existentes</p>
				<p>Levantamiento de estructura existente</p>
<p><b>2: Variable Dependiente</b></p> <p>Reforzamiento estructural</p>	<p>Es un proceso que se realiza para brindar seguridad a un sistema que no la poseía y así eliminar o reducir las pérdidas humanas y materiales a futuro, está de acuerdo con el comportamiento de la edificación y el tipo de reforzamiento que se escoja Loor, (2017). Busca aumentar la resistencia a flexión, corte o sísmica dependiendo del tipo de estructura y del uso Sika Perú, (2021).</p>	<p>La variable VD 2: Reforzamiento estructural será ejecutado mediante dos dimensiones que representan las características, D1: Modelo estructural, D2: Diseño de elementos estructurales. A su vez cada una de las dimensiones dispone un indicador.</p>	<p>Modelo estructural</p>	<p>Análisis en ETABS</p>
				<p>Análisis en SAFE</p>
			<p>Diseño de elementos estructurales</p>	<p>Diseño de columnas</p>
				<p>Diseño de vigas</p>
	<p>Diseño de zapatas</p>			

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización del instrumento**

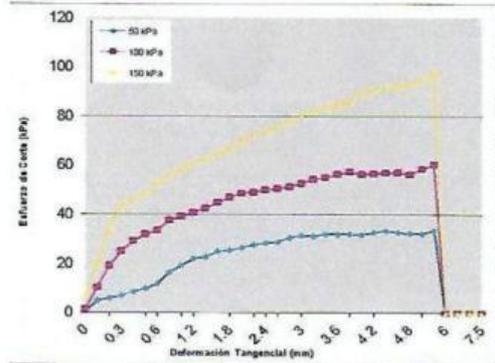
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
				1	2	3	4	5
<b>1: Variable Independiente</b>  Evaluación estructural	Prueba no destructiva	Electrómetro	Ficha de campo		X			
		Scanner	Ficha de campo		X			
	Recopilación de datos en el campo	Planos existentes	Ficha de campo		X			
		Levantamiento de estructuras existentes	Ficha de campo		X			
<b>2: Variable Dependiente</b>  Reforzamiento estructural	Modelo estructural	Análisis en ETABS	Excel y ETABS		X			
		Análisis en SAFE	Excel y SAFE		X			
	Diseño de elementos estructurales	Diseño de columnas	Excel y ETABS		X			
		Diseño de vigas	Excel y ETABS		X			
		Diseño de zapatas	Excel y SAFE		X			

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**

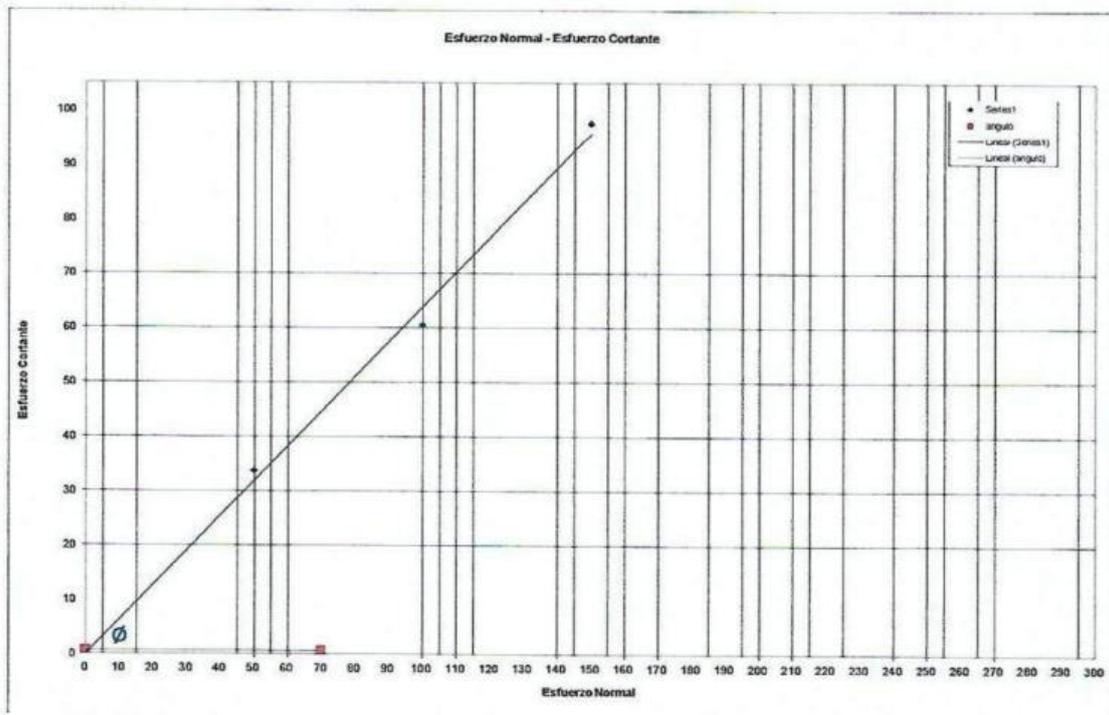
Material: SP - SM  
 Descripción: ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO

