

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA  
AMPLIACIÓN DE ÁREAS TECHADAS EN VIVIENDAS DE  
INTERÉS SOCIAL EN LA PROVINCIA DE ILO, 2024”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. LIZETH ESTEFANY HUANCA CHIPANA**

**Bach. NANCY LETICIA CHAMBILLA PARI**

**TACNA – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA  
AMPLIACIÓN DE ÁREAS TECHADAS EN VIVIENDAS DE  
INTERÉS SOCIAL EN LA PROVINCIA DE ILO, 2024”**

Tesis sustentada y aprobada el 26 de octubre de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

<b>PRESIDENTE</b>	<b>:</b>	<b>Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>:</b>	<b>Mtro. WILBER PERCY MENDOZA RAMIREZ</b>
<b>VOCAL</b>	<b>:</b>	<b>Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS</b>
<b>ASESOR</b>	<b>:</b>	<b>Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE</b>

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Nancy Leticia Chambilla Pari y Lizeth Estefany Huanca Chipana egresadas de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificadas con DNI 72100232 y 70866552 respectivamente, así como Edgar Hipólito Chaparro Quispe con DNI 40046616; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la *tesis* titulado: *propuesta de reforzamiento estructural para la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social en la provincia de Ilo, 2024*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objetos de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra

En consecuencia, nos comprometemos ante *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de los aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

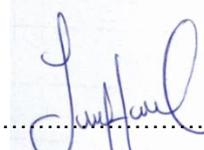
En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 26 de octubre del 2024



.....  
Nancy Leticia Chambilla Pari

DNI: 72100232



.....  
Lizeth Estefany Huanca Chipana

DNI: 70866552



.....  
Edgar Hipólito Chaparro Quispe

DNI: 40046616

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicado a mis padres Juan Chambilla L. y Francy Pari Ch. quienes siempre han estado presente durante mi formación profesional y apoyado incondicionalmente con mis decisiones. Y a mis hermanos, Erick y Devis por ser mi motivación día a día. Es uno de los muchos logros por cumplir.

Nancy Leticia Chambilla Pari

Dedico este logro que se suma a mi lista de metas realizadas, a mis padres, Alfredo y Betty, quienes son el motor y motivo de mi superación diaria, agradezco su perseverancia conmigo y su apoyo incondicional. Les prometo llegar lejos, y estar siempre para ellos, porque su esmero por sacarme adelante rindió frutos, me siento orgullosa de ser su hija, y este logro va dedicado a ellos.

Lizeth Estefany Huanca Chipana

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiar mis pasos; a mis padres por ser mi soporte y motivación constante, a PRONABEC por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional. A la Universidad Privada de Tacna, mi alma mater, por abrirme las puertas y aportar en mi formación integral. Finalmente, a nuestro asesor Mtro. Edgar Hipolito Chaparro Quispe por compartir sus conocimientos y experiencias para sacar adelante esta investigación.

Nancy Leticia Chambilla Pari

Agradezco a Dios por guiarme siempre, a mis padres por acompañarme en cada etapa de mi vida, a la Universidad Privada de Tacna por permitirme concluir mis estudios superiores, a nuestro asesor Mtro. Edgar Hipolito Chaparro Quispe por la guía y motivación en esta gran etapa de nuestra formación y al taller de Tesis por brindarnos la asesoría necesaria para encaminar nuestro grado de titulación.

Lizeth Estefany Huanca Chipana

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general .....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia .....	4
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis .....	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6
1.5.2. Hipótesis específicas.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8

2.1.3.	Antecedentes locales.....	9
2.2.	Bases teóricas.....	10
2.2.1.	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	10
2.2.2.	Resistencia a la tracción del acero (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	11
2.2.3.	Encamisado de columnas y vigas con concreto reforzado (%).....	11
2.2.4.	Adición de placas de concreto armado.....	11
2.2.5.	Desplazamientos (cm) y derivas máximas (%) .....	12
2.2.5.1.	Desplazamientos (cm) .....	12
2.2.5.2.	Derivas máximas (%) .....	12
2.2.6.	Cortante basal (Tonf).....	12
2.2.7.	Cumplimiento de normas (%) .....	13
2.3.	Definición de términos.....	14
2.3.1.	Técnicas de reforzamiento estructural.....	14
2.3.2.	Ampliación de áreas techadas.....	14
2.3.3.	Viviendas de Interés Social .....	14
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....		15
3.1.	Diseño de la investigación.....	15
3.2.	Acciones y actividades .....	15
3.2.1.	Recolección de información.....	15
3.2.2.	Inspección en campo.....	16
3.2.3.	Reconocimiento de interiores .....	17
3.2.4.	Toma de datos y medidas .....	17
3.2.5.	Ensayo de esclerometría. ....	18
3.3.	Materiales y/o instrumentos .....	19
3.4.	Población y/o muestra de estudio .....	19
3.4.1.	Población.....	19
3.4.2.	Muestras de estudio .....	19
3.4.3.	Cálculo de muestra.....	20

3.5.	Operacionalización de variables.....	21
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis estadístico .....	22
3.6.1.	Técnicas de Recolección de Datos.....	22
3.6.2.	Instrumentos.....	22
3.6.3.	Procedimientos.....	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		24
4.1.	Generalidades del proyecto .....	24
4.2.	Normas empleadas .....	25
4.3.	Especificaciones de materiales empleados.....	26
4.3.1.	Concreto.....	26
4.3.2.	Acero corrugado .....	26
4.3.3.	Albañilería Maciza .....	26
4.3.4.	Recubrimientos mínimos .....	26
4.4.	Parámetros Sísmicos .....	27
4.4.1.	Zonificación .....	27
4.4.2.	Perfiles de suelo .....	28
4.4.3.	Parámetros de sitio (S, TP, TL) .....	28
4.4.4.	Factor de amplificación sísmica.....	29
4.4.5.	Categoría de edificaciones y factor de uso .....	29
4.4.6.	Sistemas estructurales y coeficientes básico de reducción de las fuerzas sísmicas (Ro).....	29
4.4.7.	Factores de irregularidad.....	29
4.4.8.	Coeficientes de reducción de las fuerzas sísmicas (R).....	29
4.5.	Modelamiento en software Etabs .....	30
4.5.1.	Modelado tipo A.....	30
4.5.1.1.	Análisis sísmico.....	30
4.5.1.2.	Análisis estático .....	31
4.5.1.3.	Análisis dinámico .....	34

4.5.2.	Modelado tipo B.....	38
4.5.2.1.	Análisis sísmico.....	38
4.5.2.2.	Análisis estático .....	40
4.5.2.3.	Análisis dinámico .....	43
4.5.3.1.	Análisis sísmico .....	51
4.5.3.2.	Análisis estático .....	54
4.5.3.3.	Análisis dinámico .....	58
4.5.4.	Modelado de ampliación y reforzamiento tipo B .....	63
4.5.4.1.	Análisis sísmico.....	66
4.5.4.2.	Análisis Estático .....	69
4.5.4.3.	Análisis dinámico .....	72
4.6.	Reforzamiento estructural .....	80
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	81
	CONCLUSIONES .....	83
	RECOMENDACIONES.....	84
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	ANEXOS.....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	21
Tabla 2. Parámetros sísmicos X-X y Y-Y .....	32
Tabla 3. Centro de masa y rigidez .....	32
Tabla 4. Participación de la masa modal .....	34
Tabla 5. Desplazamiento y derivas máximas en eje X-X .....	35
Tabla 6. Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y .....	36
Tabla 7. Fuerza cortante basal dinámica en el eje X-X.....	37
Tabla 8. Fuerza cortante basal dinámica en el eje Y-Y .....	38
Tabla 9. Fuerza cortante dinámica.....	38
Tabla 10. Parámetros sísmicos X-X y Y-Y .....	40
Tabla 11. Centro de masa y rigidez .....	41
Tabla 12. Participación de la masa modal .....	43
Tabla 13. Desplazamiento y derivas máximas en X-X .....	45
Tabla 14. Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y .....	46
Tabla 15. Fuerza cortante dinámica X-X.....	47
Tabla 16. Fuerza cortante dinámica Y-Y .....	47
Tabla 17. Fuerza cortante dinámica.....	47
Tabla 18. Parámetros sísmicos X-X y Y-Y .....	55
Tabla 19. Centro de masa y rigidez .....	56
Tabla 20. Participación de la masa modal .....	58
Tabla 21. Desplazamiento y derivas máximas en X-X .....	60
Tabla 22. Desplazamientos y derivas máximas en Y-Y .....	61
Tabla 23. Fuerza cortante dinámica X-X.....	62
Tabla 24. Fuerza cortante dinámica Y-Y .....	62
Tabla 25. Fuerza cortante dinámica.....	62
Tabla 26. Parámetros Sísmicos X-X y Y-Y .....	70

Tabla 27. Centro de masa y rigidez .....	70
Tabla 28. Tabla de participación de la masa modal .....	73
Tabla 29. Desplazamiento y derivas máximas en X-X .....	76
Tabla 30. Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y .....	77
Tabla 31. Fuerza cortante dinámica X-X.....	79
Tabla 32. Fuerza cortante dinámica Y-Y .....	79
Tabla 33. Fuerza cortante dinámica.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Visita guiada de beneficiarios al proyecto .....	3
Figura 2. Visita presencial al proyecto .....	16
Figura 3. Viviendas tipo A .....	16
Figura 4. Viviendas tipo B .....	17
Figura 5. Toma de medidas en viviendas tipo A .....	17
Figura 6. Toma de medidas en viviendas tipo B .....	18
Figura 7. Ensayo de esclerometría en muro de ductilidad limitada .....	19
Figura 8. Plano de arquitectura de vivienda tipo A.....	24
Figura 9. Plano de arquitectura de vivienda tipo B.....	25
Figura 10. Zonas sísmicas de Perú .....	27
Figura 11. Tabla de factor suelo “S” .....	28
Figura 12. Tabla de periodos “Tp” y “Tl”.....	28
Figura 13. Modelamiento de la vivienda Tipo A con el software Etabs .....	30
Figura 14. Modelamiento en 3D de la vivienda Tipo A en el software Etabs.....	31
Figura 15. Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y .....	31
Figura 16. Fuerza cortante por sismo estático X-X .....	33
Figura 17. Fuerza cortante por sismo estático Y-Y .....	33
Figura 18. Modo 01, sentido X-X .....	34
Figura 19. Modo 02, sentido Y-Y .....	35
Figura 20. Derivas máximas X-X .....	36
Figura 21. Derivas máximas Y-Y .....	37
Figura 22. Modelado de la estructura tipo B en el software Etabs .....	39
Figura 23. Modelamiento 3D de la vivienda tipo B en el software Etabs.....	39
Figura 24. Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y .....	40
Figura 25. Fuerza cortante por sismo estático X-X.....	42
Figura 26. Fuerza cortante por sismo estático Y-Y .....	42

Figura 27. Modo 01, sentido X-X .....	43
Figura 28. Modo 02, sentido Y-Y .....	44
Figura 29. Derivas máximas X-X .....	45
Figura 30. Derivas máximas Y-Y .....	46
Figura 31. Plano de propuesta de ampliación, Viviendas tipo A – primer nivel .....	48
Figura 32. Plano de propuesta de ampliación, viviendas Tipo A – Segundo nivel .....	49
Figura 33. Plano de propuesta de ampliación para viviendas tipo A – Azotea .....	50
Figura 34. Modelado de la estructura ampliada tipo A – primer nivel.....	51
Figura 35. Modelado de la estructura ampliada tipo A – Segundo nivel.....	52
Figura 36. Modelado de la estructura ampliada tipo A – Azotea. ....	53
Figura 37. Modelado 3D de la estructura ampliada tipo A.....	54
Figura 38. Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y .....	55
Figura 39. Fuerza cortante por sismo estático X-X .....	57
Figura 40. Fuerza cortante por sismo estático Y-Y .....	57
Figura 41. Modo 01, sentido X-X .....	59
Figura 42. Modo 02, sentido Y-Y .....	59
Figura 43. Derivas máximas X-X .....	60
Figura 44. Derivas máximas Y-Y .....	61
Figura 45. Plano de propuesta de ampliación tipo B – primer nivel.....	63
Figura 46. Plano ampliación para viviendas tipo B – segundo nivel.....	64
Figura 47. Plano ampliación para viviendas tipo B – azotea .....	65
Figura 48. Modelado de la vivienda ampliada tipo B – primer nivel.....	66
Figura 49. Modelado de la estructura ampliada tipo B – segundo nivel .....	67
Figura 50. Modelado de la estructura ampliada tipo B – azotea .....	68
Figura 51. Modelado 3D de la estructura ampliada tipo B.....	69
Figura 52. Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y .....	69
Figura 53. Fuerza cortante por sismo estático X-X .....	71
Figura 54. Fuerza cortante por sismo estático Y-Y .....	72

Figura 55. Modo 01, sentido X-X .....	74
Figura 56. Modo 02, sentido Y-Y .....	75
Figura 57. Derivas máximas X-X .....	77
Figura 58. Derivas máximas Y-Y .....	78

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal proponer técnicas de reforzamiento estructural para evaluar el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social (VIS) ubicadas en el departamento de Moquegua, específicamente en la provincia de Ilo. Tenemos dos tipos de viviendas con las que se está trabajando, del tipo A tenemos 944 viviendas de 26,30 m<sup>2</sup> y del tipo B, tenemos 106 viviendas de 33,11m<sup>2</sup> de área techada. Por lo que, los beneficiarios del programa techo propio, han estado consultando constantemente la posibilidad de ampliar el área techada de sus viviendas. Primero, se ha evaluado en el programa ETABS la eficiencia de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y derivas máximas de acuerdo con la normativa vigente. En este caso, se registraron desplazamientos menores a 0,005 y derivas máximas de 0,02 %, lo que indica que las técnicas de reforzamiento propuestas son eficientes para garantizar un comportamiento estructural adecuado, evitando daños estructurales y no estructurales. Segundo, los resultados de análisis de fuerza cortante en la base han determinado la resistencia de la estructura ampliada, cumpliendo con los requisitos normativos. Se determinó que la fuerza cortante total en la base fue de 23 980,600 Kg en la vivienda tipo A y 20 354,83 Kg en el tipo B, asegurando que las estructuras son capaces de soportar las sollicitaciones sísmicas, lo que garantiza su estabilidad y seguridad. Finalmente, se ha evaluado el porcentaje de cumplimiento de normas NTE E.030 y E.060 y códigos de diseño vigentes, evidenciando que las propuestas de reforzamiento cumplen con los estándares de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía. Esto se traduce en una alta seguridad estructural, lo que es fundamental para la funcionalidad y durabilidad de las ampliaciones en viviendas de interés social.

**Palabras claves:** técnicas de reforzamiento estructural; desplazamientos; derivas máximas; fuerzas cortantes; muros de ductilidad limitada.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis is to propose structural reinforcement techniques to evaluate the good performance of the expansion of roofed areas in social interest housing (VIS) located in the department of Moquegua, specifically in the province of Ilo. We have two types of housing with which we are working, of type A we have 944 houses of 26.30 m<sup>2</sup> and of type B, we have 106 houses of 33.11 m<sup>2</sup> of roofed area. Therefore, the beneficiaries of the own roof program have been constantly consulting the possibility of expanding the roofed area of their homes. First, the efficiency of the proposed structural reinforcement techniques to control lateral displacements and maximum drifts in accordance with current regulations has been evaluated in the ETABS program. In this case, displacements less than 0.005 and maximum drifts of 0.02% were recorded, indicating that the proposed reinforcement techniques are efficient in ensuring adequate structural behavior, avoiding structural and non-structural damage. Second, the results of the shear force analysis at the base have determined the resistance of the expanded structure, complying with the regulatory requirements. It was determined that the total shear force at the base was 23980.600 Kg in type A housing and 20354.83 Kg in type B, ensuring that the structures are capable of withstanding seismic loads, which guarantees their stability and safety. Finally, the percentage of compliance with NTE E.030 and E.060 standards and current design codes has been evaluated, showing that the reinforcement proposals comply with the standards of resistance, rigidity and energy dissipation capacity. This translates into high structural safety, which is essential for the functionality and durability of extensions in social housing.

**Keywords:** structural reinforcement techniques, displacements, maximum drifts, shear forces, walls of limited ductility.

## INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, la economía del país va mostrando dinamismo en su crecimiento; sin embargo, no se ve reflejado en muchas familias peruanas, existiendo aún brechas económicas. Por lo que, el estado peruano está trabajando constantemente en programas sociales focalizados geográficamente con el fin de reducir las brechas. En este caso, el Programa de Techo Propio, permite a las familias acceder a un bono para ser beneficiarios de una Vivienda de Interés Social. Estas Viviendas de Interés Social (VIS), son pequeños módulos construidos bajo el Sistema Estructural Muros de Ductilidad Limitada con pórticos de concreto armado (columnas y vigas); y los propietarios desean ampliar el área techada manteniendo la funcionalidad, seguridad y resistencia estructural.

Por tal razón, se optó realizar la presente tesis “Propuesta de reforzamiento estructural para la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social en la provincia de Ilo, 2024”, teniendo como objetivo principal, proponer técnicas de reforzamiento estructural para evaluar el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo.

Es decir, se va a evaluar las estructuras construidas en el proyecto Villa Primavera y se propondrá un diseño de ampliación resistente ante eventos sísmicos, cumpliendo con las normas técnicas peruanas.

La tesis se divide en cinco capítulos secuencialmente. En el Capítulo I, se describe los tipos de viviendas Tipo A y Tipo B; el problema principal que dio origen a la investigación; se presenta la justificación, objetivos e hipótesis correspondientes. En el Capítulo II se detalla el marco teórico por medio de antecedentes, bases teóricas y definición de términos referidos al tema de investigación. En el Capítulo III se detalla el marco metodológico con el diseño de la investigación, acciones y actividades a realizarse, materiales y técnicas de procesamiento para la recolección de datos. En el Capítulo IV, se presenta resultados del análisis estructural de la vivienda construida y la propuesta de ampliación. En el Capítulo V se realiza la discusión de resultados donde se evalúa y relaciona los objetivos e hipótesis planteadas. Finalmente, se llega a las conclusiones argumentando los objetivos, y brindando recomendaciones necesarias para futuras investigaciones referidas al tema.

## CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

Previa a la construcción de las Viviendas de Interés Social del Programa Techo Propio, las personas han sido beneficiarios del Bono Familiar Habitacional, una ayuda económica que es entregada directamente a la Entidad Técnica que ejecuta la obra. Arquitectos e ingenieros han sido los profesionales principales para el diseño arquitectónico y ejecución del proyecto de las Viviendas de Interés Social.

Actualmente, tenemos 944 viviendas de Tipo A y 106 viviendas de tipo B bajo el sistema de muros de ductilidad limitada (MDL) con pórticos de concreto armado (columnas y vigas), y todas estas están al 90% de la etapa de construcción, donde actualmente se está ejecutando la partida de acabados.

Por un lado, las viviendas de tipo A tienen un área techada de 26,30 m<sup>2</sup> con áreas libres de 54,70 m<sup>2</sup> hasta 135,70m<sup>2</sup>; que cuentan con 6,00 metros lineales de frente. Este tipo de vivienda consta de sala/comedor/cocinilla, 01 dormitorio, 01 servicio higiénico y 01 área de lavandería. Por otro lado, las viviendas de tipo B tienen un área techada de 33,11m<sup>2</sup>, con un área libre de 47,89 m<sup>2</sup>; y 6 metros lineales de frente. Este tipo de vivienda consta de 01 sala - comedor - cocinilla, 02 dormitorios, 01 servicio higiénico y 01 área de lavandería.

Sin embargo, al estar en la etapa de entrega de las Viviendas de Interés Social (VIS), los beneficiarios del programa techo propio reiteradamente se acercan a oficina y obra, preguntando sobre la viabilidad de ampliar el área techada.

En este contexto, lo primordial es realizar una evaluación estructural con el fin determinar el reforzamiento óptimo para ampliar el área techada. A pesar de que en la provincia de Ilo hay miles de beneficiarios con las mismas interrogantes, hasta el momento no se ha observado alguna investigación que evalúe la viabilidad de la ampliación del área techada de sus viviendas; corriendo el riesgo de derrumbes y colapsos frente a los sismos de gran magnitud por la autoconstrucción en la ampliación de sus predios, más aún, sabiendo que Ilo - Moquegua, al ser parte de la costa peruana, es vulnerable a los eventos sísmicos de magnitud elevada. Según (Tavera, 2014) indica que en Moquegua podría alcanzar una magnitud de 8,2 Mw por falta de la liberación de energía desde el sismo del año 2001.

Ilo, es una de las tres provincias que conforman el departamento de Moquegua, al sur del Perú, siendo esta una región con mayor actividad sísmica, que hace más de

20 años sufrió un terremoto de magnitud 6,9 en la escala de Richter que afectó gravemente el sur del país, dejando 35,601 viviendas afectadas de las cuales 17,584 quedaron destruidas, además de la pérdida de vidas humanas, heridos, damnificados y personas desaparecidas. (Infobae Noticias, 2024).

Ante esta problemática, los ciudadanos beneficiarios que visitan las oficinas y el proyecto están interesados en la resistencia sobre la resistencia estructural de sus viviendas y la ampliación del área techada del predio.

En estas visitas, los propietarios desarrollan varias interrogantes sobre la ampliación de sus viviendas y la resistencia estructural de estas. Es por eso que se opta por el desarrollo de la presente investigación, propone técnicas de refuerzo estructural para evaluar el buen desempeño de la ampliación de áreas techadas en las VIS ubicadas en la provincia de Ilo.

### **Figura 1**

*Visita guiada de beneficiarios al proyecto*



*Nota.* Viviendas de interés social del programa Techo Propio Ilo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Qué técnicas de reforzamiento estructural cumplen con el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, garantizando un comportamiento adecuado y evitando daños estructurales y no estructurales?
- b. ¿Cuál es la capacidad de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, la cual representa la sollicitación sísmica máxima que debe soportar la edificación, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado?
- c. ¿Cuál es el grado de cumplimiento de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural con las normas y códigos de diseño vigentes, incluyendo aspectos como resistencia, rigidez, capacidad de disipación de energía, entre otros, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social?

## **1.3. Justificación e importancia**

### **Justificación Social**

Con el transcurrir de los años la economía del país se va incrementando, pero aún existen familias de escasos recursos económicos, por lo que el Programa Techo Propio permite a estas familias acceder a un bono familiar para que posteriormente puedan acceder a una Vivienda de Interés Social.

Contar con una vivienda estructuralmente reforzada y construida bajo normativas vigentes ayuda a que las personas tengan una mejor calidad de vida, y hacer la evaluación estructural y reforzamiento de una construcción ayuda a prevenir y minimizar los efectos de posteriores sismos, y causan mayor seguridad en las familias y en la sociedad.

El área techada de estas viviendas ha sido establecida por el programa y la entidad ejecutora. Sin embargo, las familias desean ampliar con más habitaciones y niveles sus viviendas, por ende, es necesario realizar una evaluación de la estructura existente y posterior a ello definir un diseño de refuerzo estructural a dichas viviendas para asesorarlos y puedan tomar decisiones con seguridad.

### **Justificación Económica**

Las Viviendas de Interés Social que están siendo construidas en la provincia de Ilo, son de Muros de Ductilidad Limitada con pórticos de concreto armado y este sistema de construcción se caracteriza por su rápido y bajo costo de construcción, por lo que les permite a los beneficiarios del Programa de Techo Propio minimizar los costos y ayudarlos en su economía.

Al evaluar y diseñar los reforzamientos estructurales de estas viviendas, se permitirá una mejor toma de decisiones sobre los costos que implica la ampliación de sus predios y así también ayudará a minimizar los posibles futuros daños ocasionados por algún sismo de gran magnitud, ya que las construcciones informales son las que en su mayoría se ven afectadas por los sismos, esto trae como consecuencia daños materiales para propietarios de viviendas e incluso para el estado, que ante estas emergencias brinda ayuda a los afectados.

Es por eso que realizar esta investigación sería de gran ayuda en la economía de los beneficiarios de las Viviendas de Interés Social.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Proponer técnicas de reforzamiento estructural para evaluar el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar la eficiencia de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles

establecidos por la normativa vigente, garantizando un comportamiento adecuado y evitando daños estructurales y no estructurales.

- b. Determinar la capacidad de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, la cual representa la sollicitación sísmica máxima que debe soportar la edificación, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado.
- c. Evaluar el grado de cumplimiento de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural con las normas y códigos de diseño vigentes, incluyendo aspectos como resistencia, rigidez, capacidad de disipación de energía, entre otros, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural cumplen con el buen comportamiento de ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social de la provincia de Ilo.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural lograrán controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles, mejorando su comportamiento y evitando daños estructurales y no estructurales.
- b. Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural proporcionarán la capacidad suficiente para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado.
- c. Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural cumplirán en un alto porcentaje con las normas y códigos de diseño vigentes, garantizando la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Ruiz (2023) realizó la tesis que titula “Análisis y aplicación de metodología de evaluación estructural rápida en establecimientos educacionales ubicados en la región metropolitana”, donde tuvo como objetivo principal proponer un método de evaluación estructural mejorado que cumpla con las normativas chilenas y códigos internacionales para establecer el estado estructural de las edificaciones escolares. Ruiz, propuso realizar un estudio de los centros educativos para establecer características de una escuela segura, además investigo antecedentes técnicos sobre la evaluación estructural de los establecimientos de educación en Chile, para después realizar una evaluación mediante el análisis crítico y comparación de metodologías y así aplicar estas metodologías en las escuelas de Chile y finalmente evaluar los resultados de sus investigaciones para establecer el estado actual de las instituciones educativas. A la conclusión que se llegó después de la investigación fue que se elaboró e implemento una nueva versión de la metodología de evaluación para establecimientos de educación, la cual fue validada con todos los casos de estudio que la presente tesis argumento y se espera que con esta nueva metodología se incentive a las autoridades a desarrollar planes que fomenten la seguridad escolar y prevención de desastres.

Camargo et. al. (2023) presentaron la tesis titulada “Utilización del software CypeCAD en el análisis y diseño de un edificio de ocho pisos en concreto reforzado ubicado en Bucaramanga”, donde tuvieron como objetivo primordial diseñar una edificación estructural de pórtico para hallar los aspectos técnicos de sismo y fuerzas de viento para la elaboración de su proyecto en base al reglamento NSR-10 con la ayuda de CypeCAD. También, realizaron la distribución de acero en vigas y columnas adjuntándolos en una memoria de cálculo con planos la edificación. El tipo de investigación fue mixta, donde emplearon el método cuantitativo y cualitativo en una sola investigación. Y en base al estudio realizado se logró generar un proyecto eficaz que cumple con los parámetros del reglamento, además que la ayuda del software facilito el desarrollo del proyecto porque aseguro resultados precisos.

Romero y Jiménez (2021) desarrollaron la tesis titulada “Estudio de reforzamiento estructural mediante platinas para viviendas de tipo residencial de urbanización en UPZ N°57 Gran Yomasa”, donde optaron por realizar un reforzamiento

estructural mediante la implementación de pórticos metálicos conformados por platinas de acero que cumplan la Norma Sismorresistente Colombiana del 2010 (NSR-10). Para realizar este reforzamiento identificaron primero el estado actual de la estructura, analizaron su comportamiento mediante la modelación en el software SAP2000, luego planearon la implementación de las platinas metálicas mediante la elaboración de detalles constructivos y planimetrías, y además determinaron el presupuesto que demandaría esta alternativa de reforzamiento. Luego de realizar la investigación se concluye que, durante la visita de inspección a la edificación, esta presentaba problemas estructurales por no cumplir con las normativas, por ende en el análisis de modelación la edificación presenta la necesidad de un reforzamiento estructural, y al implementar la alternativa de arriostramientos metálicos por platinas de acero, en la modelación se logra identificar una mejora del 80%, donde finalmente la metodología de reforzamiento estructural elegida logra ser una alternativa que mejora la vulnerabilidad sísmica y que va de la mano con el cumplimiento de la NSR-10. Además, que el costo de este reforzamiento logra ser una alternativa viable para implementarse ya que tiene relación con el costo-beneficio.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Montero (2020) menciona en su tesis titulada “Reforzamiento estructural de una vivienda con fines de ampliación en el distrito de Catacaos, Región Piura – 2020.”, que el principal objetivo es diseñar el reforzamiento de las estructuras de su vivienda para una futura ampliación. Montero, también evaluó el concreto realizando ensayos de resistencia a la compresión de la vivienda existente para reforzar sus elementos estructurales donde descubrió que el refuerzo propuesto es significativo en la vivienda para reforzar. Llegando a la conclusión que el refuerzo propuesto es considerable en la vivienda a reforzar y la resistencia del concreto permite realizar un reforzamiento más adecuado a la vivienda planteada. Entonces, el diseño de reforzamiento estructural propuesto es aplicable con todas las condiciones necesarias y con la norma E-060 del RNE.

Paucar (2021) realizó la tesis cuyo nombre es “Evaluación y ampliación estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo”, siendo el principal objetivo determinar la relación existente entre la ampliación y evaluación estructural de una vivienda. Bajo ese objetivo se formuló diagnosticar la relación entre una fuerza sísmica y el comportamiento estructural de la albañilería confinada, como también las relaciones existentes de ambas variables y la

relación entre la cortante basal, la torsión y los desplazamientos laterales de la estructura existente y la estructura ampliada. El tipo de investigación aplicada y en base a estos planteamientos se llegó a la hipótesis donde se refleja una relación significativa y directa entre la evaluación y ampliación. Además, se determinó que las relaciones de los demás objetivos son también directos y relevantes.

Delgadillo (2023) en su tesis denominada “Evaluación técnica del reforzamiento estructural para la ampliación de vivienda multifamiliar de cuatro niveles en la ciudad de Huancayo”, planteó como objetivo hallar los efectos de un buen reforzamiento estructural existente entre las derivas de piso y los periodos en una edificación de dos niveles para su futura ampliación. Además, desarrolló la determinación de los efectos producidos por un refuerzo de columnas entre las vigas para su posterior ampliación, también determinó los efectos del reforzamiento entre la cimentación y analizó los resultados de simulaciones de las dos opciones para una ampliación adecuada. El tipo de investigación aplicada y se llegó a la conclusión que bajo el reforzamiento aplicado la estructura presentaría un mejor comportamiento ante un sismo, debido a que el reforzamiento fue colocado en las columnas. El reforzamiento cumplió las normas del RNE, y para lograr simetría se aplicó un reforzamiento de 0.30m en cada sentido de las zapatas, agregado 4 varillas en cada dirección.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Vilca y Collao (2018) en su tesis titulada “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento de la institución educativa inicial 336 virgen de la natividad, Tacna 2018”, tiene como objetivo principal determinar la condición estructural de la sede educativa con el fin de proponer reforzamiento y seguridad a la estructura. También, evaluaron los materiales empleados en la construcción del centro educativo, verificando el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones. El tipo de investigación utilizado fue descriptivo y explicativo, que, a través de ensayos de campo sobre los materiales, se determinaron sus propiedades mecánicas de la infraestructura y su vulnerabilidad, ya que los materiales no se ajustan a la NTP. E0.60. Asimismo, se realizaron análisis estático y dinámico, verificándose que es deficiente ante un evento sísmico, por ende, se propone reforzamientos en vigas y columnas con la técnica del encamisado.

Lombardi y Sánchez (2023) realizaron su investigación titulada “Evaluación sísmica y propuestas de mejora para reducir la vulnerabilidad ante sismos, en un edificio multifamiliar de albañilería armada construido en 1980, Ilo – 2023”, donde evaluaron la

vulnerabilidad de un edificio multifamiliar ante posibles sismos y plantearon alternativas de mejora para tener un edificio resistente. Lombardi y Sánchez optaron por realizar el levantamiento de campo del edificio para verificar el cumplimiento de los estándares y deficiencias que afecten la capacidad sísmica, aplicando la normativa NTE E.030 para analizar la resistencia del edificio y finalmente determinar las propuestas de mejora. El tipo de investigación fue aplicada, y con la evaluación estructural se determinó la posibilidad de aplicar propuestas de mejora que aumenten la resistencia del edificio ante situaciones sísmicas. También se detalló que el levantamiento de información determinó el cumplimiento de los estándares de construcción y, con la norma NTE E.30 se verificó la existencia de déficits o flaqueza en su diseño

Vilca y Obregón (2023) en su tesis que titula “Evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022”, donde tuvieron como principal objetivo hacer una evaluación estructural sísmica de las inmediaciones de la gerencia de ingeniería y obra (GIO) de la entidad de saneamiento. Además, plantearon determinar características estructurales de las instalaciones y, la cortante basal del edificio; hallar sus periodos de vibración y determinar desplazamientos, utilizando el software ETABS de la mano con la norma peruana E 0.30. El tipo de investigación fue aplicada porque se realizó el ensayo de esclerometría, determinándose que la resistencia a la compresión del concreto es menor a lo indicado en la normativa E 0.60. Sin embargo, el análisis sísmico en base a la norma E 0.30 y el software ETABS, la estructura presenta un buen comportamiento y es rígida en los sentidos “X” y “Y”

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)**

La característica mecánica principal del concreto es su resistencia a la compresión simple. El esfuerzo se expresa en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área. Este tipo de ensayos se realizan con el fin de verificar si el concreto cumple con las especificaciones de resistencia ( $f'c$ ) para una estructura específica, estando en su edad máxima.

### 2.2.2. Resistencia a la tracción del acero (kg/cm<sup>2</sup>)

Es la capacidad del acero para resistir fuerzas de tensión, como las que se producen al estirar o alargar el material. Es esencial en trabajos donde se esperan cargas de estiramiento y se mide en unidades de presión.

### 2.2.3. Encamisado de columnas y vigas con concreto reforzado (%)

El tipo de reforzamiento consiste en agregar esfuerzos longitudinales y transversales y posteriormente cubrir con concreto la sección de la estructura. El proceso constructivo de este tipo de reforzamiento se caracteriza por la buena adherencia entre concretos de diferentes edades.

### 2.2.4. Adición de placas de concreto armado

Es un método que permite a la estructura reforzar adicionando placas de concreto armado que se conectan a través de traslapes de acero que son unidas. Mediante la adición de estas placas se logran mejores propiedades mecánicas de la estructura.

Al adicionar placas se logra mayor inercia, aumentando lateralmente la rigidez de la vivienda. Determinamos este parámetro por la relación:

$$K = \frac{12EI}{L^2} \quad (1)$$

Donde:

K lateral: Rigidez de un elemento

E: Módulo de elasticidad

I: Momento de inercia

L: Longitud de columna

Se va a examinar la posibilidad de adicionar columnas de las mismas características a la fachada de la vivienda, asumiendo que la sección de cada una es "a×b" cm<sup>2</sup>, para determinar la magnitud del aumento. De esta manera, la rigidez lateral de la columna sería:

$$K_{lateral1} = 12 \frac{E \times \frac{ab^3}{12}}{L^3} \quad (2)$$

$$K_{lateral1} = \frac{E \times ab^3}{L^3}$$

Después de añadir las nuevas secciones, obtenemos una sección de "a×3b" centímetros. Entonces, la rigidez lateral sería:

$$K_{lateral2} = 12 \frac{E \times \frac{a(3b)^3}{12}}{L^3}$$

$$K_{lateral2} = 27 \frac{Eab^3}{L^3}$$

Como se observa, se incrementó el valor inicial de la rigidez lateral en 27 veces. Esto significa que, adicionando nuevas placas, tendremos mejores resultados de la estructura frente a cargas sísmicas. Esto representa a daños mínimos en las deformaciones laterales debido a la reducción de la magnitud.

## **2.2.5. Desplazamientos (cm) y derivas máximas (%)**

### **2.2.5.1. Desplazamientos (cm)**

Debido a que la demanda de desplazamientos está directamente relacionada con el daño estructural por eventos sísmicos, donde se ve reflejada más la respuesta de las estructuras a comparación de las fuerzas. Sin embargo, en el método de fuerzas, los desplazamientos se consideran como ductilidad, que indirectamente el uso de factores de comportamiento o coeficientes de reducción cambian las fuerzas de diseño elásticas.

### **2.2.5.2. Derivas máximas (%)**

"Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación." Dicho de otro modo, se representa como el coeficiente de la división de desplazamiento lateral máximo entre la altura, siendo el resultado un determinante del rango de la deriva establecido en la NTP E.030 - Diseño Sismo resistente. Roberto Rochel Awad en su Libro Análisis y diseño sísmico de edificios, describe que los límites de la deriva aseguran que el desplazamiento de los elementos no estructurales no sufra daño en caso de un sismo leve.

## **2.2.6. Cortante basal (Tonf)**

El esfuerzo cortante basal es la acumulación gradual de presiones en los pisos de un edificio que se reflejan en la base de la estructura. La fuerza sísmica en un nivel determinado simplemente se acumula a medida que nos acercamos a la base, lo que provoca estos esfuerzos cortantes en cada piso.

Para esto tenemos la siguiente formula:

$$V = \frac{(Z.U.C.S)}{R} * P \quad (3)$$

V: Fuerza cortante basal

Z: Factor de Zona

U: Factor de Uso

C: Factor de amplificación sísmica

S: Factor de Amplificación del suelo

R: Coeficiente de Reducción Sísmica

P: Peso

El resultado de C/R deberá ser mayor o igual a 0.11.

$C/R \geq 0.11$

### **2.2.7. Cumplimiento de normas (%)**

El cumplimiento de la normativa protege a todos los empleados de una obra. Además, garantiza que los proyectos se construyan correctamente, protegiendo a los usuarios finales, como los propietarios en sus hogares, los peatones cruzando un puente, etc.

En la industria de la construcción, las normativas son cruciales porque establecen normas y exigencias mínimas para la calidad, seguridad y durabilidad de estructuras. La construcción sin estas normas podría ser peligrosa, poco confiable y causar daños graves o incluso la muerte.

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Técnicas de reforzamiento estructural**

Es posible utilizar una variedad de técnicas de reforzamiento estructural, pero la implementación de una de ellas depende del diagnóstico estructural realizado por un experto. En este proceso la estructura debe recibir una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad para asegurar el mejor comportamiento posible ante movimientos sísmicos en el futuro (Julio, 2003)

### **2.3.2. Ampliación de áreas techadas**

Operación que se realiza aumentando el número de metros cuadrados de superficie techada de un edificio ya existente, dentro de los confines de un lote. (Norma Técnica G0.40, 2021) Es decir, es una intervención cuyo objetivo es incrementar el área de una construcción en una edificación ya existente (Castaño y trigos, 217).

### **2.3.3. Viviendas de interés social**

Una Vivienda de Interés Social (VIS) es una infraestructura promovida por el Estado Peruano con el objetivo de disminuir la brecha de vivienda cualitativa y cuantitativa. El Decreto Supremo establece los valores máximos cada año.

El programa está dirigido a personas de varios tipos de hogares, incluidas familias nucleares, familias extendidas, familias compuestas y familias unipersonales. Estos hogares pueden desarrollarse de varias maneras que están reguladas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, como alquiler de viviendas, compra de viviendas nuevas, construcción en su propio sitio, mejoramiento o reforzamiento de sus hogares, u otras que sean reguladas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Delgadillo, 2023)

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la investigación**

La presente investigación es transversal, no experimental. La inspección visual se realiza mediante la observación y los datos se recopilan en el lugar de trabajo, sin alterar las variables.

### **3.2. Acciones y actividades**

En nuestra investigación se desarrollará las siguientes actividades:

- Levantamiento de datos de las viviendas Tipo A y Tipo B.
- Toma de datos de elementos estructurales mediante inspección visual.
- Modelamiento estructural y verificación sísmica en el programa Etabs.
- Análisis de los datos obtenidos en el modelamiento de Etabs con los parámetros mínimos requeridos en las normativas vigentes.
- Elección de propuestas de reforzamiento estructural

#### **3.2.1. Recolección de información**

Se realizó la visita al proyecto (figura 2), para una reunión con gerencia, donde se conversó nuevamente sobre nuestro proyecto de tesis, para que estén al tanto y nos puedan brindar su autorización para poder solicitar toda la información necesaria y se nos autorice realizar las siguientes actividades dentro del proyecto:

- Toma de medidas de las viviendas Tipo A y Tipo B.
- Inspección visual de los diferentes tipos de vivienda.
- Recorrido en campo.
- Realizar el ensayo de esclerometría.

**Figura 2**

*Visita presencial al proyecto*



*Nota.* Visitando uno de los parques que contempla el proyecto.

**3.2.2. Inspección en campo**

La inspección en campo nos permitió reconocer las viviendas en obra y verificarlo con los planos. Se identificó los dos tipos de viviendas (figura 3 y 4) que están siendo consideradas en nuestro trabajo de investigación (Viviendas Tipo A y Tipo B).

**Figura 3**

*Viviendas tipo A*



*Nota.* Viviendas de la Mz X.

**Figura 4**

*Viviendas tipo B*



*Nota:* Viviendas de la Mz Z1.

**3.2.3. Reconocimiento de interiores**

Se ingresó a las viviendas del tipo A y tipo B para verificar y tomar medidas el interior de los ambientes según planos arquitectónicos.

**3.2.4. Toma de datos y medidas**

Se realizó la debida inspección visual para luego proceder con la toma de medidas de interiores de los ambientes y elementos (Figura 5 y 6), para corroborar que es conforme a los planos adjuntos, y con los que posteriormente se trabajó en el software Etabs.

**Figura 5**

*Toma de medidas en viviendas tipo A*



*Nota.* Medición de la fachada en viviendas de 26m<sup>2</sup>.

**Figura 6**

*Toma de medidas en viviendas tipo B*



*Nota.* Medición de la fachada en viviendas de 33m<sup>2</sup>.

**3.2.5. Ensayo de esclerometría**

Otra de las actividades realizadas en campo fue el ensayo de esclerometría (Figura7), que nos permite estimar y confirmar la resistencia del concreto utilizado en las viviendas. El ensayo se realizó en una vivienda que se encuentra en casco gris.

Para realizar el ensayo, se presiona el martillo sobre la superficie plana que se va a probar. Al golpearlo, el martillo envía una señal de distancia que se muestra mediante una aguja en una escala graduada. Al leer la ubicación de la aguja, se muestra la medición del retroceso como un porcentaje del avance del martillo.

En otras palabras, este ensayo está formado por una masa que se mueve y tiene un impacto en la superficie del concreto. El rebote del esclerómetro muestra las propiedades del concreto en términos de resistencia y rigidez.

**Figura 7**

*Ensayo de esclerometría en muro de ductilidad limitada*



*Nota.* Realizamos el ensayo de esclerometría en una vivienda sin tarrajear.

**3.3. Materiales o instrumentos**

- Planos
- Softwares de Diseño
- Fotografías de toma de medidas en campo
- Esclerómetro

**3.4. Población y muestra de estudio****3.4.1. Población**

La población la comprenden las viviendas de interés social construidas en la provincia de Ilo, específicamente 944 viviendas de Tipo A y 106 viviendas de Tipo B.

**3.4.2. Muestras de estudio**

De los tipos de muestreo, se optó por el método no probabilístico que nos permite delimitar una muestra y posteriormente realizar nuestra investigación.

Para seleccionar nuestra muestra, la característica de la población es homogénea, por lo tanto, la muestra es igual a la población (viviendas Tipo A y Tipo B).

### 3.4.3. Cálculo de muestra

Para población menor de 100,000 elementos:

$$n = \frac{p \cdot q}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{p \cdot q}{N}} \quad (5)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

p: % de aceptación del suceso.

q: % de rechazo del suceso

N: Tamaño de la población

z: Nivel de confianza, es el nivel de certeza y se recomienda el 95% (1.96)

e: Error muestral, es el margen de error. Se recomienda no más de 5%.

#### Muestreo para viviendas tipo A

$$n = \frac{p \cdot q}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{p \cdot q}{N}}$$

$$n = \frac{85 \cdot 15}{\frac{2^2}{95^2} + \frac{85 \cdot 15}{944}}$$

$$n = \frac{1275}{\frac{4}{9025} + \frac{1275}{944}}$$

$$n = 943.690$$

#### Muestreo para viviendas tipo B

$$n = \frac{p \cdot q}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{p \cdot q}{N}}$$

$$n = \frac{85 \cdot 15}{\frac{2^2}{95^2} + \frac{85 \cdot 15}{106}}$$

$$n = \frac{1275}{\frac{4}{9025} + \frac{1275}{106}}$$

$$n = 105.996$$

La población la de ambos tipos de vivienda es homogénea, por lo tanto, analizaremos una muestra de vivienda tipo A y una muestra de vivienda tipo B, dada la homogeneidad de las viviendas.

### 3.5. Operacionalización de variables

La Operacionalización de variables de variable se muestra en la tabla 1, así mismo el demás componente de las variables se pueden ver en el anexo 1.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
<b>Propuestas de Técnicas de reforzamiento estructural</b>	Son posibles soluciones que han sido evaluadas para resolver problemáticas sobre la ampliación de áreas techadas.	Evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales	Resistencia de los 28 días	Razón	Ensayo de Esclerometría, NTE E.060 Concreto Armado
	Modelado de Adición de Sistemas de Reforzamiento	Modelado de Adición de Sistemas de Reforzamiento.	Adición de Sistemas de Reforzamiento.	Razón	Análisis visual.
<b>Comportamiento de ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social</b>	Proceso de incrementar algunas estructuras, añadiendo o incrementando nuevos elementos estructurales.	Comportamiento de la estructura ampliada o	Desplazamientos (cm) y derivas máximas (%)	Razón	Modelado en Etabs
		Seguridad y funcionalidad	Cumplimiento de normas	% Ordinal	Análisis con norma técnicas peruanas

*Nota.* Tabla realizada para medir la coherencia entre el título, objetivos, hipótesis, variables, etc

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico

#### 3.6.1. Técnicas de recolección de datos

- **Levantamiento de datos:** Recolección de datos acerca de las propiedades estructurales de las viviendas de los tipos A y B.
- **Inspección visual:** Evaluación visual y recolección de datos y/o medición de los elementos estructurales.
- **Ensayos no destructivos:** Verificación de la resistencia a la compresión del concreto y otros materiales sin dañar la estructura.
- **Análisis descriptivo:** Para describir las características actuales de las viviendas y los resultados de los ensayos de materiales.
- **Análisis comparativo:** Para comparar el comportamiento estructural antes y después del reforzamiento.
- **Simulación y modelado:** Uso del software ETABS para simular diferentes escenarios y validar las propuestas de reforzamiento.

#### 3.6.2. Instrumentos

- **Planos y documentación técnica:** Para entender la estructura y diseño original de las viviendas.
- **Software de diseño (ETABS):** Para modelar y simular el comportamiento estructural de las viviendas con y sin reforzamiento.
- **Fotografías y registros de campo:** Para documentar las condiciones actuales de las viviendas.

#### 3.6.3. Procedimientos

- **Levantamiento de datos y evaluación Inicial:**  
Recopilación de planos y documentación técnica.  
Reconocimiento visual, toma de medidas y/o datos de elementos estructurales.  
Ensayos de resistencia a la compresión del concreto y otros materiales.
- **Modelado y análisis estructural:**  
Modelado de las viviendas en el software ETABS.  
Simulación del comportamiento estructural bajo diferentes escenarios sísmicos.

Evaluación de la eficiencia de las técnicas de reforzamiento propuestas para controlar desplazamientos laterales, derivas máximas y fuerza cortante basal.