Ensayo No.: 001 - 2019

RESULTADOS DE ENSAYO				
Sondeo				
Profundidad				
Preparación				
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Humedad Inicial (%)				
Humedad Final (%)				
Grado de saturación (%)				
Peso unitario (q/cm <sup>3</sup> )				
Área A <sub>o</sub> (mm <sup>2</sup> )				
Velocidad (mm/min)				
Esfuerzo Normal (kpa)	50.00	100.00	150.00	
Esfuerzo de Corte (kpa)	33.77	60.50	97.71	
	Cohesión (kPa)			0.0
	Ángulo de fricción			32.6°



Observaciones:



ELABORADO POR

APROBADO POR

Firma

Firma



*[Signature]*  
 CARLOS M. SEGURA PÉREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32386

TIPO DE ENSAYO:		NO CONSOLIDADO, NO DREJADO			REMOLDEADA			Profundidad: 1.50 m		
<b>Parámetros de la muestra</b>		<b>Item 1</b>	<b>Item 2</b>	<b>Item 3</b>	<b>Item 4</b>					
Lado(mm)		63.00	63.00	63.00						
Área (mm <sup>2</sup> )		3060.00	3060.00	3060.00						
Altura (mm)		30.00	30.00	30.00						
Humedad natural (%)		22.20	22.20	22.20						
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )		1.850	1.850	1.850						
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )		1.514	1.514	1.514						
Altura muestra antes de apacar el estuerzo de corte (g/cm <sup>3</sup> )		1.976	1.926	1.895						
Altura de la muestra final		1.968	1.894	1.883						
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )		2.008	2.032	2.058						
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )		1.583	1.602	1.623						
Coef. De Inhomogéneidad (%)		26.80	26.80	26.80						
Relación de vacíos inicial										
Deformación Consolidación (mm)										
relación de vacíos final										
<b>Parámetros del Encayo</b>										
Pesas en el brazo (kg)		3.00	7.00	11.00						
Peso del estubo (kg)		0.00	0.00	0.00						
Multiplo del brazo de palanca		5.00	5.00	5.00						
Velocidad de desplazam. (mm/min)		0.50	0.50	0.50						
Esfuerzo Vertical (kPa)		50.00	100.00	150.00						
<b>Consolidar</b>										
<b>Deformación</b>	<b>Deformación Htzl.</b>	<b>Deformación Normal</b>			<b>Fuerza</b>			<b>Esfuerzo Cortante</b>		
(mm)	(%)	(mm)			(N)			(kPa)		
Esfuerzo Vertical (kPa)		50	100	150	50	100	150	50	100	150
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	2.799	5.57	24.39	0.70	1.40	6.13
0.10	0.16	0.000	0.000	0.000	19.928	41.84	78.09	4.98	10.31	19.12
0.20	0.32	0.000	0.000	0.000	23.327	78.22	134.62	5.86	19.15	23.82
0.30	0.48	0.000	0.000	0.000	27.892	100.66	171.68	7.03	25.14	43.21