- **Propuesta de reforzamiento:**

Propuesta de técnicas de reforzamiento estructural como encamisado de columnas y adición de placas de concreto armado.

Evaluación del cumplimiento de las normativas vigentes (NTE E.030, E.060, E.070, etc.).

- **Validación y comparación:**

Comparación de los resultados obtenidos con los mínimos requeridos por las normativas vigentes.

Validación de las propuestas de reforzamiento mediante simulaciones y análisis comparativos.

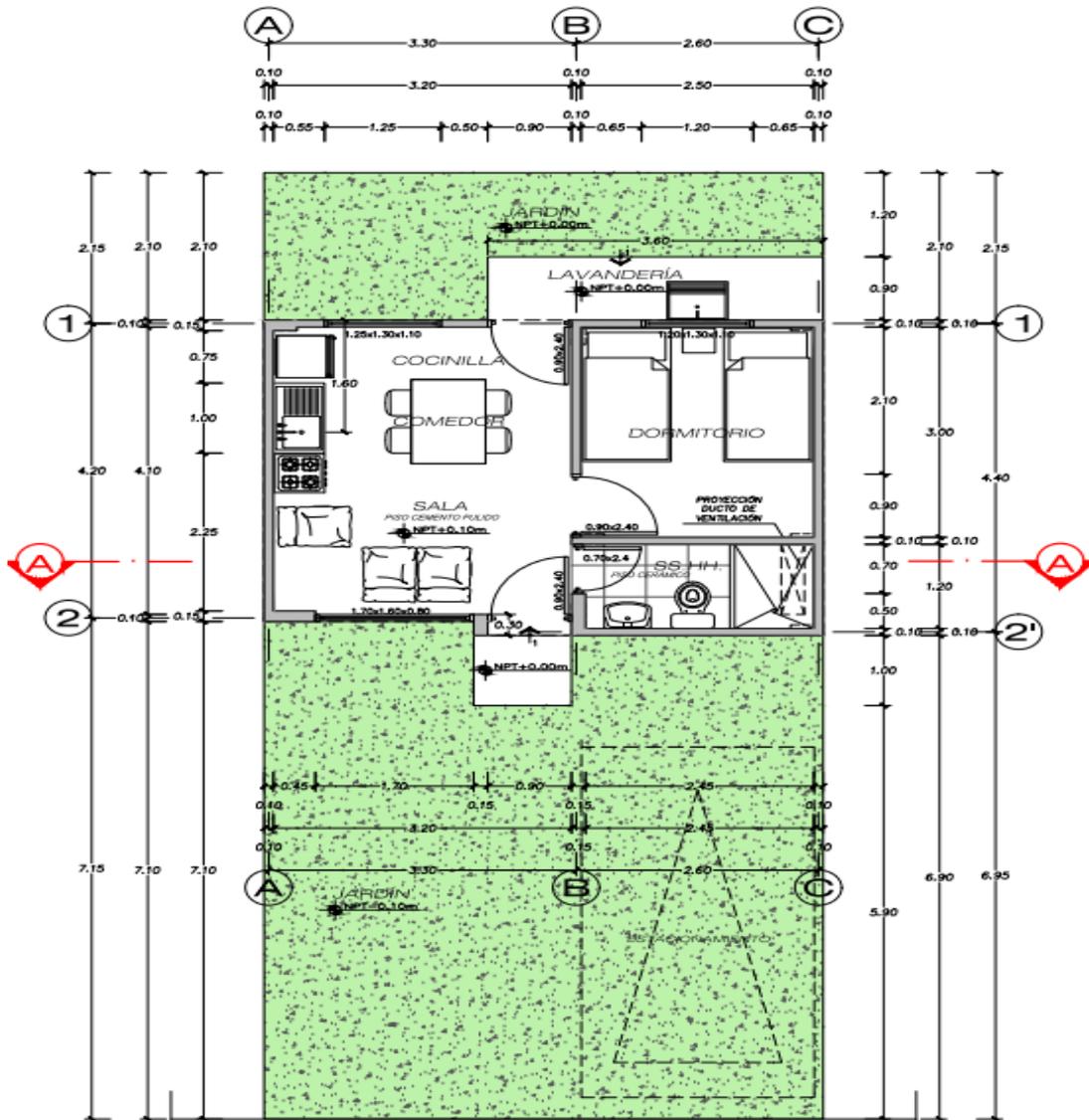
## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Generalidades del proyecto

Las estructuras que fueron evaluadas corresponden a edificaciones destinadas a viviendas de interés social de 01 nivel, con áreas construidas de 26 y 33 m<sup>2</sup>. Estas edificaciones se encuentran diseñadas con el sistema estructural de “Muros de Ductilidad Limitada (MDL) con pórticos de concreto armado (columnas y vigas)” (figura 8 y 9) y se ubican en la Ciudad de Ilo, Departamento de Moquegua.

**Figura 8**

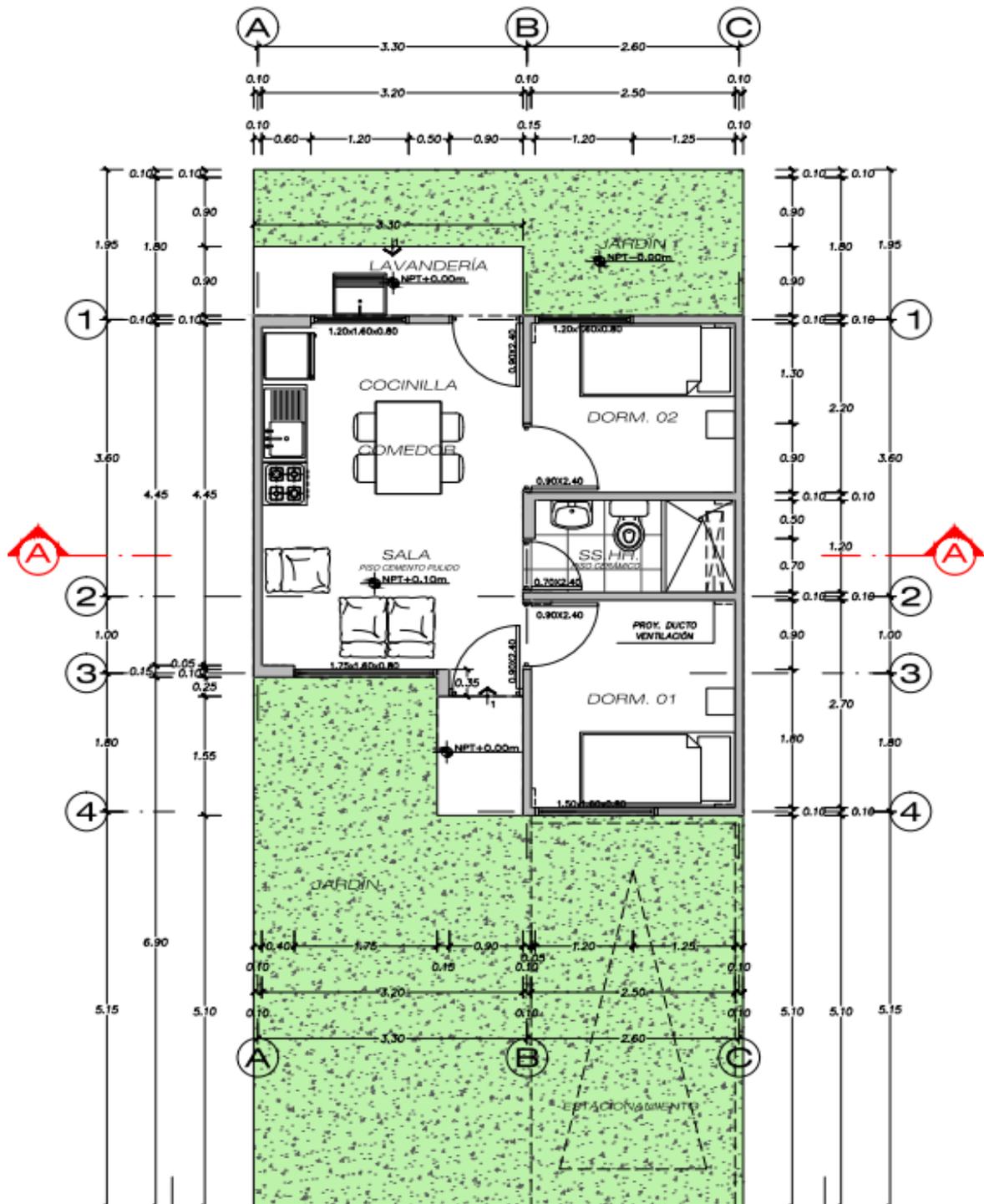
*Plano de arquitectura de vivienda tipo A*



Nota. Plano de arquitectura y distribución de viviendas de 26m<sup>2</sup>.

Figura 9

Plano de arquitectura de vivienda tipo B



Nota. Plano de arquitectura y distribución de viviendas de 26m<sup>2</sup>.

#### 4.2. Normas empleadas

Se trabajó en base al Reglamento y Normas Nacionales, las cuales son:

- Reglamento Nacional de Edificaciones

- NTE E.020 "CARGAS"
- NTE E.060 "Concreto Armado" (versión 2009)
- NTE E.030 "Diseño Sismorresistente"
- NTE E.050 "Suelos y Cimentaciones"

### **4.3. Especificaciones de materiales empleados**

#### **4.3.1. Concreto**

- Resistencia ( $f'c$ ): 175 Kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Elasticidad (E): 198 431,35 Kg/cm<sup>2</sup> ( $f'c = 175$  Kg/cm<sup>2</sup>)
- Módulo de Poisson ( $\nu$ ): 0,15
- Peso Específico ( $\gamma_C$ ) concreto simple: 2 200 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico ( $\gamma_C$ ) concreto armado: 2 400 Kg/m<sup>3</sup>

#### **4.3.2. Acero corrugado**

- Resistencia a la fluencia ( $f_y$ ): 4 200 Kg/cm<sup>2</sup>
- E: 2 100 000 Kg/cm<sup>2</sup>

#### **4.3.3. Albañilería maciza**

- Resistencia Mínima ( $f'm$ ): 45 Kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Elasticidad (E): 22 500 Kg/cm<sup>2</sup> ( $E = 500 \cdot f'm$ )
- Módulo de Poisson ( $\nu$ ): 0,25
- Peso Específico ( $\gamma_C$ ): 1 900 Kg/m<sup>3</sup>

#### **4.3.4. Recubrimientos mínimos**

Los siguientes recubrimientos son en base a las especificaciones técnicas del proyecto de las viviendas de Tipo A y Tipo B.

- |  |         |
|--|---------|
| - Columnas   | 3,00 cm |
| - Vigas  | 4,00 cm |
| - Losas macizas y aligeradas, Escaleras, confinamiento de tabiques, vigas chatas | 2,50 cm |
| - Zapatas y elementos en contacto directo con suelo                              | 7,00 cm |

#### 4.4. Parámetros sísmicos

##### 4.4.1. Zonificación

Según la Norma E. 030, en el mapa de zonificación, la provincia de Ilo ubicada en el Departamento de Moquegua se encuentra en la Zona 4, entonces para realizar el análisis sísmico tomaremos un valor de  $Z = 0,45$ , tal como se aprecia en la Figura 10 presentada a continuación.

**Figura 10**

*Zonas sísmicas de Perú*



*Nota.* Mapa extraído de la norma técnica E 030.

#### 4.4.2. Perfiles de suelo

Según el Estudio de Mecánica de Suelos, la cimentación del proyecto se llevó a cabo en un terreno de grava bien nivelado (GW) y, según la Norma E.030, este corresponde a un suelo S2, propio a suelos intermedios.

#### 4.4.3. Parámetros de sitio (S, TP, TL)

Los parámetros se muestran en la figura 11 y figura 12.

**Figura 11**

*Tabla de factor suelo "S"*

<b>Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"</b>				
<b>SUELO ZONA</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

*Nota.* Tabla extraída de la norma técnica E 030.

**Figura 12**

*Tabla de periodos "Tp" y "Tl"*

<b>Tabla N° 4 PERÍODOS "T<sub>P</sub>" Y "T<sub>L</sub>"</b>				
	<b>Perfil de suelo</b>			
	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
<b>T<sub>P</sub>(s)</b>	0,3	0,4	0,6	1,0
<b>T<sub>L</sub>(s)</b>	3,0	2,5	2,0	1,6

*Nota.* Tabla extraída de la norma técnica E 030.

El proyecto presenta un suelo tipo S2, suelos intermedios, y según el mapa de zonas sísmicas del Perú, se localiza en la zona Z4. De acuerdo con la Figura 11 y Figura 12, la Norma técnica E. 030 presenta parámetros que tomaremos en consideración para el análisis sísmico de las edificaciones tipo A y B:

**S:1.05**

**T<sub>p</sub>:0.60**

**T<sub>l</sub>:2.00**

#### 4.4.4. Factor de amplificación sísmica

Efectuamos el cálculo del factor de amplificación sísmica (C), que tiene relación con el periodo fundamental, por lo que se utiliza la Norma E.030 como referencia:

$$T = \frac{h_n}{c_T} \quad (6)$$

$$T = \frac{2.50}{60}$$

Después de realizar el cálculo correspondiente obtenemos  $T=0,042$  (periodo fundamental de vibración) que es menor a  $T_p = 0,60$ , por lo tanto, se cumple la siguiente relación:

$$T < T_p$$

$$C = 2,5$$

#### 4.4.5. Categoría de edificaciones y factor de uso

Las construcciones ejecutadas y posteriormente evaluadas serán utilizadas como vivienda, por lo tanto, el factor de uso o importancia es:

$$U = 1,00$$

#### 4.4.6. Sistemas estructurales y coeficientes básico de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R_o$ )

Las viviendas Tipo A y tipo B están conformadas por el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada (MDL) con pórticos de concreto armado, y analizando la normativa vigente, el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, es:

$$R_o = 4,00$$

#### 4.4.7. Factores de irregularidad

Para proceder con el análisis, consideramos los valores de irregularidad de planta y altura, como:

$$I_a = 1,00$$

$$I_p = 1,00$$

#### 4.4.8. Coeficientes de reducción de las fuerzas sísmicas (R.)

Para determinar el coeficiente (R), usamos la siguiente ecuación:

$$R = R_o * I_a * I_p \quad (7)$$

$$R = 4 * 1 * 1$$

$$R = 4$$

#### 4.5. Modelamiento en software Etabs

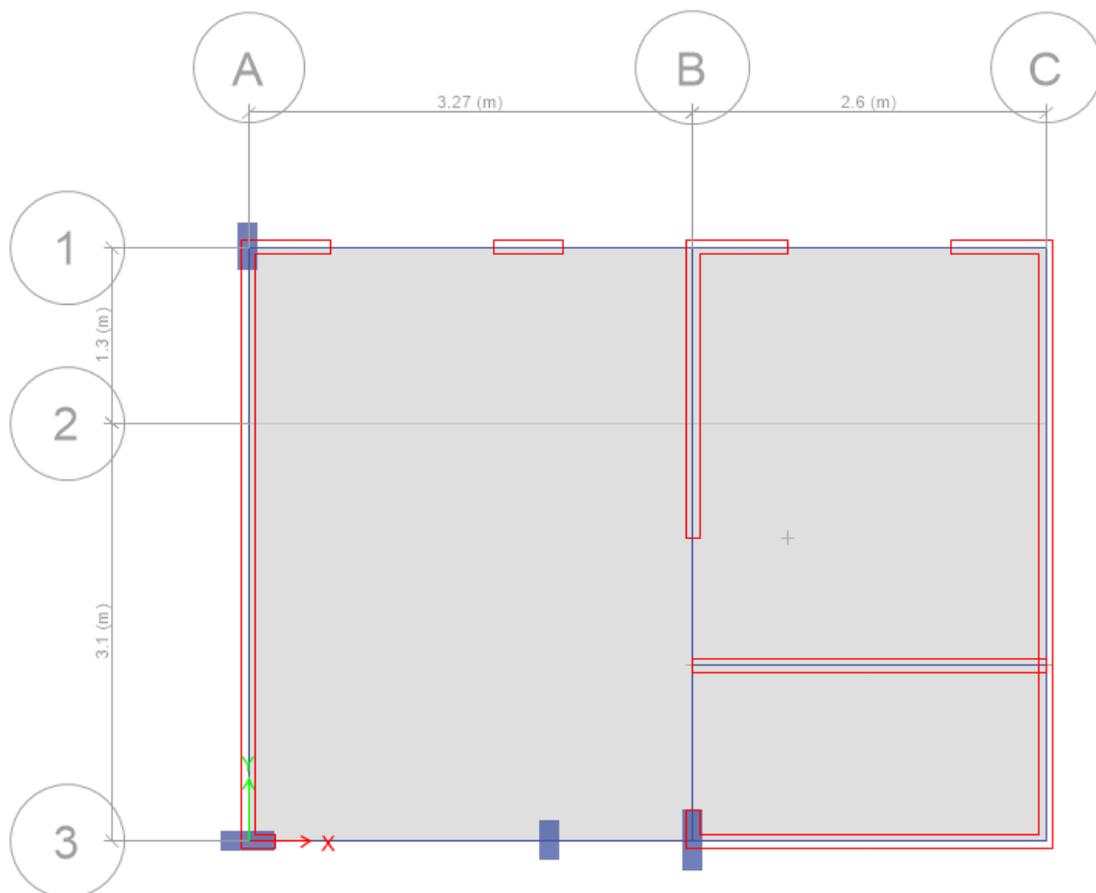
##### 4.5.1. Modelado tipo A

##### 4.5.1.1. Análisis sísmico

Para el modelamiento de la vivienda tipo A y Tipo B, se está empleando el software Etabs y cumpliendo con las normativas técnicas peruanas (figura 13 y 14).

**Figura 13**

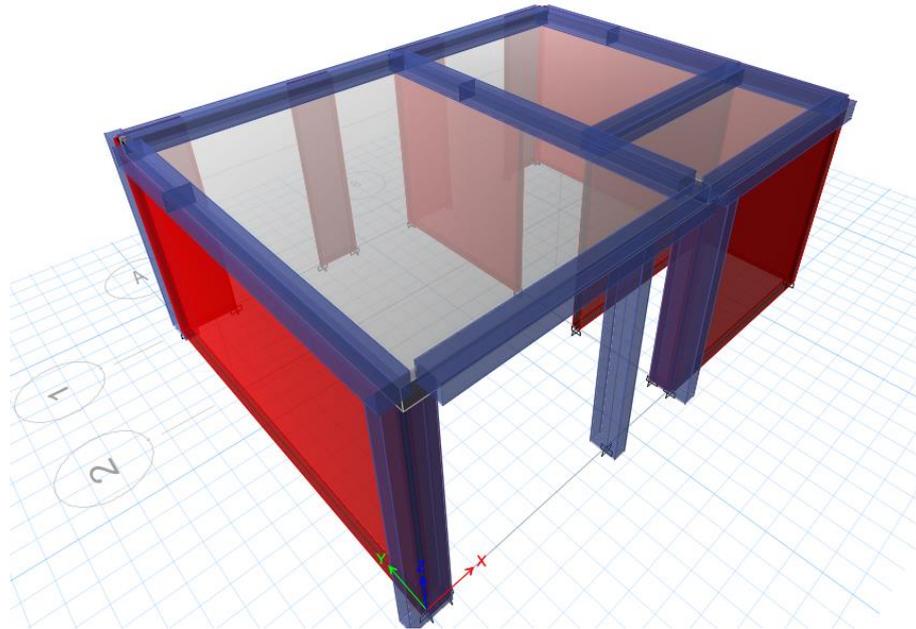
*Modelamiento de la vivienda Tipo A con el software Etabs*



*Nota.* Extraído del software Etabs.

**Figura 14**

*Modelamiento en 3D de la vivienda Tipo A en el software Etabs*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

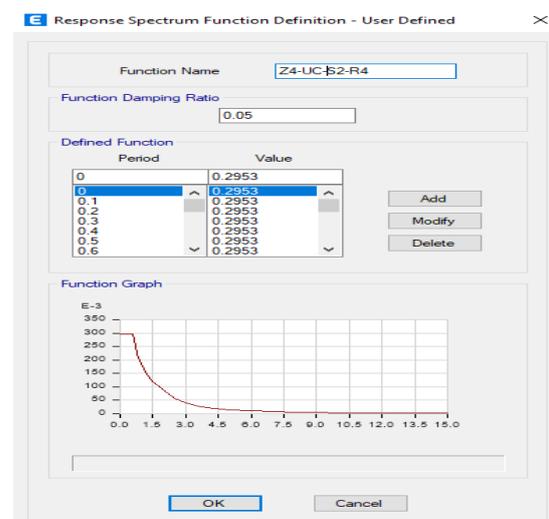
#### 4.5.1.2. Análisis estático

##### a. Datos para análisis sísmico

El espectro de respuesta para el análisis estático se muestra en la figura 15 y tabla 2.

**Figura 15**

*Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 2***Parámetros sísmicos X-X y Y-Y*

Parámetros sísmicos	
Parámetros	Factor
Z	0,45
U	1,00
C	2,50
S	1,05
Ro	4,00
la	1,00
lp	1,00
R	4,00

*Nota.* Datos extraídos de la normativa E030.**b. Peso de la estructura**

El centro de masa y rigidez se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3***Centro de masa y rigidez*

Centers Of Mass And Rigidity					
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM
		tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	m	m
<b>Nivel 1</b>	Losa 1	2,05675	2,05675	3,0539	2,1367

*Nota:* Extraído del programa Etabs.