0.40	0.63	0.000	0.000	0.000	33.824	116.87	192.47	8.50	29.36	45.83
0.50	0.79	0.000	0.000	0.000	39.656	127.03	193.16	9.96	31.92	48.53
0.60	0.95	0.000	0.000	0.000	46.887	133.67	207.78	11.78	33.59	52.21
0.80	1.27	0.000	0.000	0.000	65.456	150.00	223.39	16.45	37.71	56.13
1.00	1.59	0.000	0.000	0.000	76.629	155.95	231.68	19.25	39.18	58.21
1.20	1.90	0.000	0.000	0.000	87.920	162.21	242.80	22.09	40.76	61.03
1.40	2.22	0.000	0.000	0.000	90.509	169.63	248.26	22.74	42.62	62.38
1.60	2.54	0.000	0.000	0.000	99.793	178.62	256.55	25.07	44.88	64.45
1.80	2.86	0.000	0.000	0.000	101.183	186.83	263.07	25.43	46.94	66.32
2.00	3.17	0.000	0.000	0.000	105.788	193.87	272.04	26.58	48.71	68.61
2.20	3.49	0.000	0.000	0.000	110.710	195.43	287.78	27.82	49.10	72.18
2.40	3.81	0.000	0.000	0.000	113.416	199.34	281.67	28.50	50.09	73.28
2.60	4.13	0.000	0.000	0.000	115.072	201.20	299.96	28.91	50.58	75.37
2.80	4.44	0.000	0.000	0.000	122.117	204.42	300.23	30.68	51.36	77.70
3.00	4.76	0.000	0.000	0.000	125.756	209.50	319.47	31.60	52.64	80.27
3.20	5.08	0.000	0.000	0.000	124.473	216.54	325.81	31.27	54.41	81.05
3.40	5.40	0.000	0.000	0.000	127.996	219.66	331.18	32.16	55.19	83.21
3.60	5.71	0.000	0.000	0.000	127.646	224.75	335.89	32.07	56.47	84.39
3.80	6.03	0.000	0.000	0.000	128.112	229.11	341.34	32.19	57.56	85.75
4.00	6.35	0.000	0.000	0.000	127.053	224.81	356.17	31.83	56.49	89.49
4.20	6.67	0.000	0.000	0.000	131.169	225.55	359.46	32.96	56.77	90.32
4.40	6.98	0.000	0.000	0.000	133.408	227.37	365.15	33.52	57.13	91.75
4.60	7.30	0.000	0.000	0.000	130.818	227.68	366.31	32.87	57.21	92.04
4.80	7.62	0.000	0.000	0.000	129.535	225.10	368.83	32.55	56.56	92.67
5.00	7.94	0.000	0.000	0.000	128.812	233.23	377.42	32.36	58.60	94.83
5.50	8.73	0.000	0.000	0.000	134.391	240.79	388.90	33.77	60.50	97.21
6.00	9.52									
6.50	10.32									
7.00	11.11									
7.50	11.90									
8.00	12.70									
8.50	13.49									
9.00	14.29									
9.50	15.08									
10.00	15.87									
10.50	16.67									
11.00	17.46									
11.50	18.25									
12.00	19.05									
12.50	19.84									
13.00	20.63									
13.50	21.43									
14.00	22.22									
14.50	23.02									
15.00	23.81									
15.50	24.60									
16.00	25.40									
16.50	26.19									
17.00	26.98									
17.50	27.78									
18.00	28.57									
18.50	29.37									
19.00	30.16									
19.50	30.95									
20.00	31.75									
<b>ELABORADO POR</b>					<b>APROBADO POR</b>					
Firma					Firma					
										



DATOS DE MUESTRA								
Material:	SW-SM		Prof.:	1.80		Peso Inicial:	2,294 gr.	
Calicata:	C-1				Tamaño Máximo:	1 1/2"		
Muestra:	M-1							
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	PASANTE ESPEC.		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						MAX	MIN	
48"	1200.000							
40"	1000.000							
26"	650.000							
24"	600.000							
12"	300.000							
8"	203.200	0.0	0.0	0.0	100.0			
6"	152.400	0.0	0.0	0.0	100.0			
4"	101.600	0.0	0.0	0.0	100.0			
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0			
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.400	29.0	1.3	1.3	98.7			
3/4"	19.050	37.0	1.6	2.9	97.1			
1/2"	12.500	3.0	0.1	3.0	97.0			
3/8"	9.500	11.0	0.5	3.5	96.5			
1/4"	6.350	0.0						
Nº 4	4.750	98.0	4.3	7.8	92.2			
Nº 8	2.360	0.0	0.0	7.8	92.2			
Nº 10	2.000	94.3	17.9	25.7	74.3			
Nº 16	1.190	0.0	0.0	25.7	74.3			
Nº 20	0.840	111.1	21.0	46.7	53.3			
Nº 30	0.600	0.0	0.0	46.7	53.3			
Nº 40	0.420	44.3	8.4	55.1	44.9			
Nº 50	0.300	0.0	0.0	55.1	44.9			
Nº 60	0.250	33.8	6.4	61.5	38.5			
Nº 100	0.150	89.9	17.0	78.5	21.5			
Nº 200	0.075	55.3	10.5	89.0	11.0			
< Nº 200	FONDO	58.3	11.0					

<p><b>PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS</b></p> <p>Grava: <u>7.8</u> %                  Arena: <u>81.2</u> %                  Fino: <u>11.0</u> %</p> <p><b>PLASTICIDAD</b></p> <p>Límite Líquido: <u>0</u> %                  Límite Plástico: <u>NP</u> %                  Índice de Plasticidad: <u>NP</u> %</p>	<p><b>PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO</b></p> <p>Peso de suelo seco &gt; Nº 4 <u>178</u> gr.                  Peso de suelo seco &lt; Nº 4 <u>2,116</u> gr.                  Peso de suelo seco total <u>2,294</u> gr.                  Muestra: suelo seco &lt; Nº 4 <u>487.0</u> gr.</p> <p><b>CLASIFICACION</b></p> <p>AASHTO: <u>A-1-b (0)</u>                  SUCS: <u>SW - SM</u></p>
--	---