Con la Tabla 3, podemos determinar que el peso de la estructura es igual a:

$$P = 2,05675 \text{ Ton}$$

**c. Fuerza cortante en la base**

Cálculo de la fuerza cortante:

$$V_e = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * P \quad (8)$$

$$V_e = \frac{0,45 * 1 * 2,5 * 1,05}{4} * P$$

$$V_e = 5\,958 \text{ Ton}$$

$$V_e = 5\,958 \text{ Ton}$$

$$V_e = V_{e_{x-x}} = V_{e_{y-y}}$$

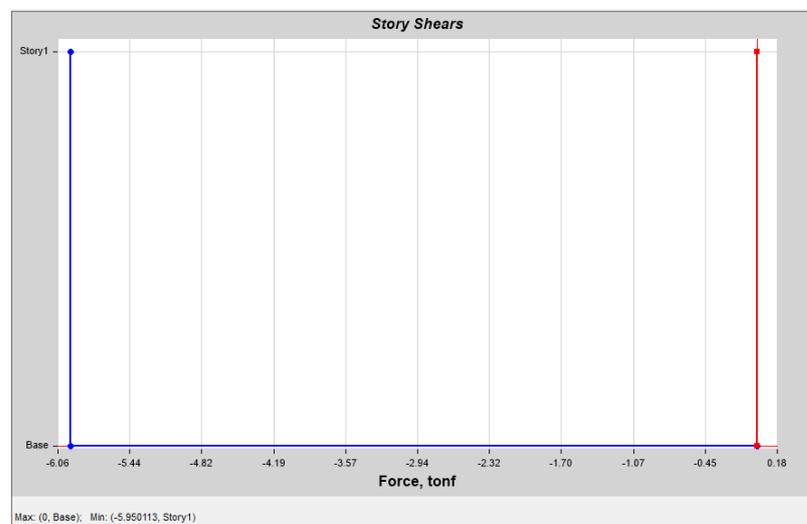
Con los resultados de la ecuación, determinamos que la fuerza cortante basal (figura 16 y 17) de la estructura es igual a:

$$V_{e_{x-x}} = 5\,958 \text{ Ton}$$

$$V_{e_{y-y}} = 5\,958 \text{ Ton}$$

**Figura 16**

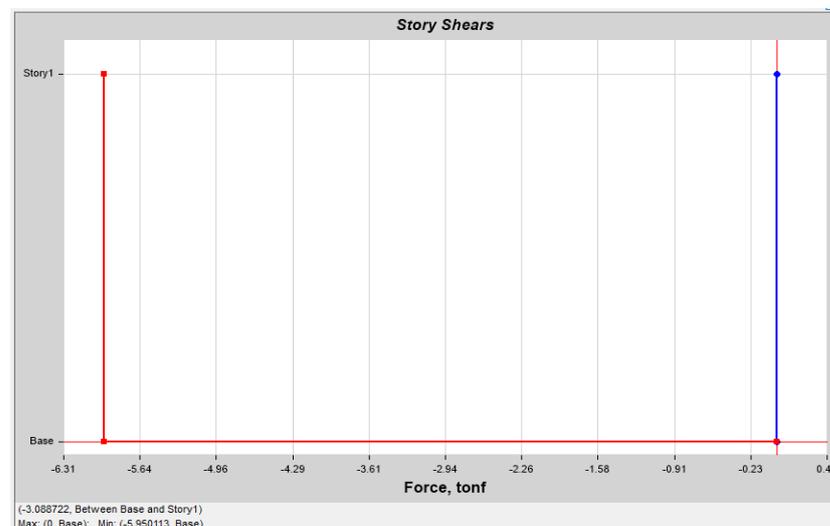
*Fuerza cortante por sismo estático X-X*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 17**

*Fuerza cortante por sismo estático Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### 4.5.1.3. Análisis dinámico

##### a. Modo de vibración

En

**Tabla 4**

*Participación de la masa modal*

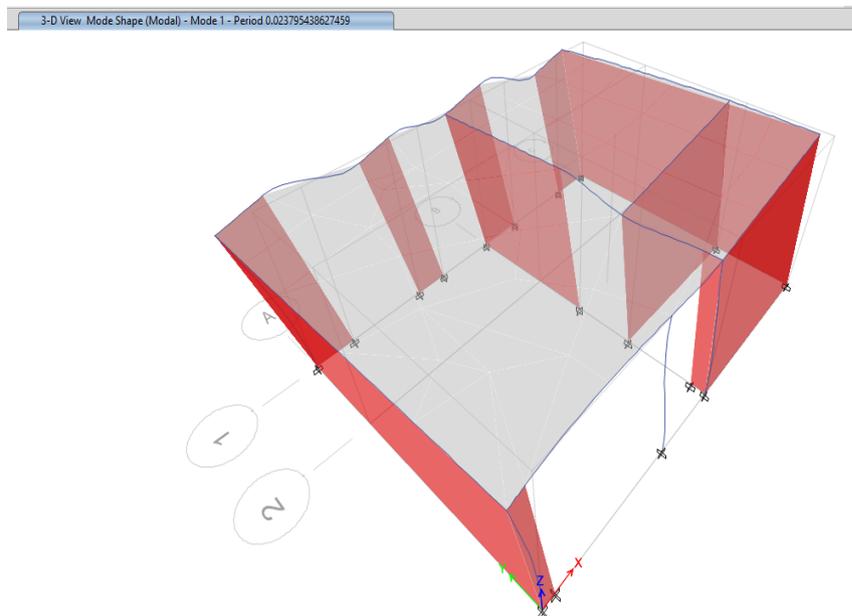
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0,024	<b>0,9579</b>	0,007	0,9579	0,007	0,0383
Modal	2	0,016	0,0066	<b>0,9929</b>	0,9646	1	0,0396
Modal	3	0,013	0,0354	2,939E-05	1	1	1

*Nota.* Extraído del programa Etabs

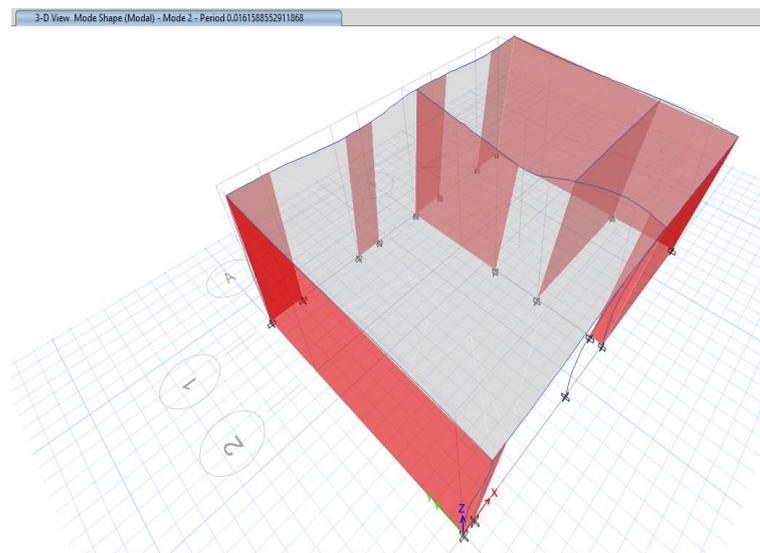
En la tabla 4 se determinan los modos de vibración, donde podemos observar el periodo fundamental que presenta la estructura en la dirección X-X y Y-Y. Donde el periodo fundamental en X-X es 0,024 segundos y en el eje Y-Y es de 0,016 segundos.

**Figura 18**

*Modo 01, sentido X-X*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 19***Modo 02, sentido Y-Y**Nota. Extraído del programa Etabs.***b. Desplazamiento en la edificación**

En revisión con la norma E.030, los desplazamientos laterales lo calculamos multiplicando por 0,75 R cuando tenemos estructuras regulares y por 0,85 R en el caso de estructuras irregulares, teniendo en nuestro caso una estructura regular la amplificación será por 0,75R.

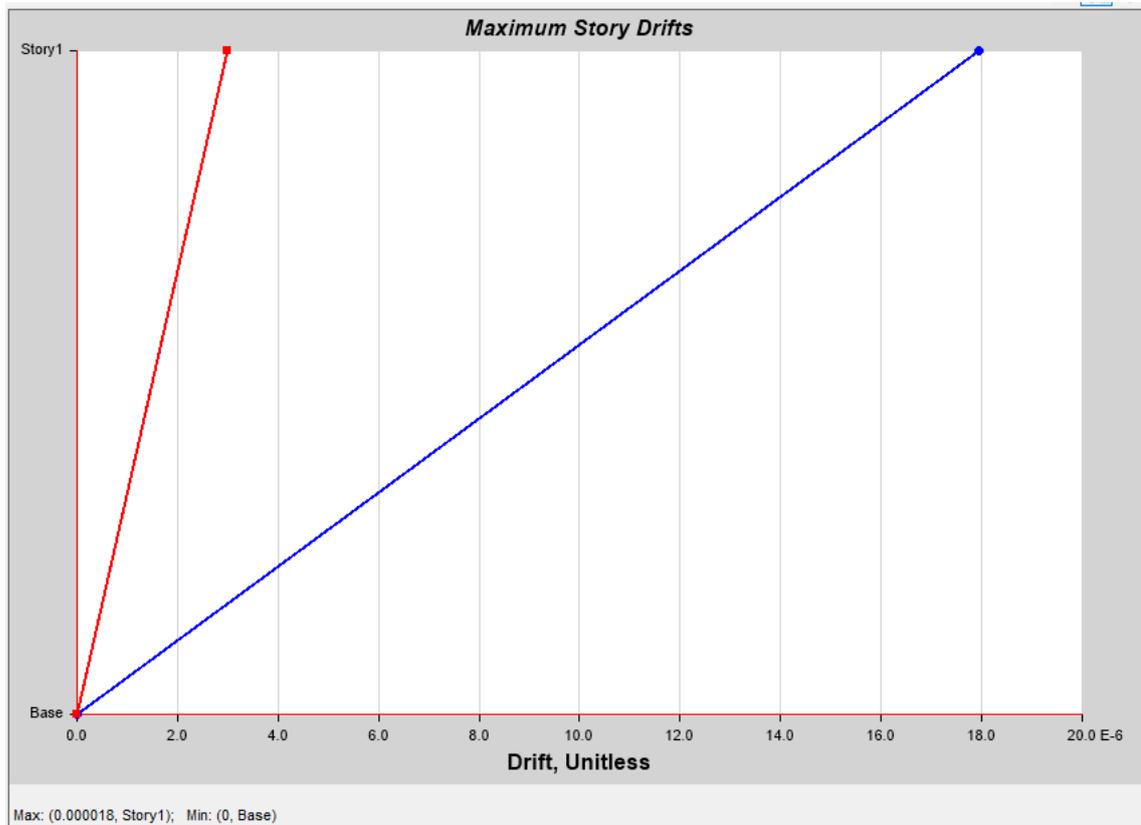
También sabemos según normativa, que para edificaciones de concreto armado con MDL presenta un desplazamiento máximo de 0,005.

**Tabla 5***Desplazamiento y derivas máximas en eje X-X*

Story	Output Case	Item	Drift	Drift*0.75*R	Máx Drift	Cumple
Story1	SX EST	Drift-X	0,00004	0,00012	0,005	Si

*Nota. Extraído del programa Etabs.*

Como apreciamos en la tabla 5, los desplazamientos y derivas máximas en X-X es menor a 0.005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la Norma E. 030 para el tipo de edificación que estamos analizando.

**Figura 20***Derivas máximas X-X*

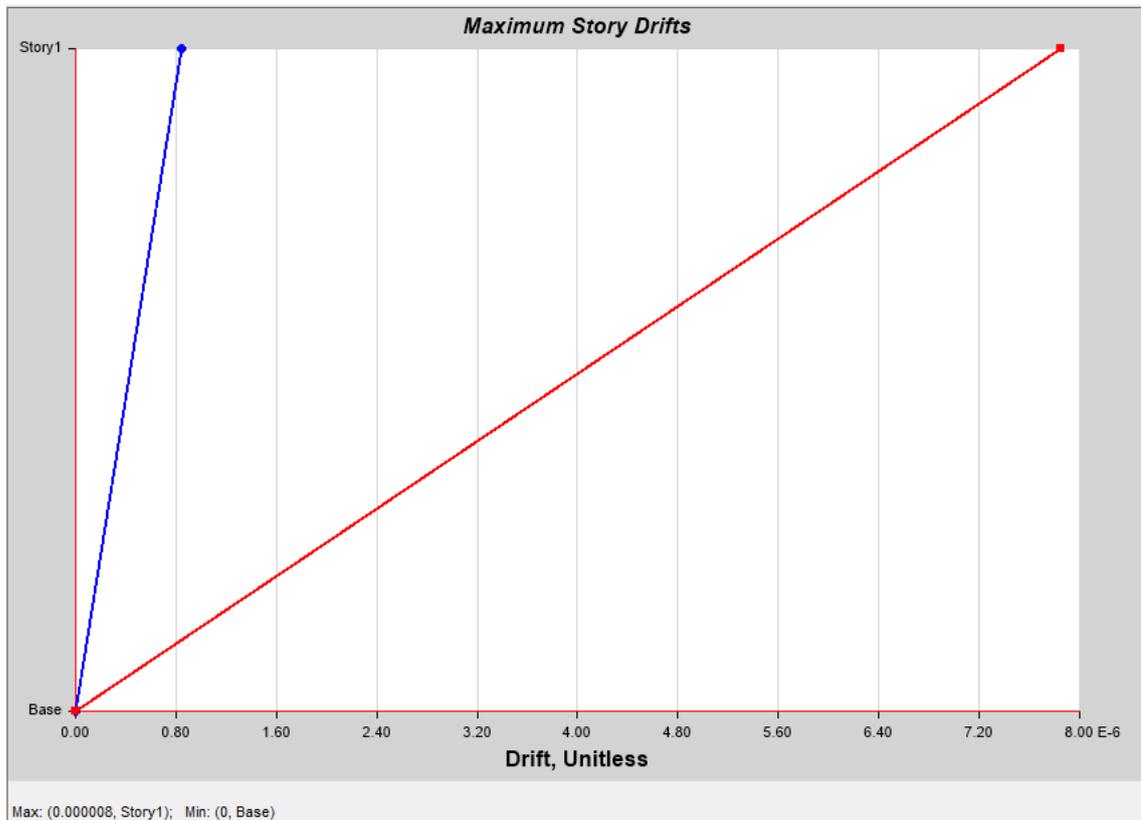
*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 6***Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y*

Story	Output Case	Item	Drift mm	Drift*0.75*R	Máx Drift	Cumple
Story1	SY EST	Drift Y	0,00002	0,00006	0,005	SI

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

Como apreciamos en la tabla 6, los desplazamientos y derivas máximas en Y-Y es menor a 0,005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la NTP E.030 para el tipo de edificación que estamos analizando.

**Figura 21***Derivas máximas Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**c. Fuerza cortante basal – cortante dinámico**

**Tabla 7***Fuerza cortante basal dinámica en el eje X-X*

Story	Output Case	Location	P Ton	VX Ton	VY Ton	T Ton-m	MX Ton-m	MY Ton-m
Story1	SX-DIN	Top	0	5,718	0,667	16,6772	0	0
Story1	SX-DIN	Bottom	0	5,718	0,667	16,6772	1,6687	14,295

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 8***Fuerza cortante basal dinámica en el eje Y-Y*

Story	Output Case	Location	P Ton	VX Ton	VY Ton	T Ton-m	MX Ton-m	MY Ton-m
Story1	SY-DIN	Top	0	0,667	5,9167	16,8602	0	0
Story1	SY-DIN	Bottom	0	0,667	5,9167	16,8602	14,7919	1,6687

*Nota.* Extraído del programa Etabs.**d. Verificación de cortante dinámico****Tabla 9***Fuerza cortante dinámica*

EJE	Ve Ton	80 % Ve	Vd Ton	Norma 030
X-X	5,958	5,363	5,718	Cumple
Y-Y	5,958	5,363	5,917	Cumple

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

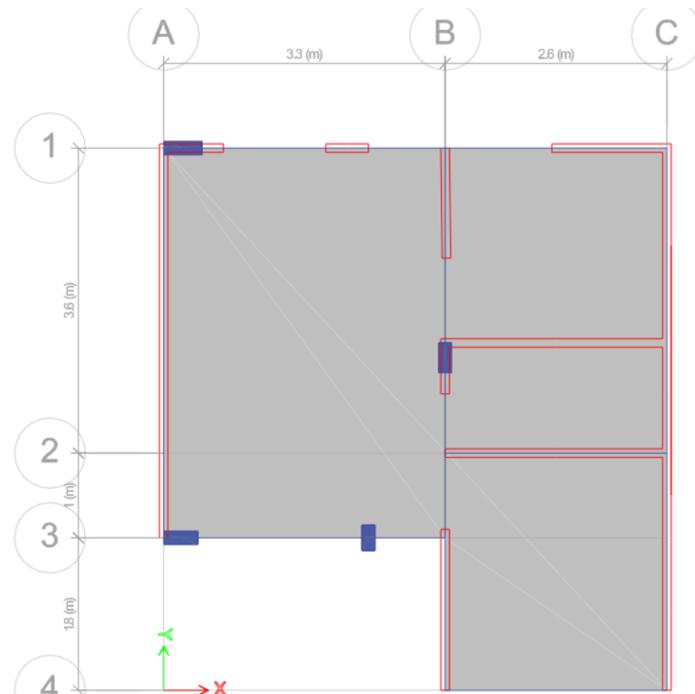
Observando la Tabla 9, verificamos que la fuerza cortante dinámica es mayor a la cortante estática con un 80%, lo cual, cumple para edificaciones regulares.

**4.5.2. Modelado tipo B****4.5.2.1. Análisis sísmico**

Se hizo el modelamiento de la vivienda tipo B con el software Etabs, en relación con la norma técnica peruana.

**Figura 22**

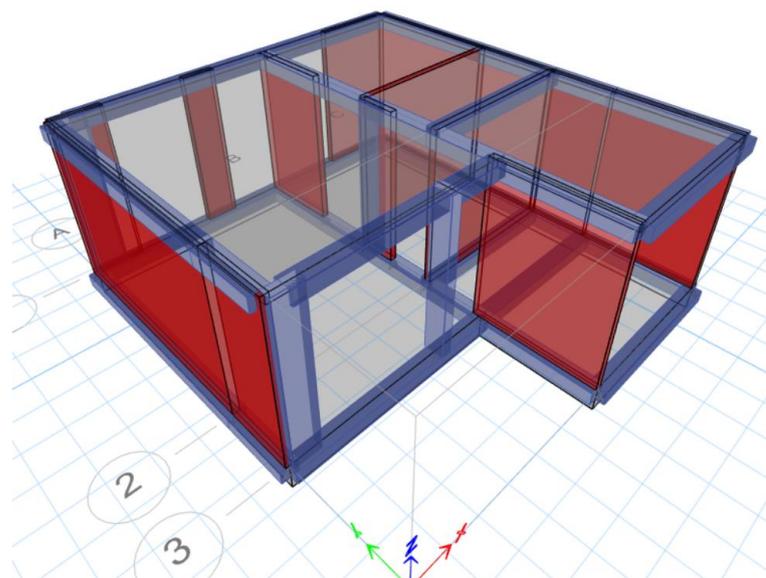
*Modelado de la estructura tipo B en el software Etabs*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 23**

*Modelamiento 3D de la vivienda tipo B en el software Etabs*



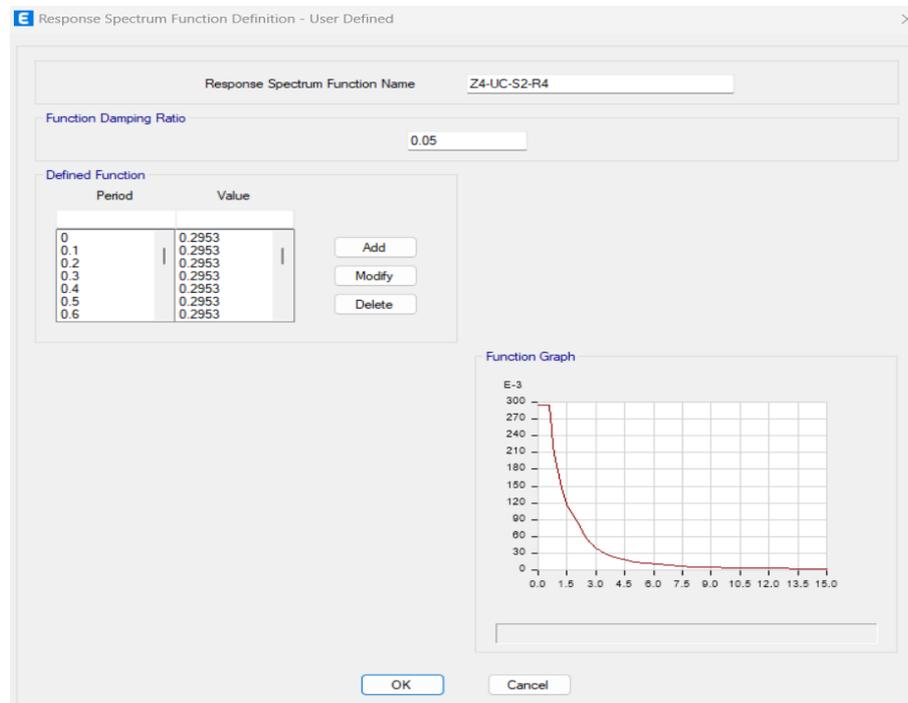
*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### 4.5.2.2. Análisis estático

##### a. Datos para análisis sísmico

**Figura 24**

*Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 10**

*Parámetros sísmicos X-X y Y-Y*

Parámetros sísmicos	
Parámetros	Factor
Z	0,45
U	1,00
C	2,50
S	1,05
Ro	4,00
la	1,00
lp	1,00
R	4,00

*Nota.* Datos extraídos de la normativa E030.

**b. Peso de la estructura**

**Tabla 11**

*Centro de masa y rigidez*

<b>Table: Centers of mass and rigidity</b>					
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM
		kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	m	m
<b>NIVEL-1</b>	Losa 1	2 763,13	2 763,13	3,29	3,65

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

Con la Tabla 11, determinamos que el peso de la estructura es igual a:

$$P = 2\,763,13 \text{ kgf-s}^2/\text{m}$$

**c. Fuerza cortante en la base**

- Cálculo de la fuerza cortante:

$$Ve = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$Ve = \frac{0,45 * 1 * 2,5 * 1,05}{4} * P$$

$$Ve = 0,295 * 27\,097,08$$

$$Ve = 7\,993,64 \text{ Kg}$$

$$Ve = Ve_{x-x} = Ve_{y-y}$$

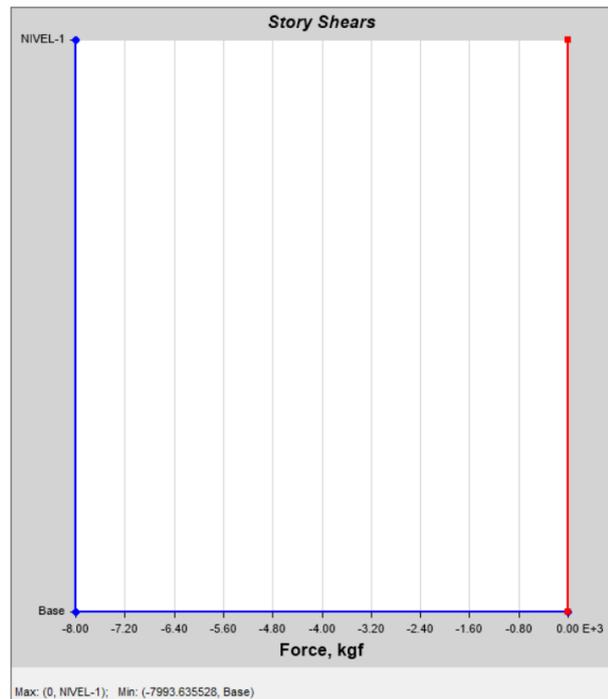
Con los resultados de la ecuación, determinamos que la fuerza cortante basal es igual a:

$$Ve_{x-x} = 7\,993,64 \text{ Kg}$$

$$Ve_{y-y} = 7\,993,64 \text{ Kg}$$

**Figura 25**

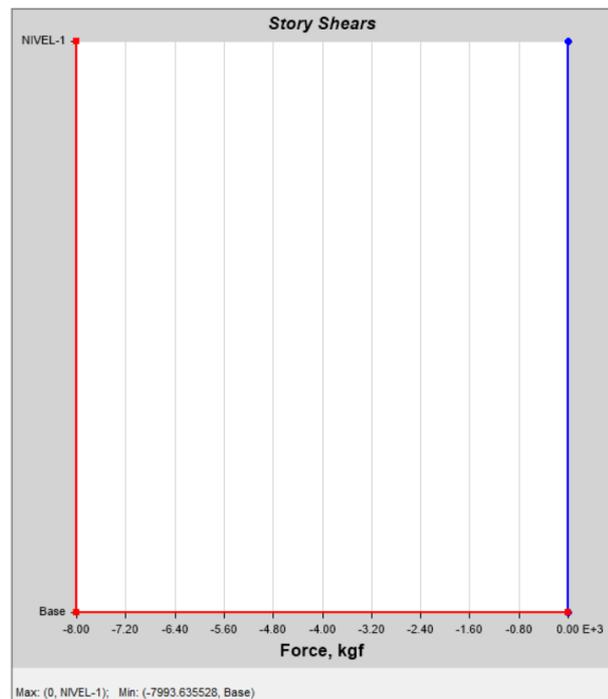
*Fuerza cortante por sismo estático X-X*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 26**

*Fuerza cortante por sismo estático Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