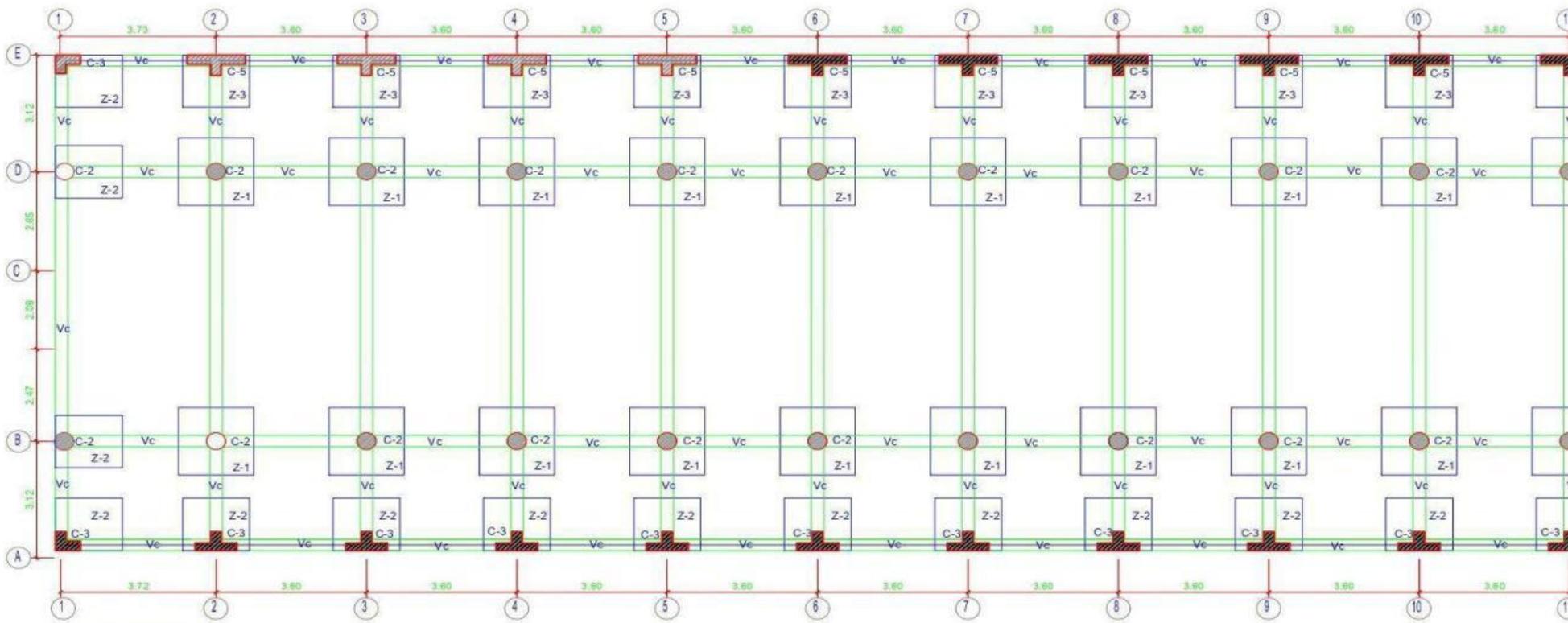
  

**CURVA GRANULOMETRICA**

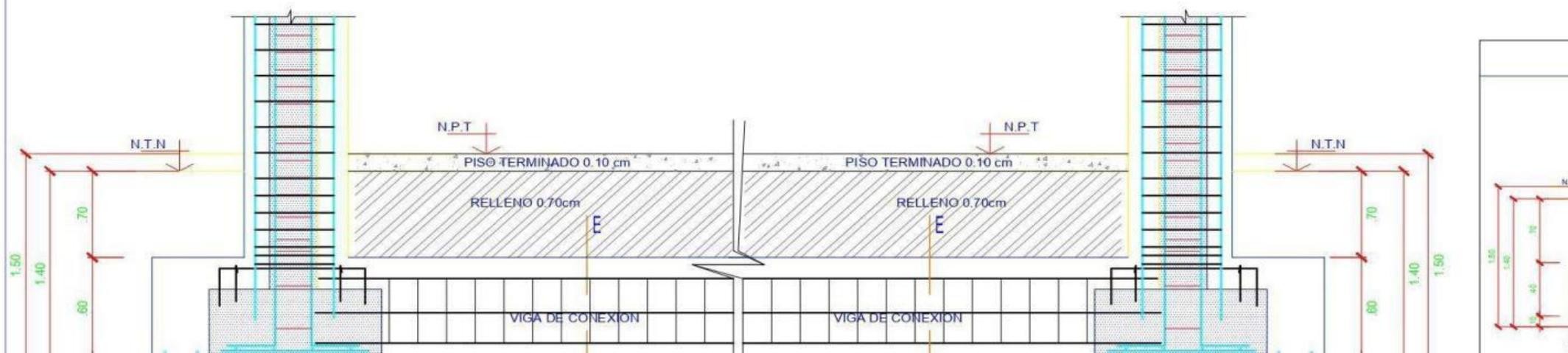
  

<b>ELABORADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
Firma 	Firma  CARLOS M. SEGURA PÉREZ INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 32385

**Anexo N° 05: Planos de reforzamiento estructural**



PLANTA DE CIMENTACION



### CUADRO DE COLUMNAS PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

CUADRO DE COLUMNAS (f'c= 210 Kg/cm2)		
TIPO	C-1	C-2
axb	0.30 X 0.60	D=50
As	10 Ø5/8"	10 Ø5/8"
□ @	3/8"Ø:2@.05,2@.10, 3@.15,rto.@.25	3/8"Ø:2@.05,2@.10, 3@.15,rto.@.25
TIPO	C-3	C-4
axb	0.70x0.70X0.30X30	0.70x0.70x0.30X0.30
As	12 Ø de 5/8"+ 4 Ø 3/4"	10 Ø 5/8" + 6 Ø 3/4"
□ @	3/8"Ø:1@.05,2@.10, 2@.20,rto.@.25	3/8"Ø:2@.05,2@.10, 3@.15,rto.@.25

TIPO	CC-1
axb	0.20X.20
As	4 Ø1/2"
□ @	3/8"Ø:2@.05,2@.10, 3@.15,rto.@.25

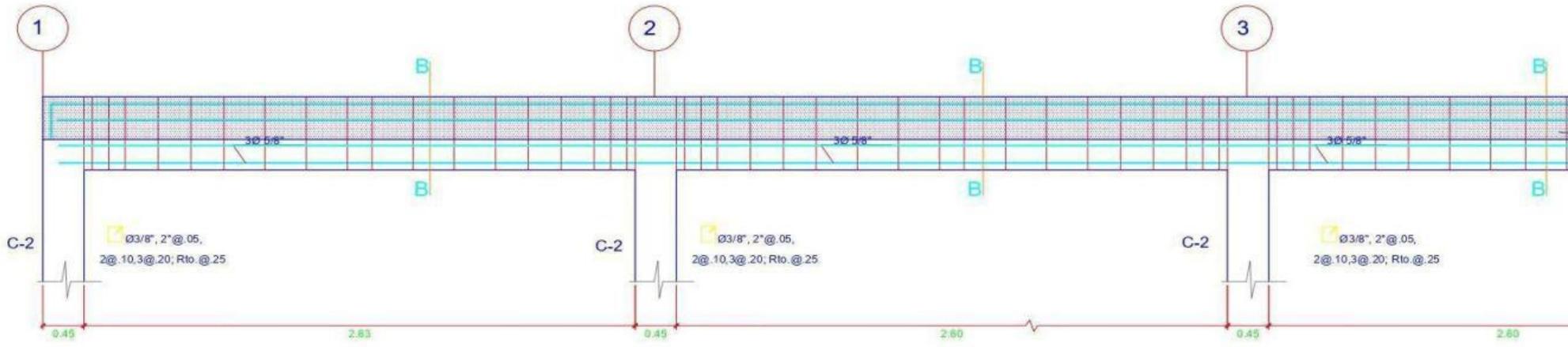
Proceso constructivo	
1)	Retirar el tarrajeo de elementos estructurales hasta llegar al concreto estructural para hacer lo indicado en el plano.
2)	Perforaciones en encuentro de elemento estructural para hacer el anclaje del acero de refuerzo segun las indicaciones del plano.
3)	Traslape de Acero de refuerzo debe ser de acuerdo la norma E 060
4)	Utilizar el pegamento Epoxico para la union del concreto viejo con concreto nuevo

CUADRO DE CO	
TIPO	C-1
axb	0.20 X 0.40
As	6 Ø1/2"
□ @	3/8"Ø:2@.05,2@.10, 3@.15,rto.@.25
TIPO	C-3
axb	0.40x0.40X0.20
As	10 Ø de 1/2"
□ @	3/8"Ø:1@.05,2@.10, 2@.20,rto.@.25

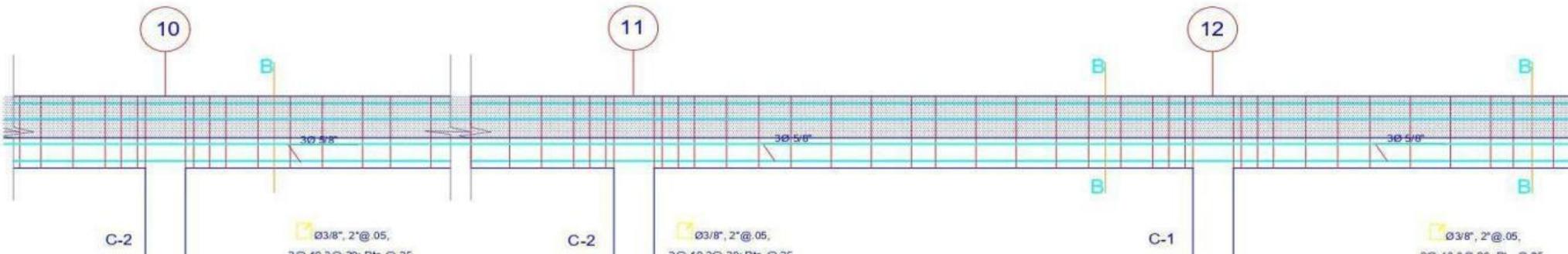
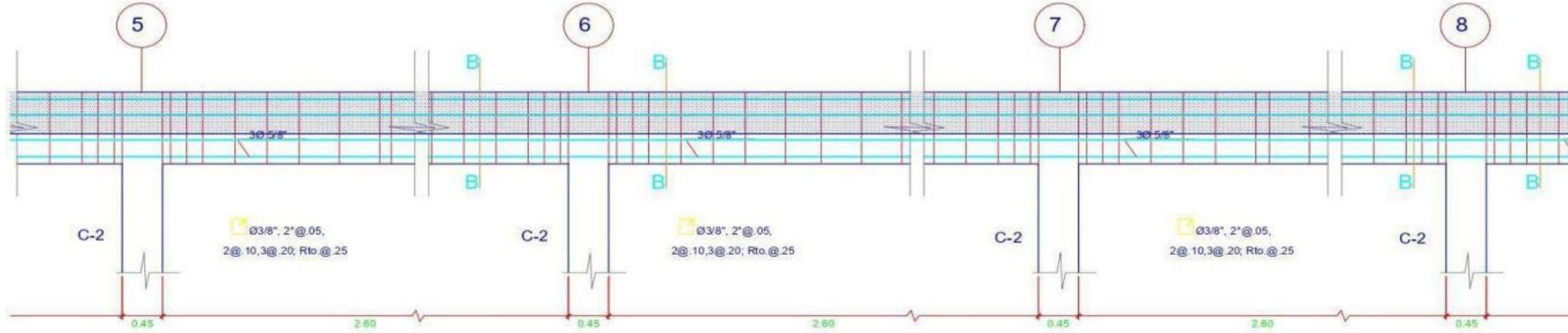
### DETALLE DE ZAPATAS