### 4.5.2.3. Análisis dinámico

#### a. Modo de vibración

**Tabla 12**

*Participación de la masa modal*

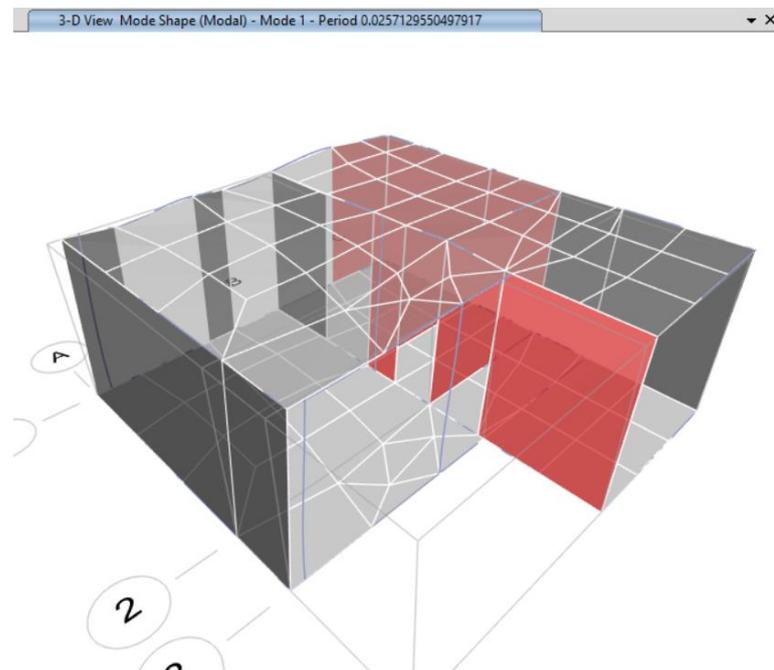
Table: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
<b>Modal</b>	1	0,03	<b>0,5098</b>	0,00001332	0,5098	0,00001332
<b>Modal</b>	2	0,02	0,0009	<b>0,4441</b>	0,5106	0,4441
<b>Modal</b>	3	0,02	0,0068	0,0733	0,5174	0,5174

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

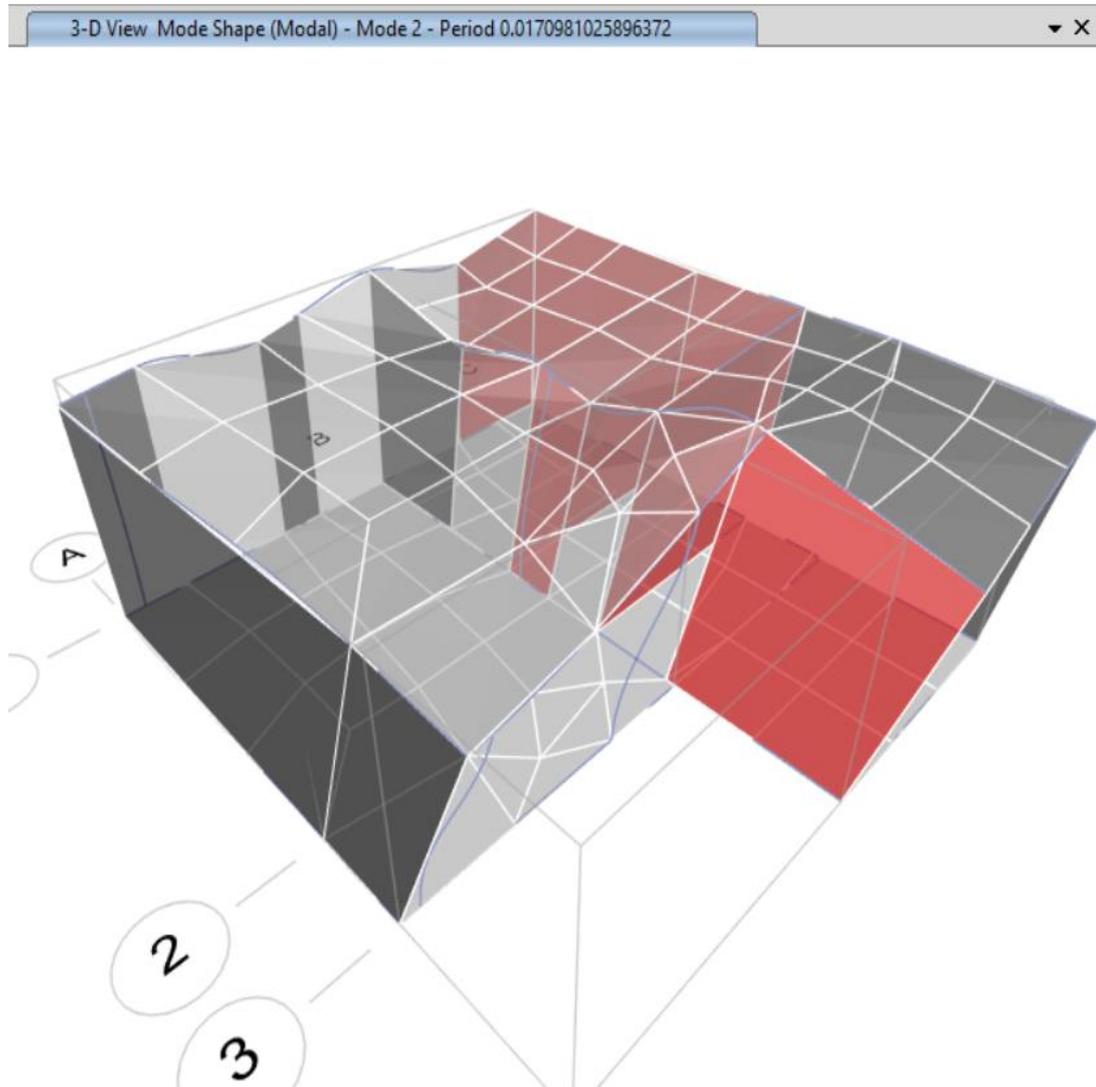
La tabla 12 presenta los modos de vibración, donde se puede apreciar el periodo esencial que tiene la estructura en las direcciones X y Y. En la dirección X-X, este periodo es de 0,03 segundos, mientras que en el eje Y-Y, este periodo es de 0,02 segundos.

**Figura 27**

*Modo 01, sentido X-X*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 28***Modo 02, sentido Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs

#### **b. Desplazamiento en la edificación**

La norma E.030, indica que los desplazamientos laterales se deben calcular multiplicando por 0,75 R cuando tenemos estructuras regulares y por 0,85 R en el caso de estructuras irregulares. En nuestro caso, como tenemos una estructura regular la amplificación será por 0,75 R.

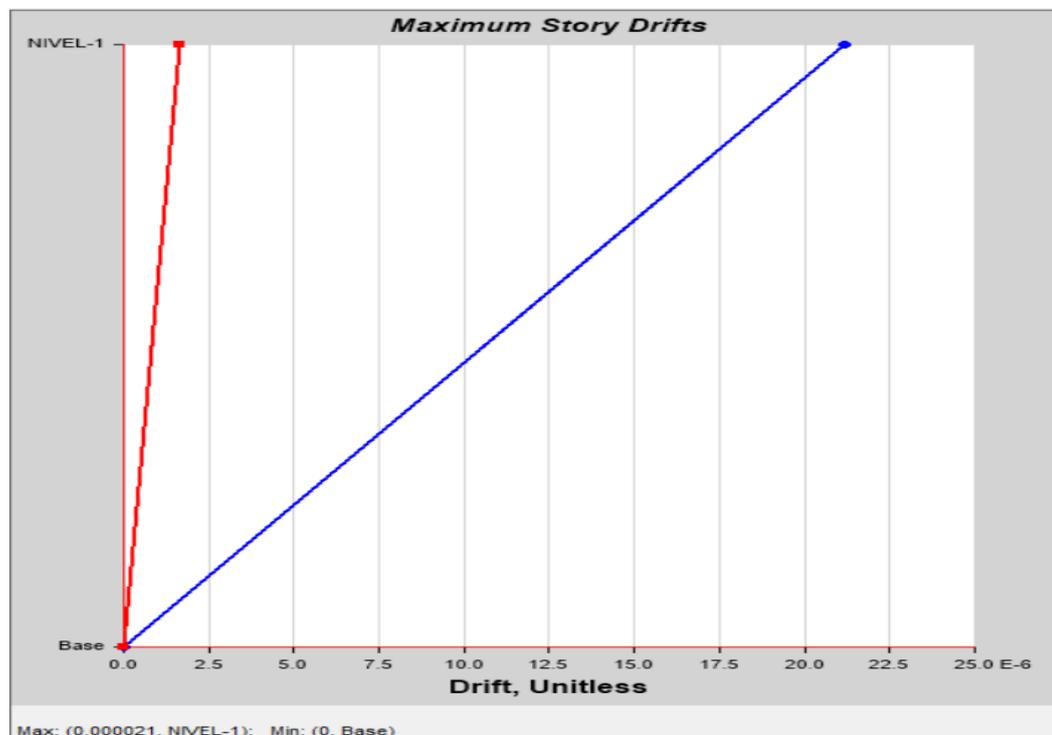
También sabemos según normativa, que para edificaciones de concreto armado con MDL, la distorsión del entrepiso debe ser como máximo de 0,005.

**Tabla 13***Desplazamiento y derivas máximas en X-X*

Table: Story Max Over Avg Drifts						
Story	Load Case/Comb	Item	Drift	Drift*0.75*R	Max Drift	Cumple
Nivel-1	SX estático	Drift X	0,00005	0,00015	0,005	Si
Nivel-1	SX estático	Drift X	0,00005	0,00015	0,005	Si
nivel-1	SX estático	Drift X	0,00006	0,00018	0,005	Si

Nota. Extraído del programa Etabs.

Como apreciamos en la tabla 13, los desplazamientos y derivas máximas en X-X es menor a 0,005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la Norma E. 030 para el tipo de edificación que estamos analizando.

**Figura 29***Derivas máximas X-X*

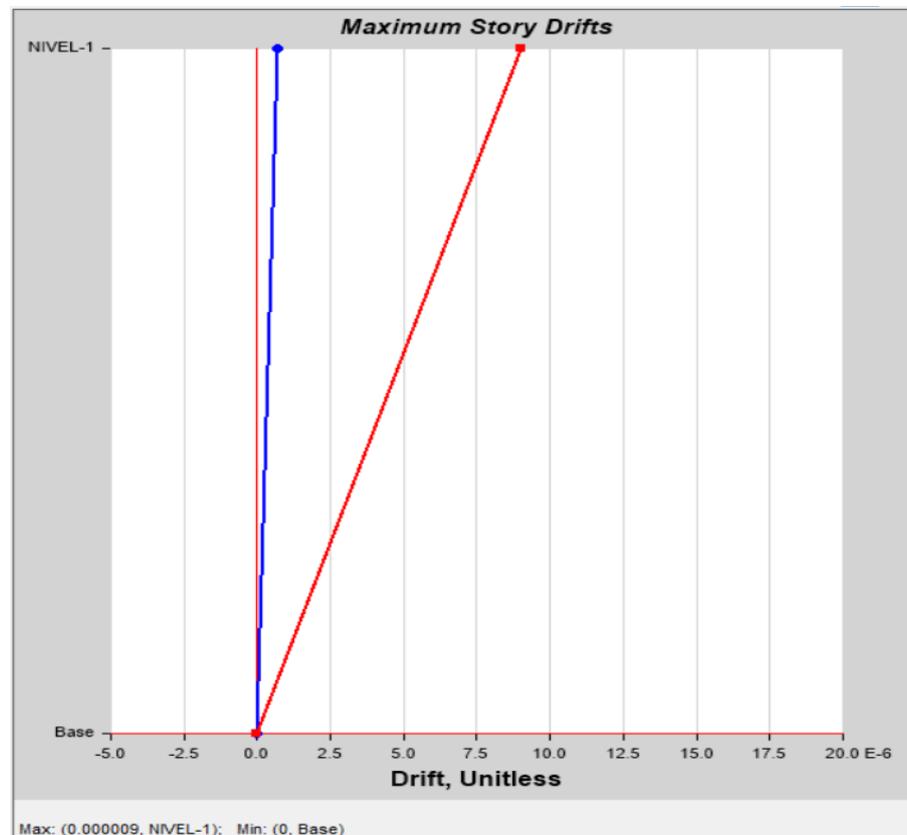
Nota. Extraído del programa Etabs.

**Tabla 14***Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y*

Table: Story Max Over Avg Drifts						
Story	Load Case	Item	Drift	Drift*0.75*R	Max Drift	Cumple
Nivel-1	SY	Drift	0,00002	0,00006	0,005	Si
	ESTATICO	Y				
Nivel-1	SY	Drift	0,00002	0,00006	0,005	Si
	ESTATICO	Y				
Nivel-1	SY	Drift	0,00003	0,00009	0,005	Si
	ESTATICO	Y				

Nota. Extraído del programa Etabs.

Como se puede observar en la tabla 14, las derivas y desplazamientos máximos en Y-Y son inferiores a 0,005, un valor que se ajusta a lo requerido en la Norma E. 030 para el tipo de edificación que estamos evaluando.

**Figura 30***Derivas máximas Y-Y*

Nota. Extraído del programa Etabs.

**c. Fuerza cortante dinámico en la base**

**Tabla 15**

*Fuerza cortante dinámica X-X*

Story	Output Case	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Nivel1	SX Dinamico	Top	0	7888,79	338,92	26313,37	0	0
Nivel1	SX Dinamico	Bottom	0	7888,79	338,92	26313,37	847,3	19721,97

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 16**

*Fuerza cortante dinámica Y-Y*

Story	Output Case	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Nivel 1	SY Dinamico	Top	0	338,94	7467,25	22646,37	0	0
Nivel 1	SY Dinamico	Bottom	0	338,94	7467,25	22646,37	18668,12	847,34

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**d. Verificación de cortante dinámico**

**Tabla 17**

*Fuerza cortante dinámica*

Eje	Ve	80 % Ve	Vd	Norma 030
X-X	7993,64	7194,28	7888,79	Cumple
Y-Y	7993,64	7194,28	7467,25	Cumple

*Nota:* Extraído del programa Etabs

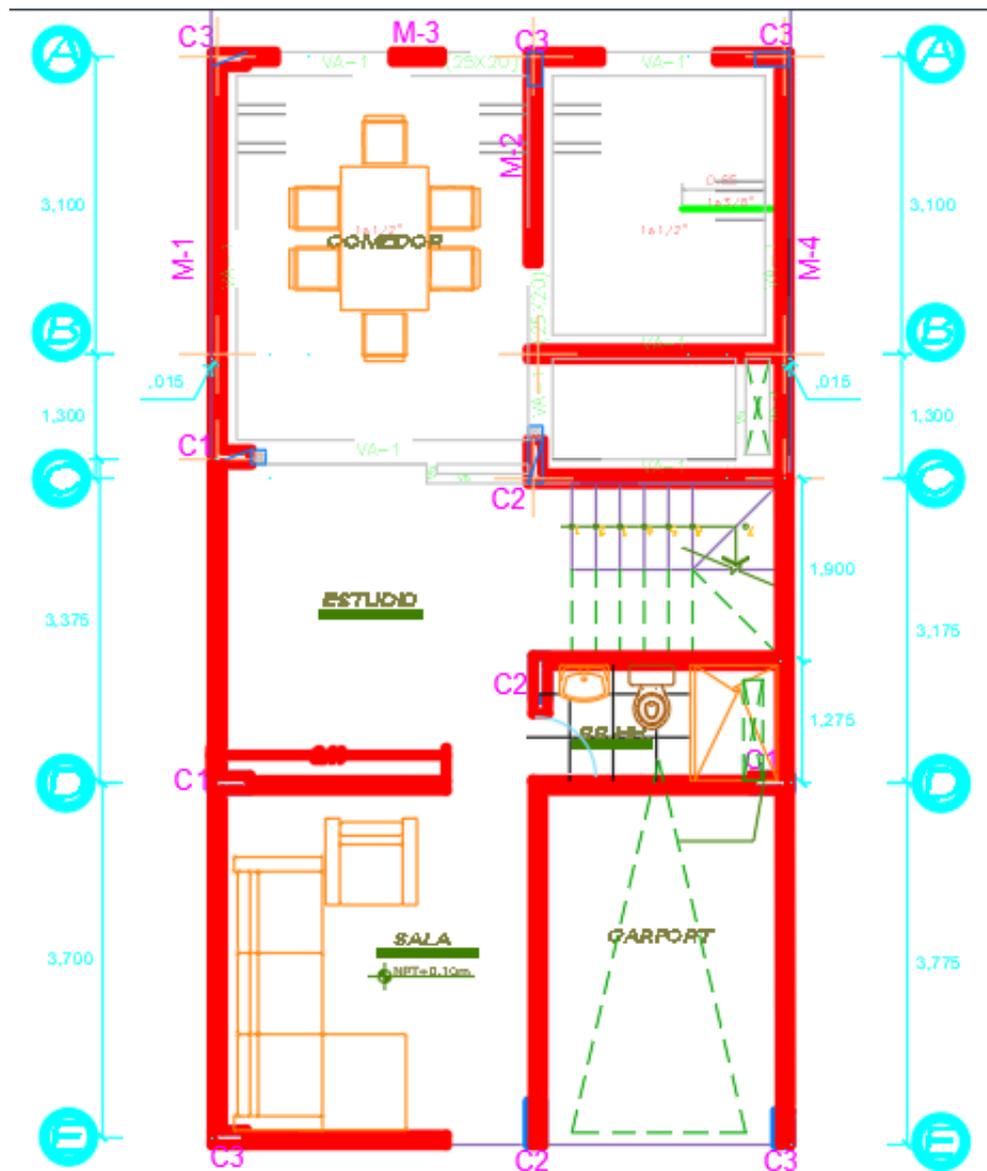
Como se puede observar en la Tabla 17, la fuerza basal dinámica supera el 80% de la cortante estática, lo que satisface las propiedades de construcciones regulares.

### 4.5.3. Modelado de ampliación y reforzamiento tipo A

Se propone una ampliación para la vivienda de interés social de tipo A, con el fin de ampliar el espacio de los ambientes y generar comodidades en los beneficiarios.

**Figura 31**

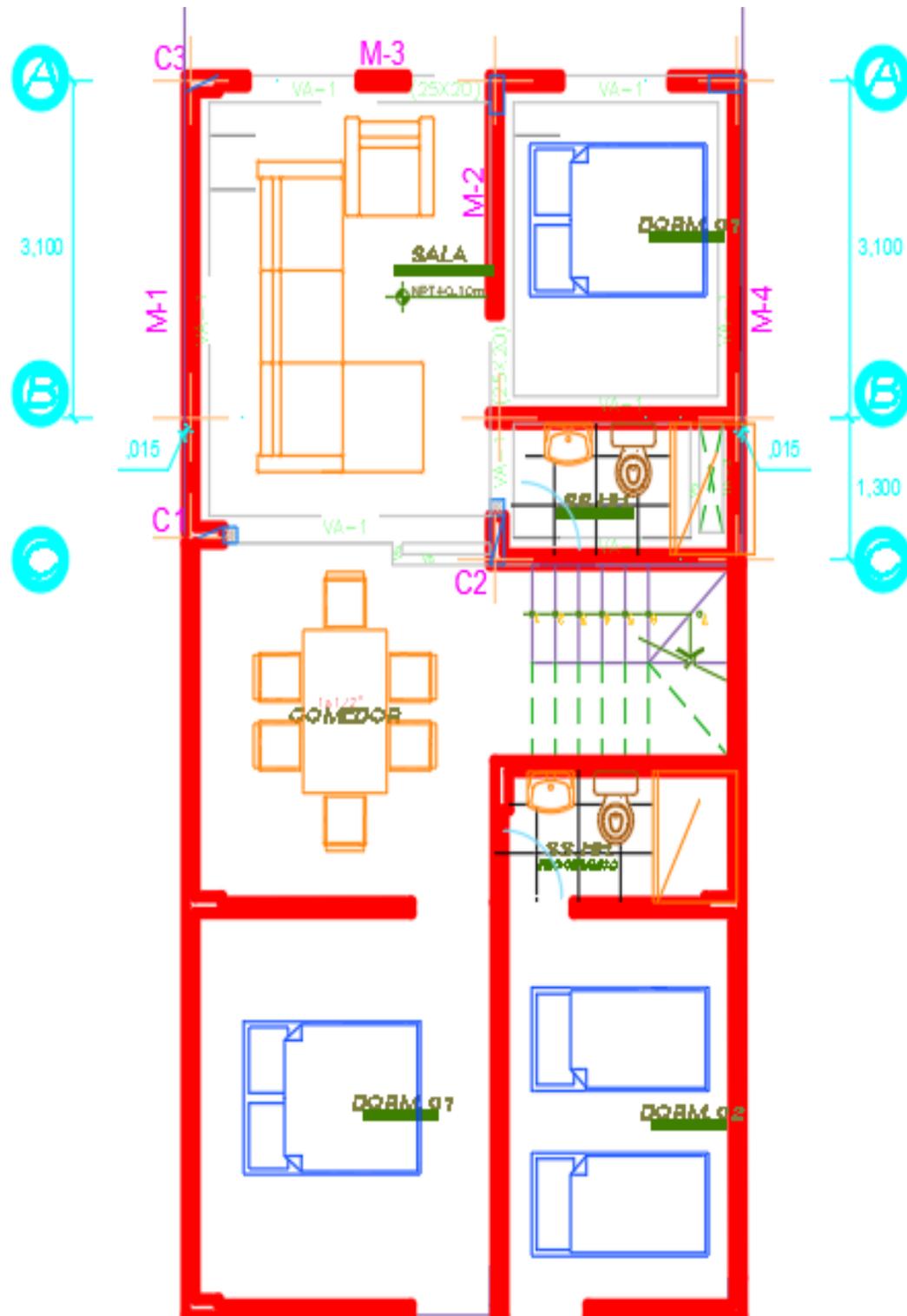
*Plano de propuesta de ampliación, Viviendas tipo A – primer nivel*



*Nota.* Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de techo propio.

Figura 32

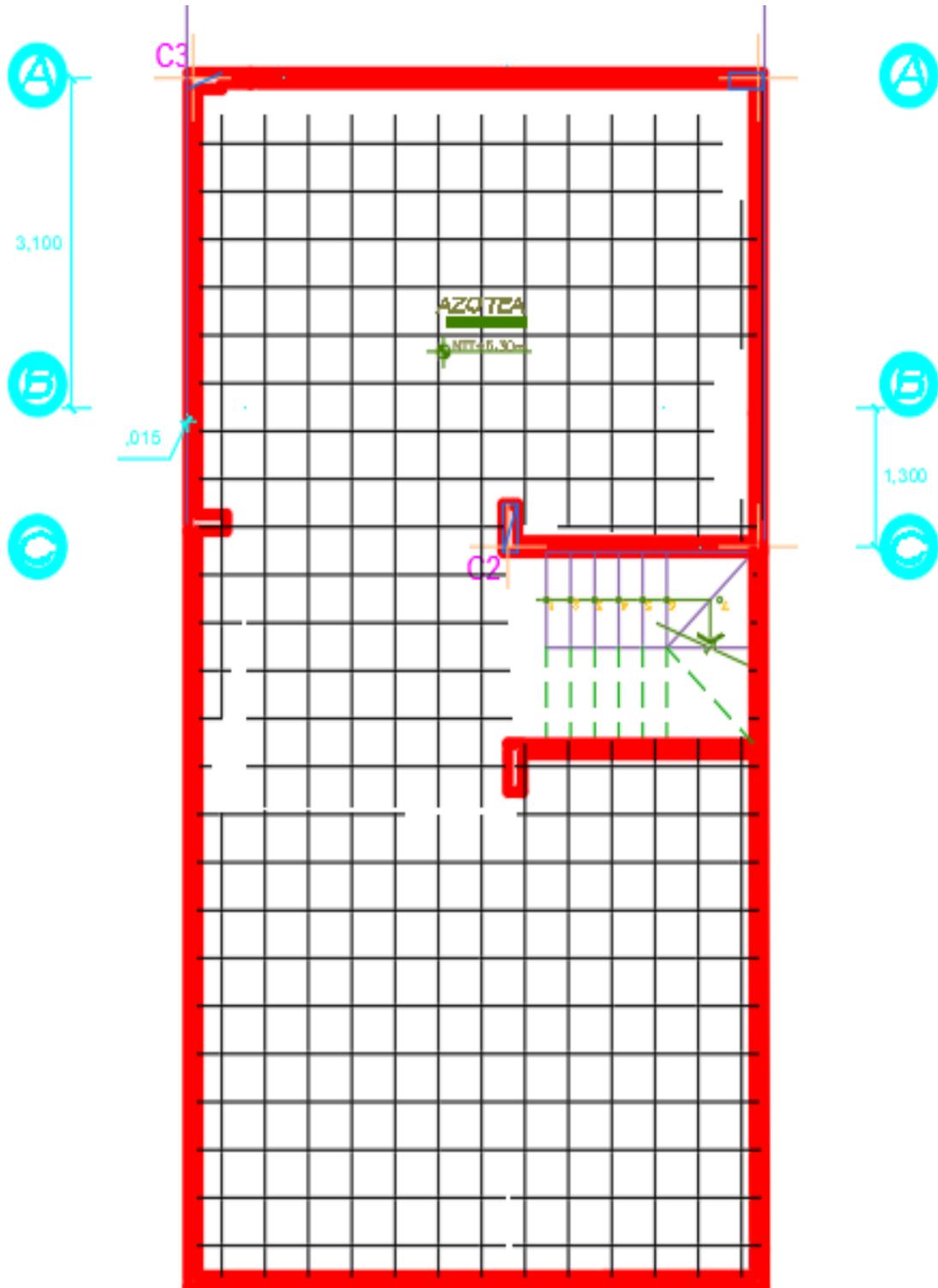
Plano de propuesta de ampliación, viviendas Tipo A – Segundo nivel



Nota. Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de techo propio.