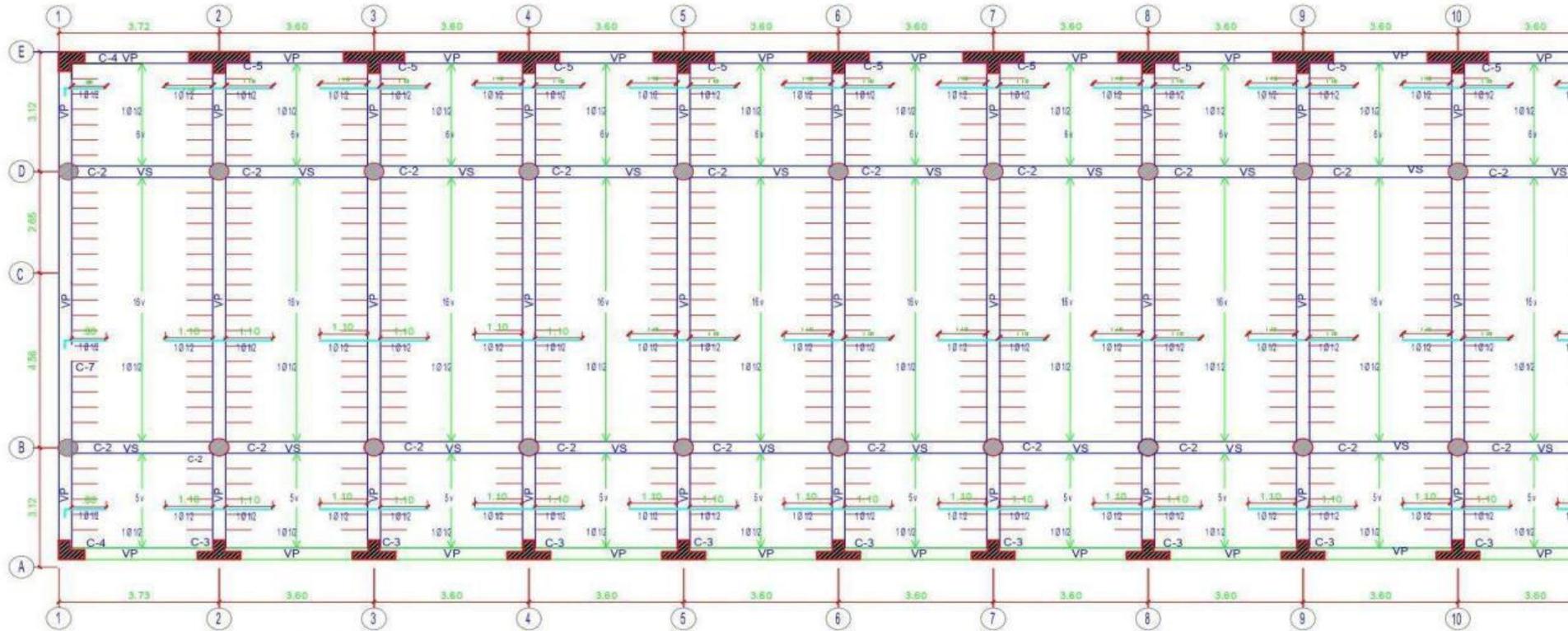
CUADRO DE ZAPATAS				
TIPO	a	b	C	
Z-1	1.80	1.80	.60	

GENER  
SOBREC  
SUELO  
CONCRET  
CONCRET  
ACERO C  
RECUBRI

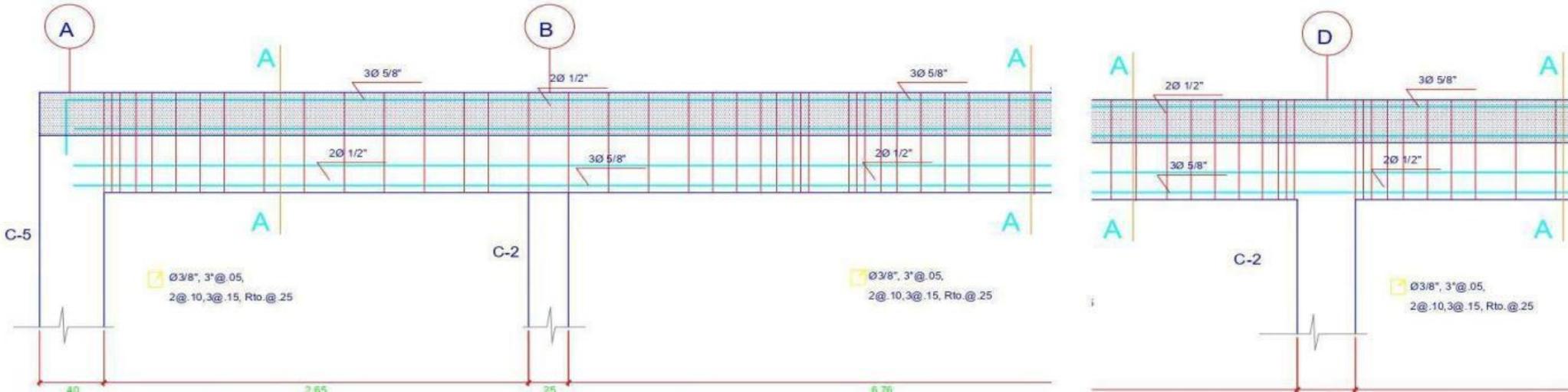


VIGA VS (0.30x 0.50)  
EJE: A-A  
FRC 125





**LOSA ALIGERADA DEL NIVEL 2 AL 6 S/C=100 KG/CM2**  
 ESC. 1/100



**Anexo N°06: Fotografía de la aplicación del instrumento**

## 1. ESCÁNER DE COLUMNA



*Fotografía N° 1:* Identificación de aceros en las columnas con escáner

FUENTE: Elaboración Propia

## 2. AUSCULTACIÓN DE COLUMNA



*Fotografía N° 2:* Se realiza para obtener las medidas reales de la estructura existente

FUENTE: Elaboración Propia

### 3. ESCLEROMETRIA EN COLUMNA



*Fotografía N° 3:* Para obtener la resistencia de concreto endurecido real

FUENTE: Elaboración Propia

### 4. ESCÁNER EN VIGA



*Fotografía N° 4:* Identificación de aceros en vigas con escáner

FUENTE: Elaboración Propia

## 5. AUSCULTACION EN VIGA



*Fotografía N° 5:* Se realiza para obtener las medidas reales de la estructura existente

FUENTE: Elaboración Propia

## 6. ESCLEROMETRIA EN VIGAS



*Fotografía N° 6:* Se realiza para obtener la resistencia de concreto endurecido real

FUENTE: Elaboración Propia