**Figura 33**

*Plano de propuesta de ampliación para viviendas tipo A – Azotea*



*Nota.* Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de techo propio.

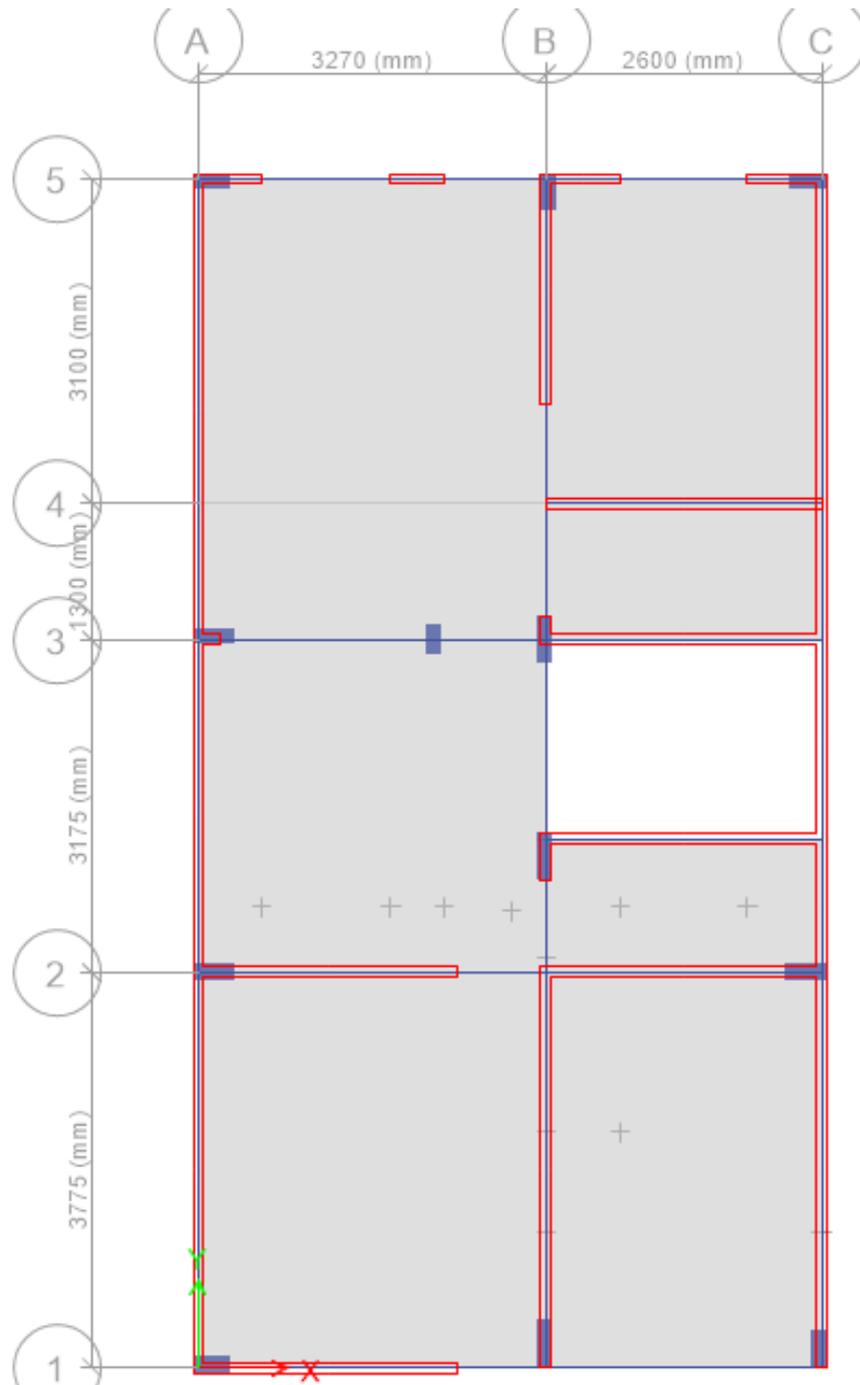
#### 4.5.3.1. Análisis sísmico

- Modelo Estructural

Se realizó el modelamiento de la ampliación y reforzamiento de la vivienda Tipo A, utilizando el software Etabs y en base a la normativa vigente (Figura 34 al 37).

**Figura 34**

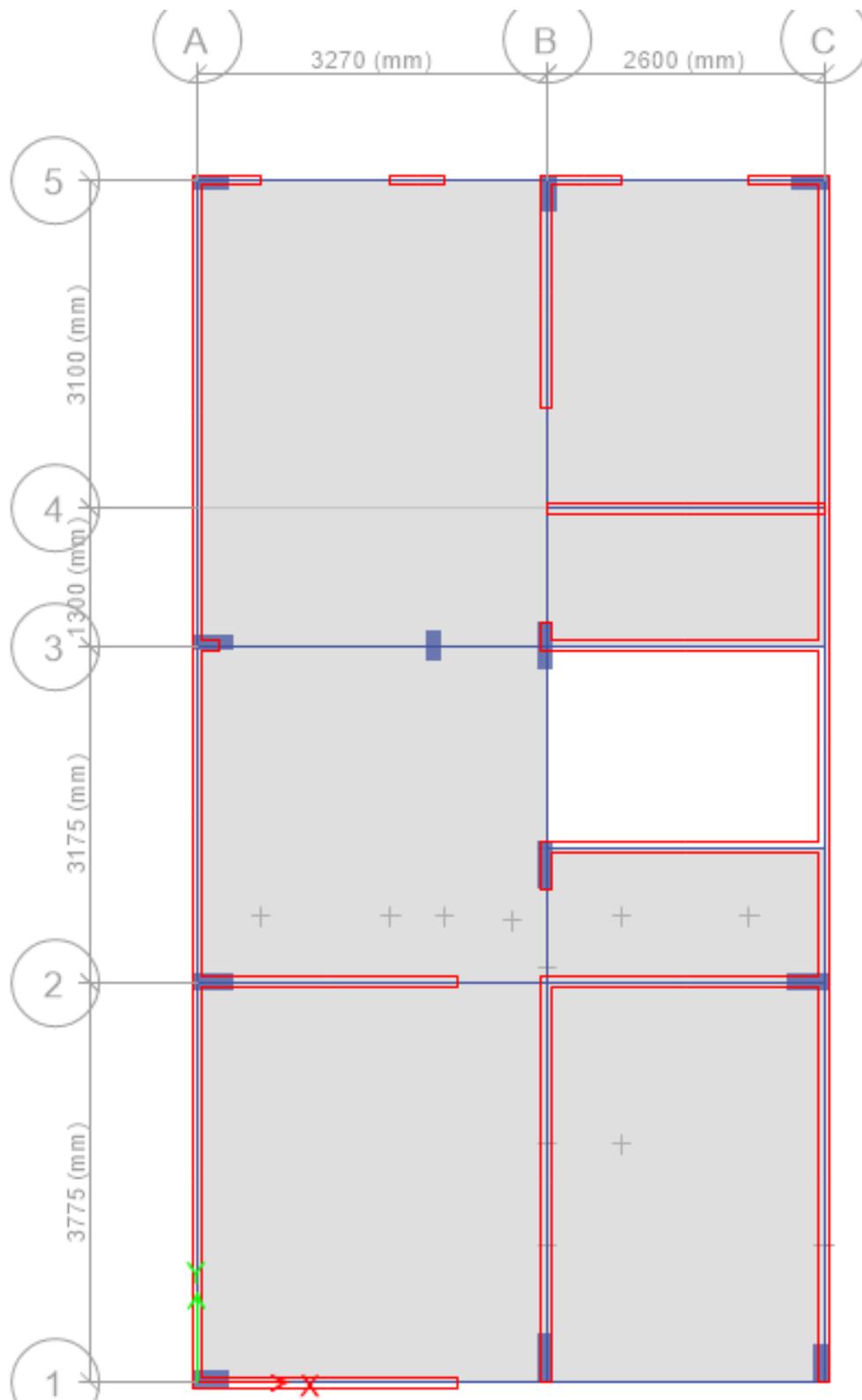
*Modelado de la estructura ampliada tipo A – primer nivel*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 35**

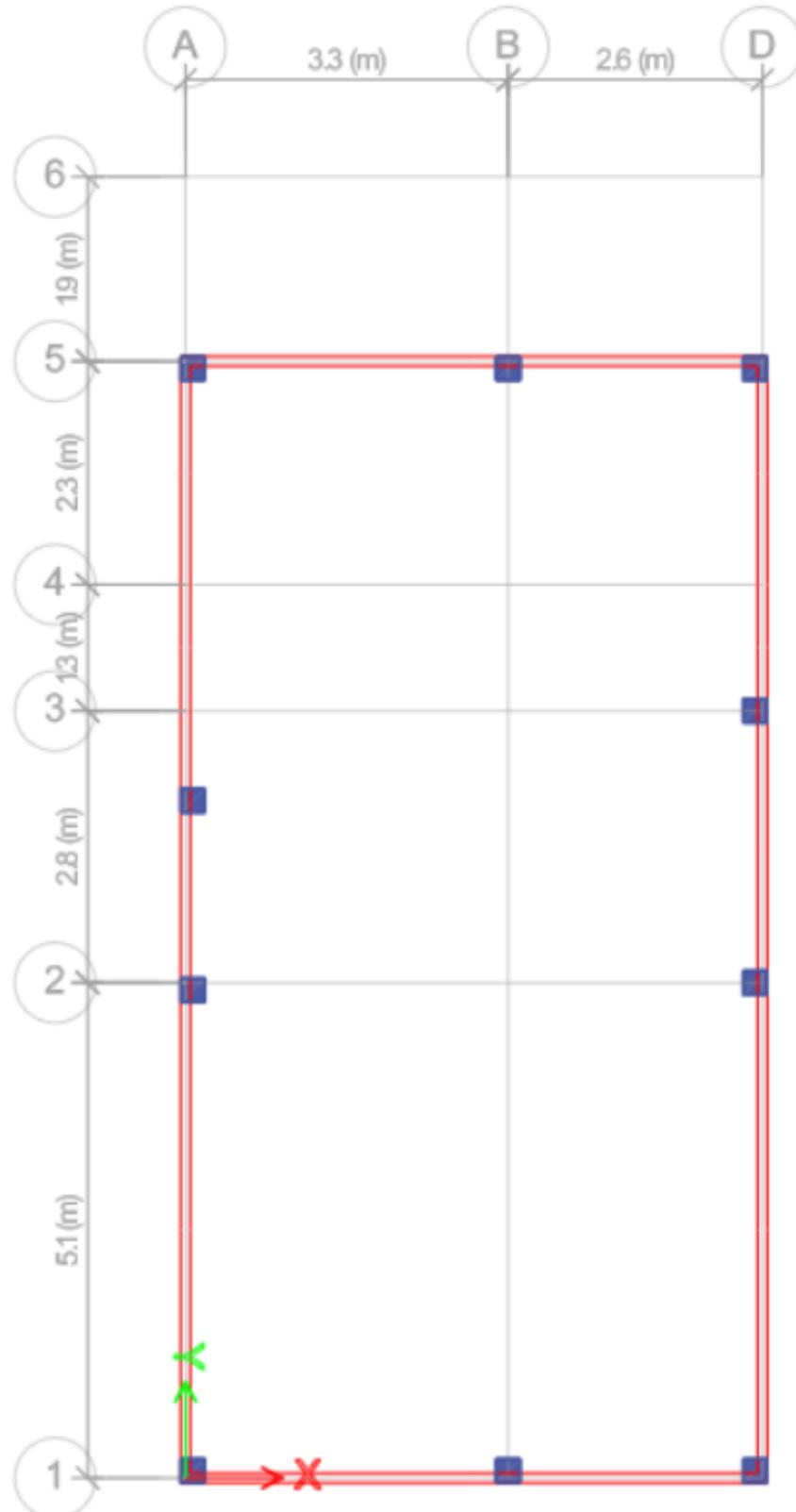
*Modelado de la estructura ampliada tipo A – Segundo nivel*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 36**

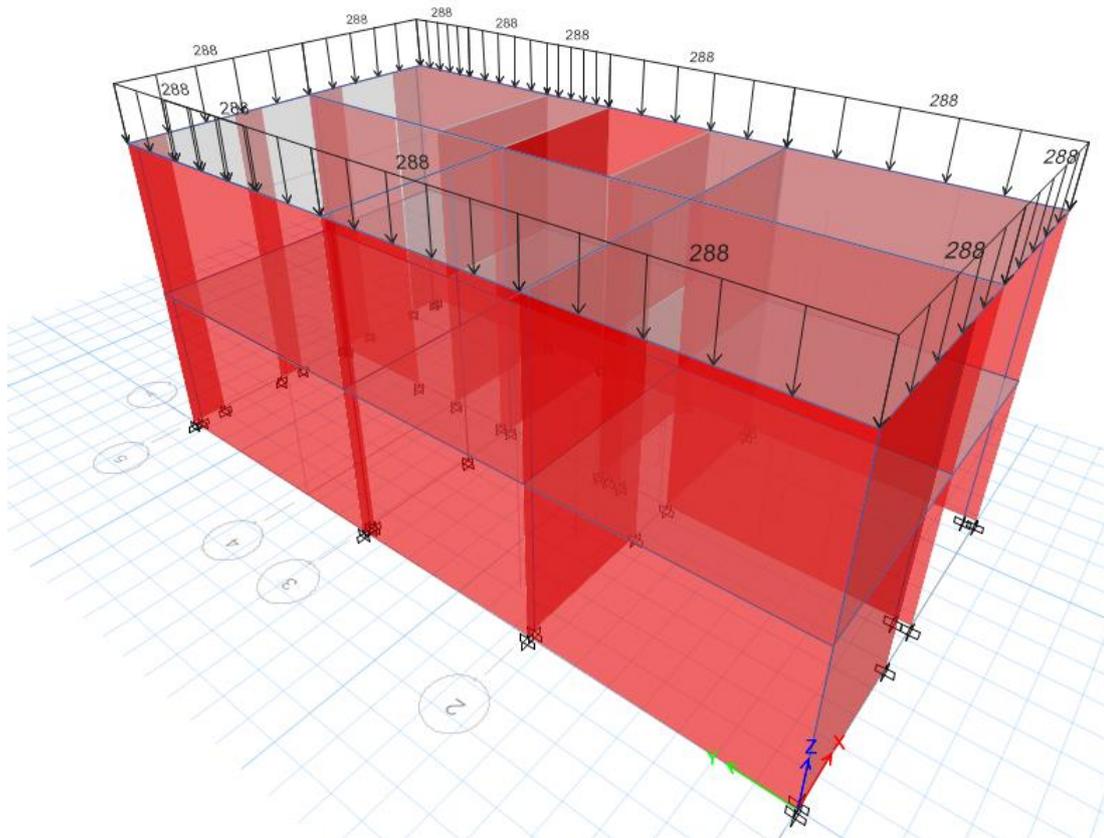
*Modelado de la estructura ampliada tipo A – Azotea.*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 37**

*Modelado 3D de la estructura ampliada tipo A*



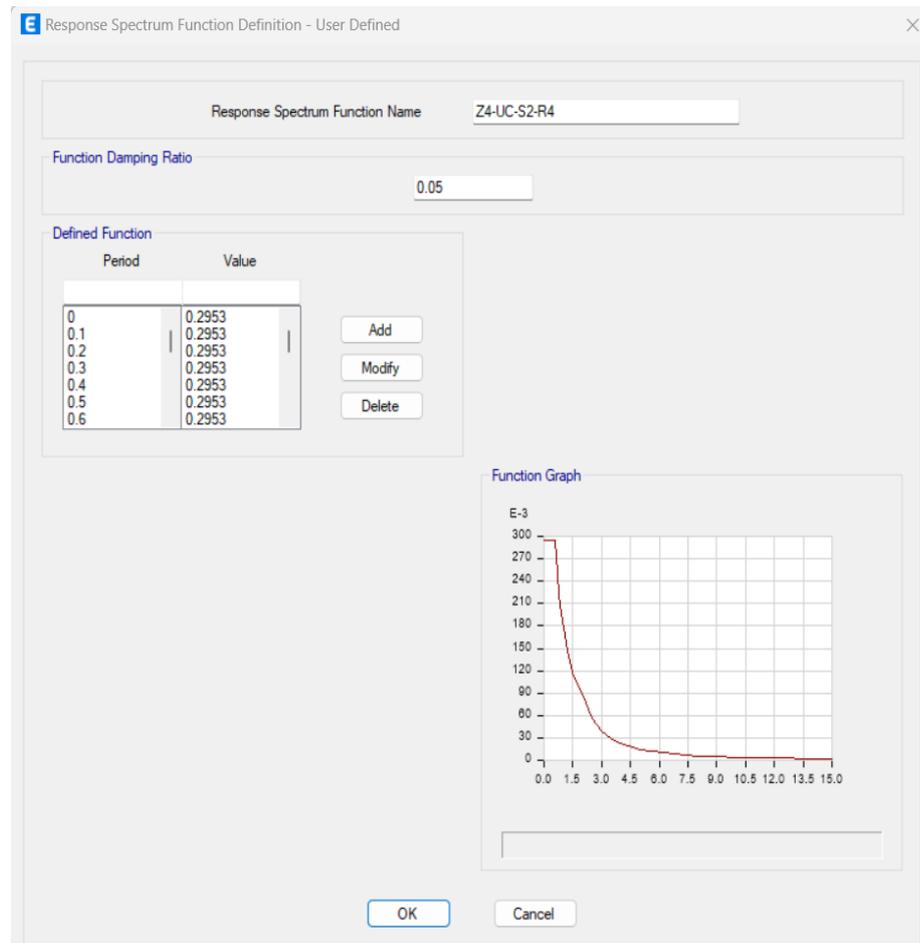
*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### 4.5.3.2. Análisis estático

##### a. Datos para análisis sísmico

**Figura 38**

*Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 18**

*Parámetros Sísmicos X-X y Y-Y*

parámetros sísmicos	
Parámetros	Factor
Z	0,45
U	1,00
C	2,50
S	1,05
Ro	4,00
la	1,00
lp	1,00
R	4,00

*Nota.* Datos extraídos de la normativa E030.

**b. Peso de la estructura**

**Tabla 19**

*Centro de masa y rigidez*

Story	Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	XCM mm	YCM mm
Story1	5 319,638	5 319,638	3 006,63	6 247,51
Story2	2 958,053	2 958,0531	2 985,67	5 859,86

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

Con la Tabla 19, podemos determinar el peso de la estructura es igual a:

$$P = 8\,277,69 \text{ Kg}$$

**c. Fuerza cortante en la base**

Cálculo de la fuerza cortante:

$$Ve = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$Ve = \frac{0,45 * 1 * 2.5 * 1,05}{4} * 81\,204,149$$

$$Ve = 23\,980,600 \text{ Kg}$$

$$Ve = Ve_{x-x} = Ve_{y-y}$$

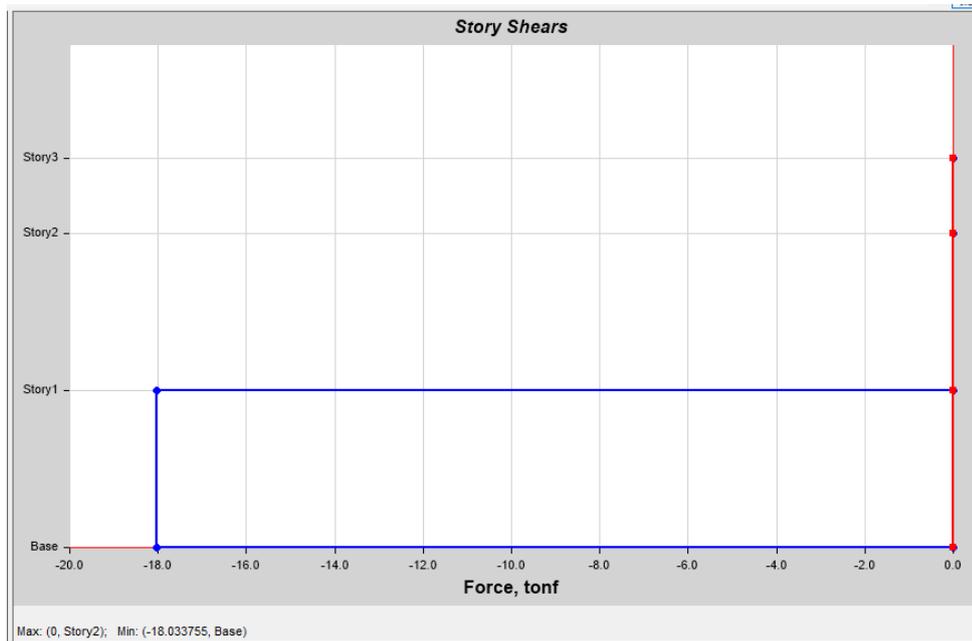
Con los resultados de la ecuación, determinamos que la fuerza cortante basal es igual al:

$$Ve_{x-x} = 23\,980,600 \text{ kg}$$

$$Ve_{y-y} = 23\,980,600 \text{ kg}$$

**Figura 39**

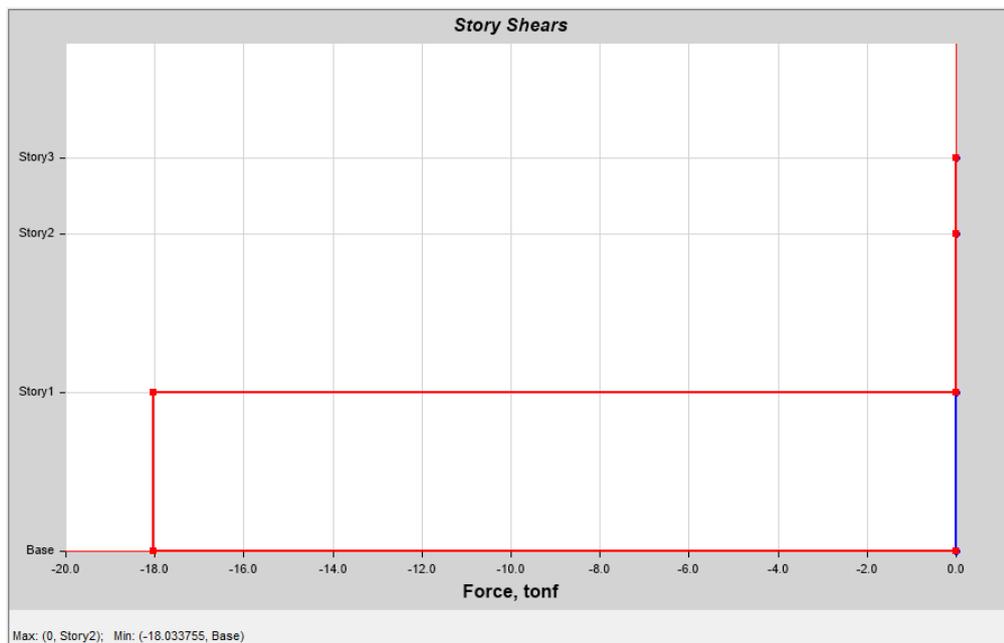
*Fuerza cortante por sismo estático X-X*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 40**

*Fuerza cortante por sismo estático Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

### 4.5.3.3. Análisis dinámico

#### a. Modo de vibración

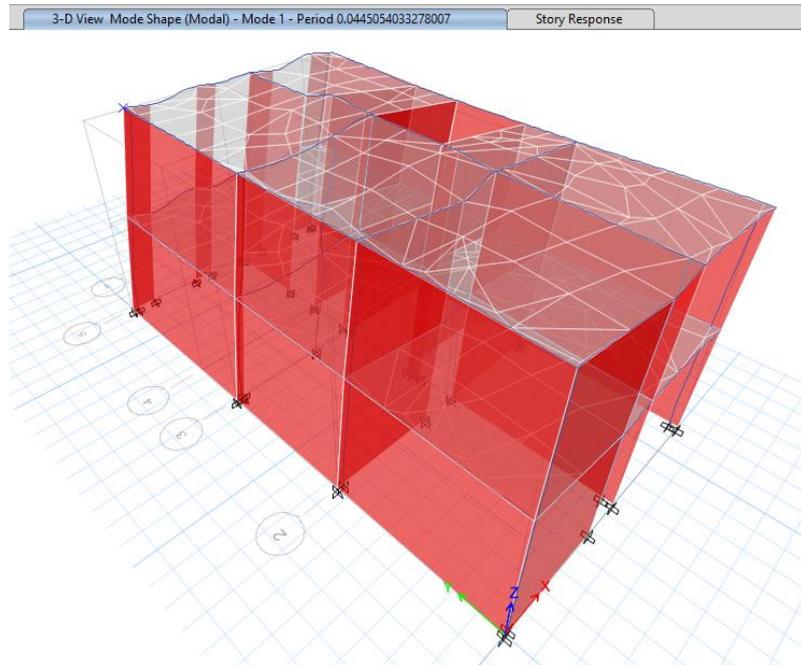
**Tabla 20**

*Participación de la masa modal*

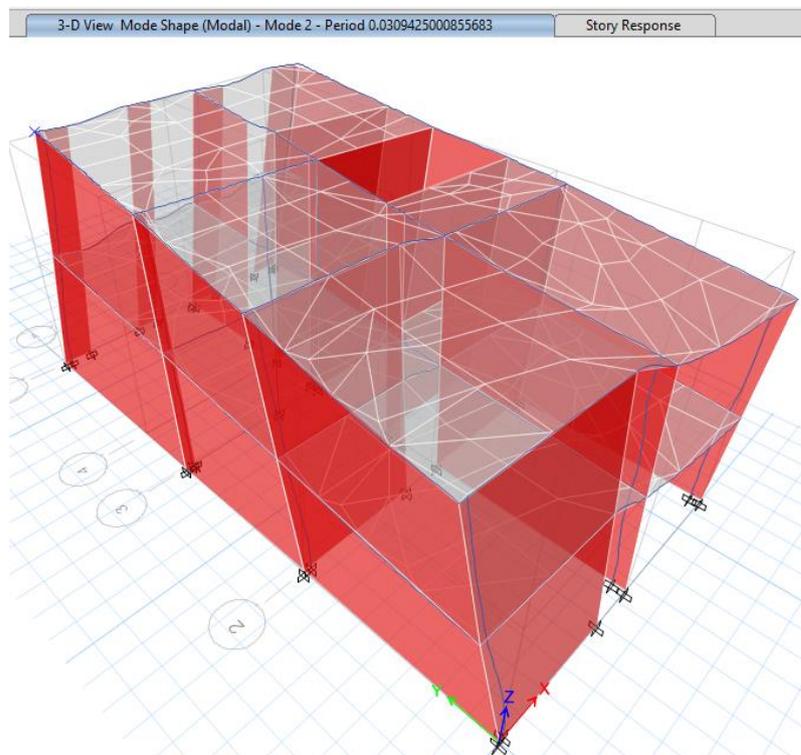
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0,045	0,8275	1,88E-05	0,8275	1,88E-05
Modal	2	0,031	0,0266	4,34E-06	0,8542	2,31E-05
Modal	3	0,026	1,68E-05	0,9136	0,8542	0,9136
Modal	4	0,014	0,1418	7,38E-07	0,996	0,9136
Modal	5	0,012	0,0034	0	0,9994	0,9136
Modal	6	0,01	5,67E-06	0,086	0,9994	0,9996
Modal	7	0,006	3,66E-05	1,05E-06	0,9994	0,9996
Modal	8	0,005	0,0005	1,45E-06	0,9999	0,9996
Modal	9	0,005	2,40E-05	0	0,9999	0,9996

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

En la tabla 20 se determinan los modos de vibración, donde podemos observar el periodo fundamental que presenta la estructura en X-X y Y-Y. En la primera dirección es 0,045 segundos y en el segundo es 0,031 segundos, respectivamente.

**Figura 41***Modo 01, sentido X-X*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 42***Modo 02, sentido Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

### b. Desplazamiento en la edificación

Según la NTP E.030, los desplazamientos laterales los calculamos multiplicando por 0,75 R cuando tenemos estructuras regulares y por 0,85 R en el caso de estructuras irregulares, teniendo en nuestro caso una estructura regular la amplificación será por 0,75 R. También sabemos según normativa, que para edificaciones de concreto armado con MDL se tiene una deriva máxima de 0,005.

**Tabla 21**

*Desplazamiento y derivas máximas en X-X*

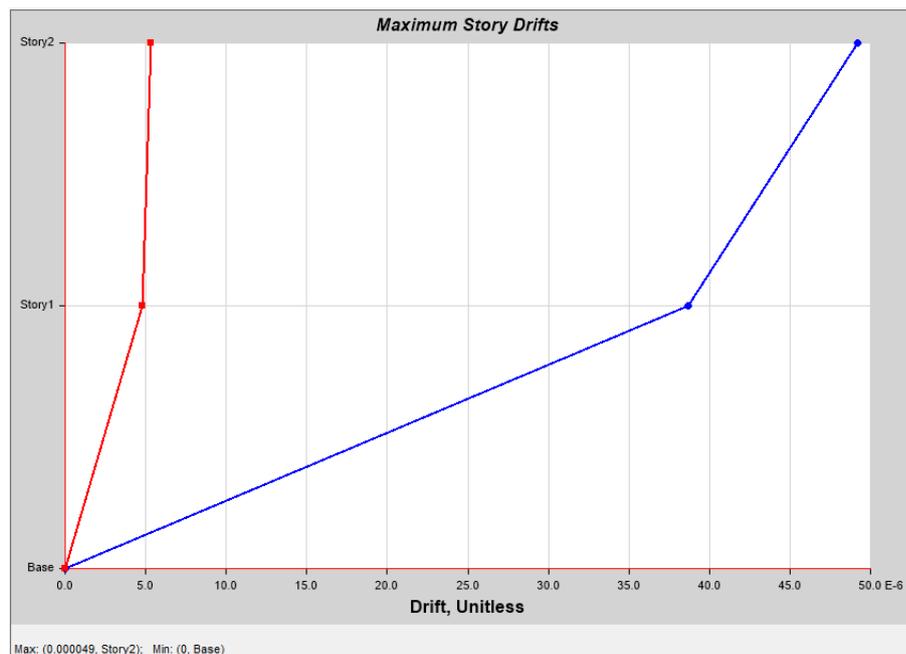
Story	Output Case	Item	Drift	Drift*0.75*R	Max Drift	Cumple
Story2	SX-DIN	Drift X	0,000088	0,000049	0,005	Si
Story1	SX-DIN	Drift X	0,00004	0,000038	0,005	Si

*Nota.* Extraído del programa Etabs

Como apreciamos en la tabla 21, los desplazamientos y derivas máximas en X-X es menor a 0,005 valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la Norma E.030 para el tipo de edificación que estamos analizando

**Figura 43**

*Derivas máximas X-X*



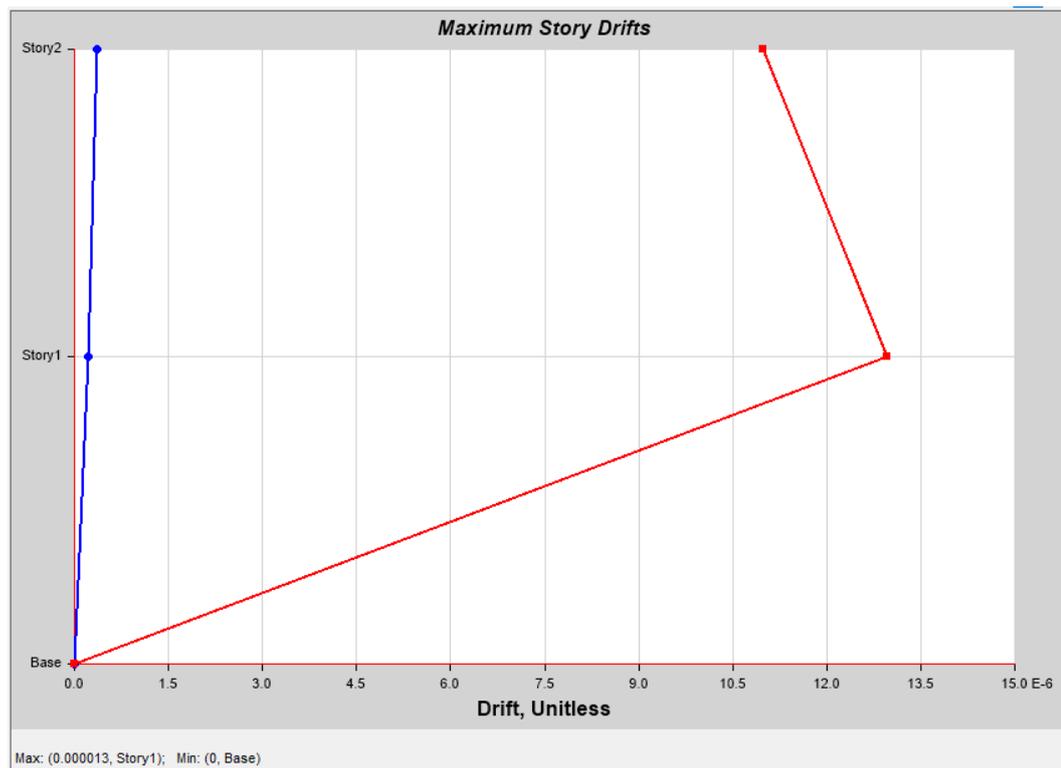
*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 22***Desplazamientos y derivas máximas en Y-Y*

Story	Output Case	Item	Drift	Drift*0.75*R	Max Drift	Cumple
Story2	SY-DIN	Drift Y	0,000024	0,000072	0,005	Si
Story1	SY-DIN	Drift Y	0,000012	0,000036	0,005	Si

*Nota.* Extraído del programa Etabs

Como observamos en la tabla 22, los desplazamientos y derivas máximas en X-X es menor a 0,005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la Norma E. 030 para el tipo de edificación que estamos analizando

**Figura 44***Derivas máximas Y-Y**Nota.* Extraído del programa Etabs

**c. Fuerza cortante en la base – cortante dinámico**

**Tabla 23**

*Fuerza cortante dinámica X-X*

Story	Output Case	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-cm	MX kgf-cm	MY kgf-cm
Story2	SX-DIN	Top	0	17676,01	100,82	11254324,7	0	0
Story2	SX-DIN	Bottom	0	17676,01	100,82	11254324,7	25204,35	4419001,6
Story1	SX-DIN	Top	0	27274,72	177,75	17554455,5	25204,35	4419001,6
Story1	SX-DIN	Bottom	0	27274,72	177,75	17554455,5	67860,22	11056098,4

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 24**

*Fuerza cortante dinámica Y-Y*

Story	Output Case	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-cm	MX kgf-cm	MY kgf-cm
Story2	SY-DIN	Top	0	127,04	17853,87	5159638,48	0	Story2
Story2	SY-DIN	Bottom	0	127,04	17853,87	5159638,48	4463468,14	31760,71
Story1	SY-DIN	Top	0	177,75	29720,95	8640090,68	4463468,14	31760,71
Story1	SY-DIN	Bottom	0	177,75	29720,95	8640090,68	11786760,2	75413,07

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**d. Verificación de cortante dinámico**

La verificación de cortante dinámico se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Fuerza cortante dinámica*

EJE	Ve	80 % Ve	Vd	Norma 030
X-X	23 980.600	19 184,48	27 274,72	Cumple
Y-Y	23 980.600	19 184,48	29 720,95	Cumple

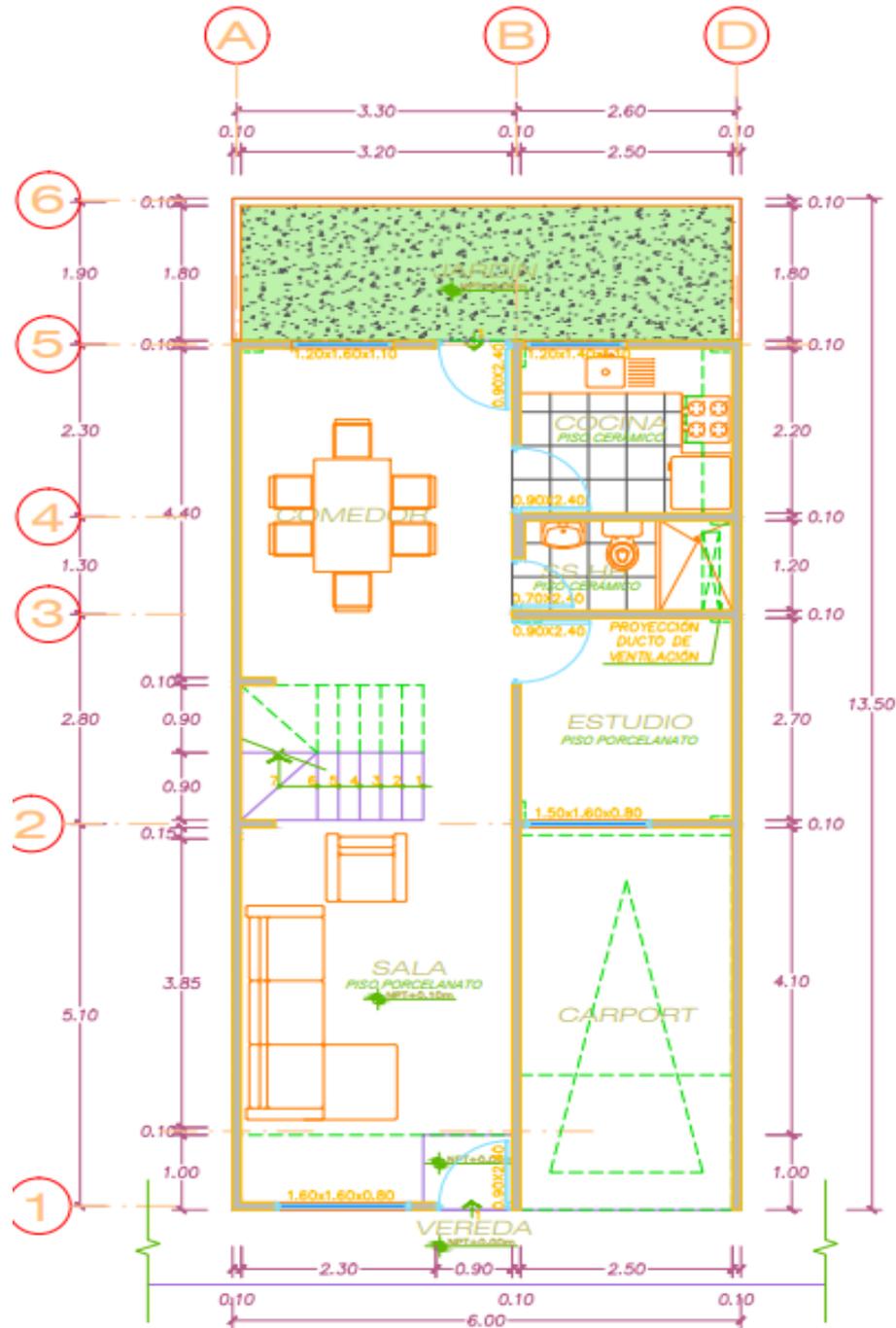
*Nota.* Cálculo realizado con datos que proporciona el programa Etabs.

En la Tabla 25, se observa que la cortante dinámica es mayor al 80 % de la cortante estática, para edificaciones regulares.

#### 4.5.4. Modelado de ampliación y reforzamiento tipo B

**Figura 45**

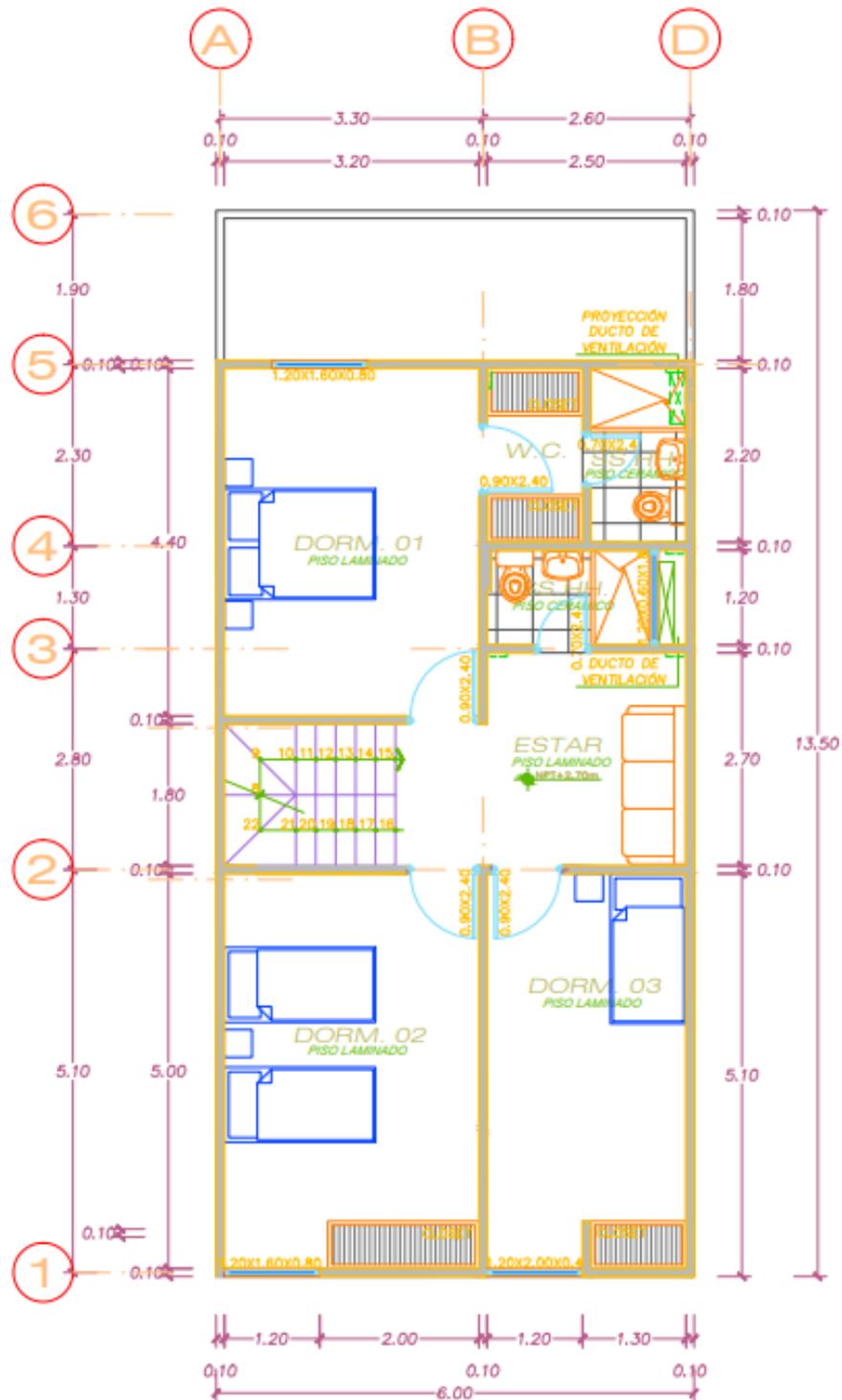
*Plano de propuesta de ampliación tipo B – primer nivel*



*Nota.* Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de Techo Propio.

Figura 46

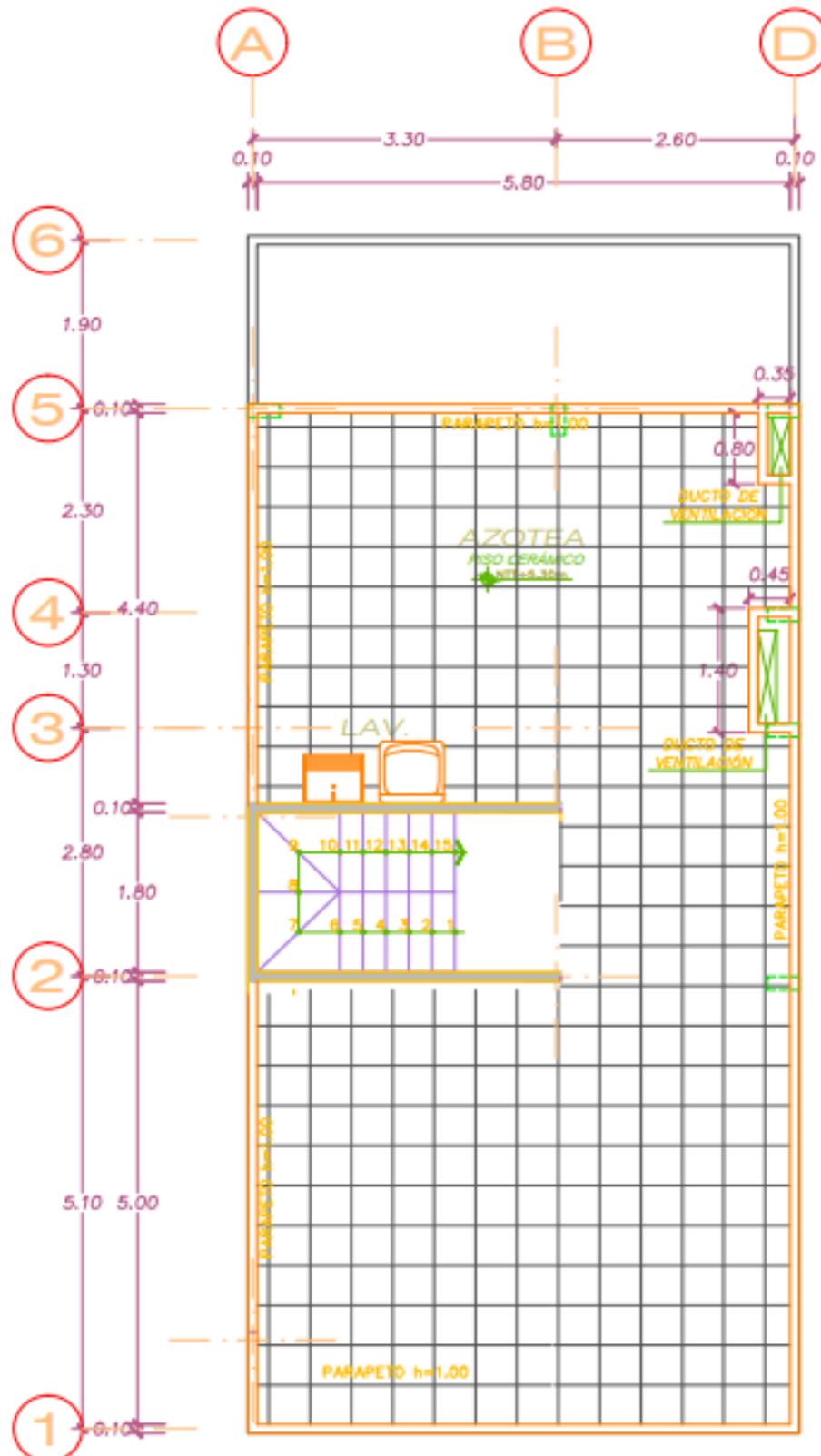
Plano ampliación para viviendas tipo B – segundo nivel



Nota. Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de techo propio.

Figura 47

Plano ampliación para viviendas tipo B – azotea



Nota. Diseño elaborado como propuesta de ampliación para beneficiarios de techo propio.

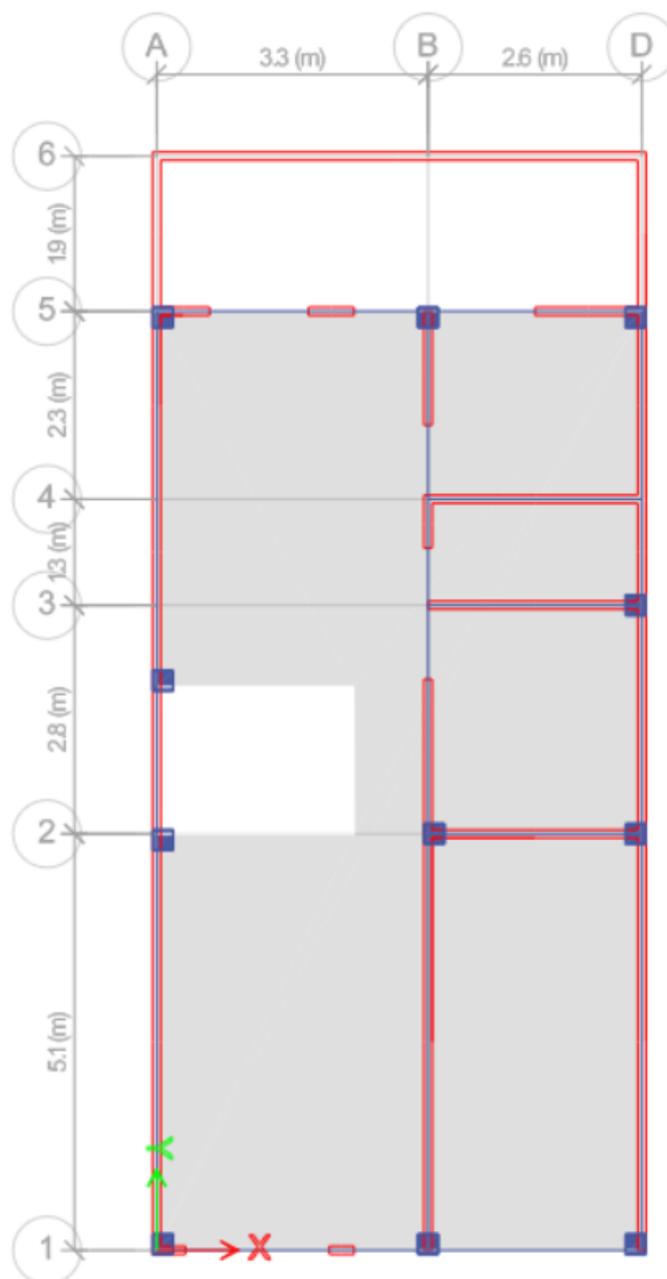
#### 4.5.4.1. Análisis sísmico

##### - Modelo Estructural

Se realizó el modelamiento de la ampliación y reforzamiento de la vivienda Tipo B utilizando el software Etabs y en base a la normatividad vigente.

**Figura 48**

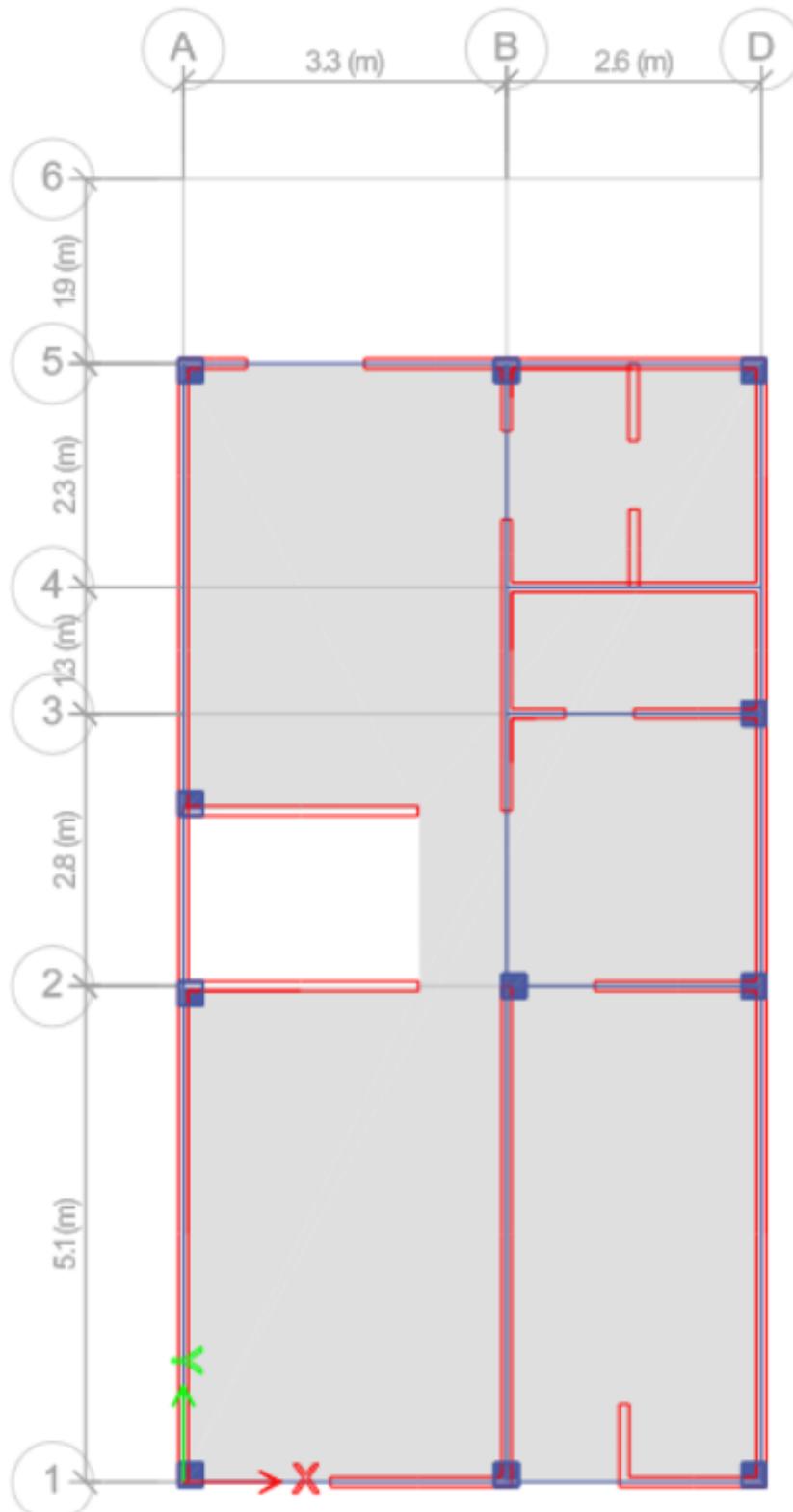
*Modelado de la vivienda ampliada tipo B – primer nivel*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Figura 49**

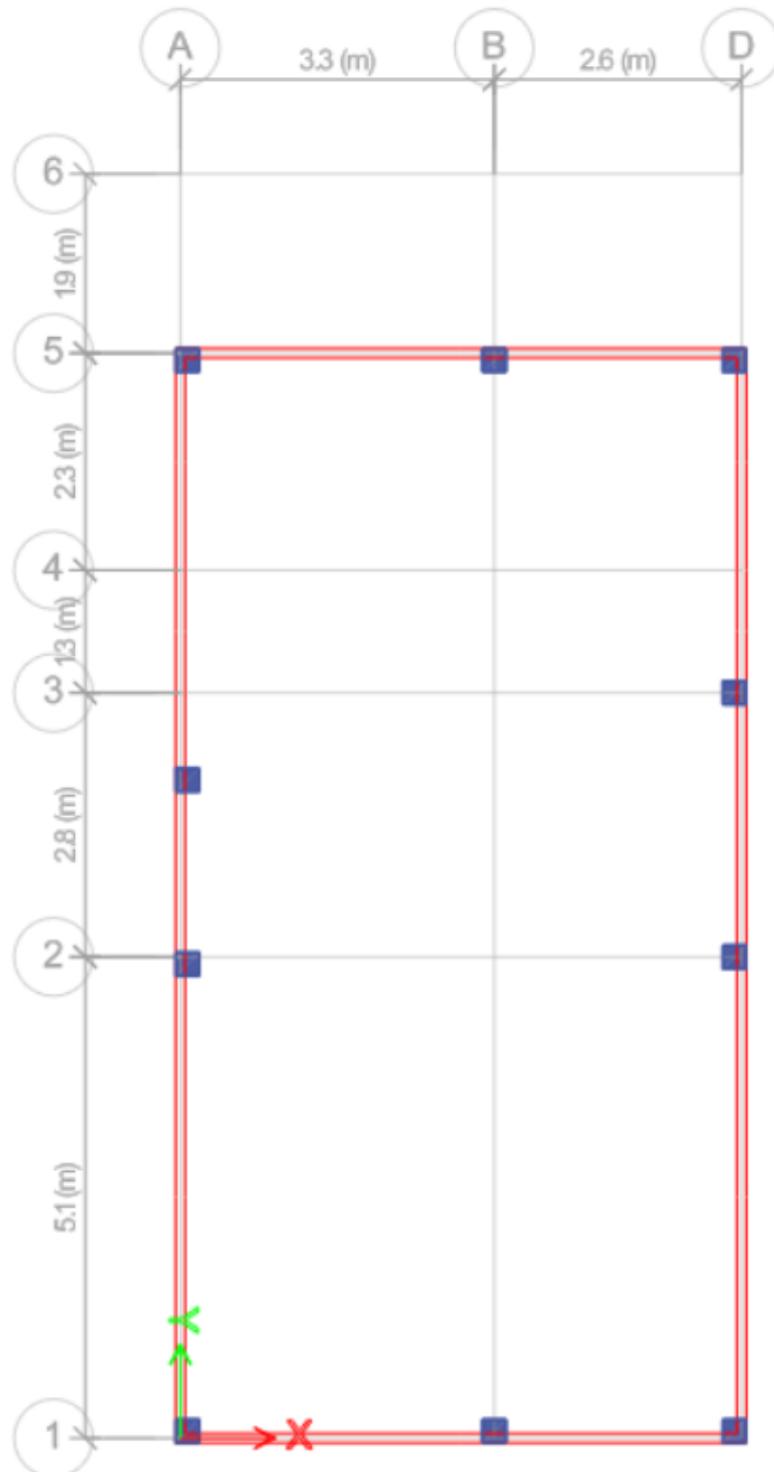
Modelado de la estructura ampliada tipo B – segundo nivel



Nota. Extraído del programa Etabs.

**Figura 50**

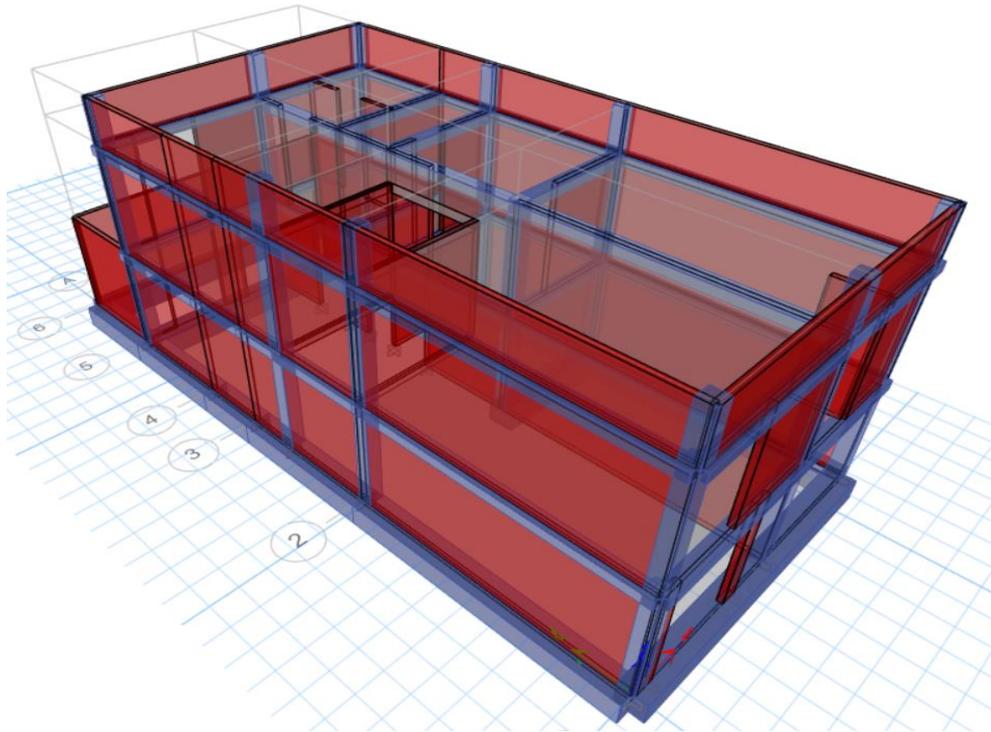
Modelado de la estructura ampliada tipo B – azotea



Nota. Extraído del programa Etabs.

**Figura 51**

*Modelado 3D de la estructura ampliada tipo B*



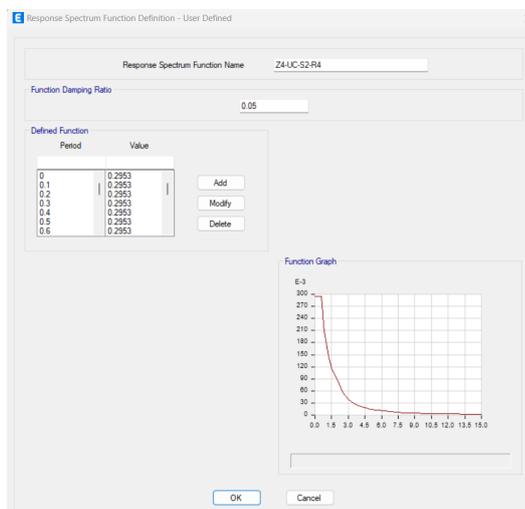
*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### 4.5.4.2. Análisis estático

##### a. Datos para análisis sísmico

**Figura 52**

*Espectro de respuesta en el eje X-X y Y-Y*



*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 26***Parámetros sísmicos X-X y Y-Y*

Parámetros	Factor
Z	0,45
U	1,00
C	2,50
S	1,05
Ro	4,00
la	1,00
lp	1,00
R	4,00

*Nota.* Datos extraídos de la normativa E030.

**b. Peso de la estructura**

**Tabla 27***Centro de masa y rigidez*

Table: Centers Of Mass And Rigidity					
Story	Diaphragm	Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m
<b>NIVEL</b>					
<b>01</b>	D1	1507,51	7033,58	3,19	5,94
<b>NIVEL</b>					
<b>02</b>	D2	5526,07	5526,07	3,17	5,9

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

Con los resultados de la Tabla 27, determinamos que el peso de la estructura es igual a:

$$P = 7\,033,58 \text{ Kg}$$

**c. Fuerza cortante basal**

- Cálculo de la fuerza cortante:

$$V_e = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_e = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{4} * P$$

$$V_e = 20354.83 \text{ Kg}$$

$$V_e = V_{e_{x-x}} = V_{e_{y-y}}$$

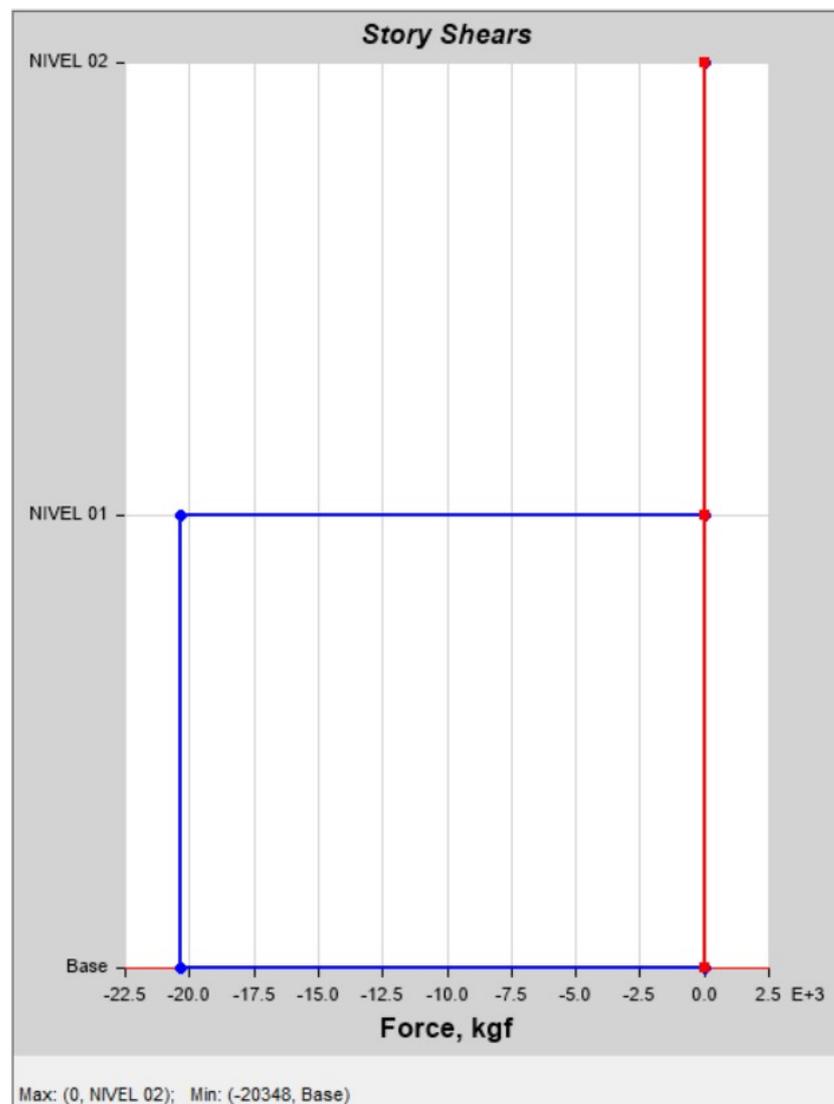
Con los resultados de la ecuación, determinamos que la fuerza cortante basal es igual a:

$$V_{e_{x-x}} = 20\,354,83 \text{ kg}$$

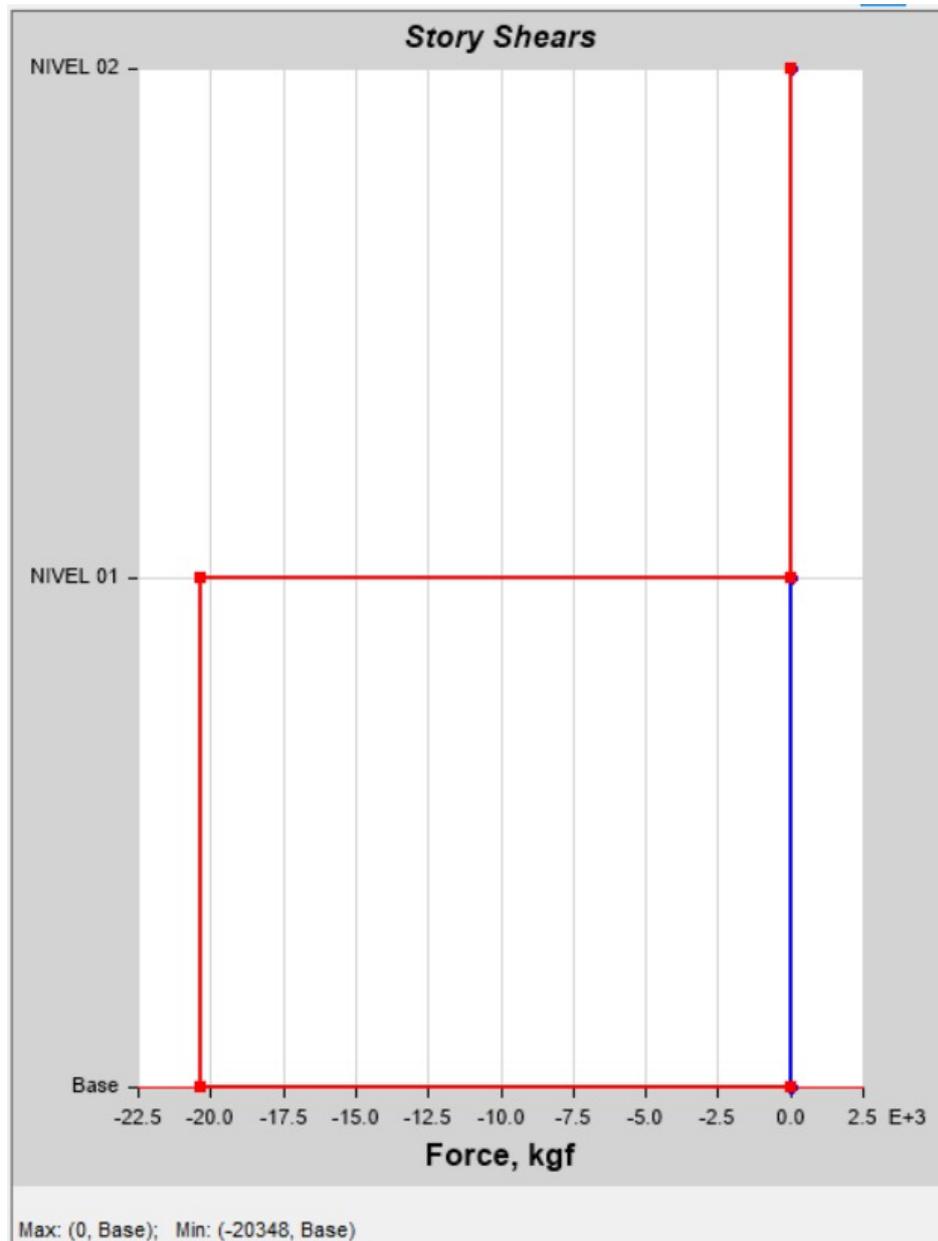
$$V_{e_{y-y}} = 20\,354,83 \text{ kg}$$

**Figura 53**

*Fuerza cortante por sismo estático X-X*



Nota. Extraído del programa Etabs.

**Figura 54***Fuerza cortante por sismo estático Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### 4.5.4.3. Análisis dinámico

##### a. Modo de vibración

La participación de la masa modal se presenta en la tabla 28.

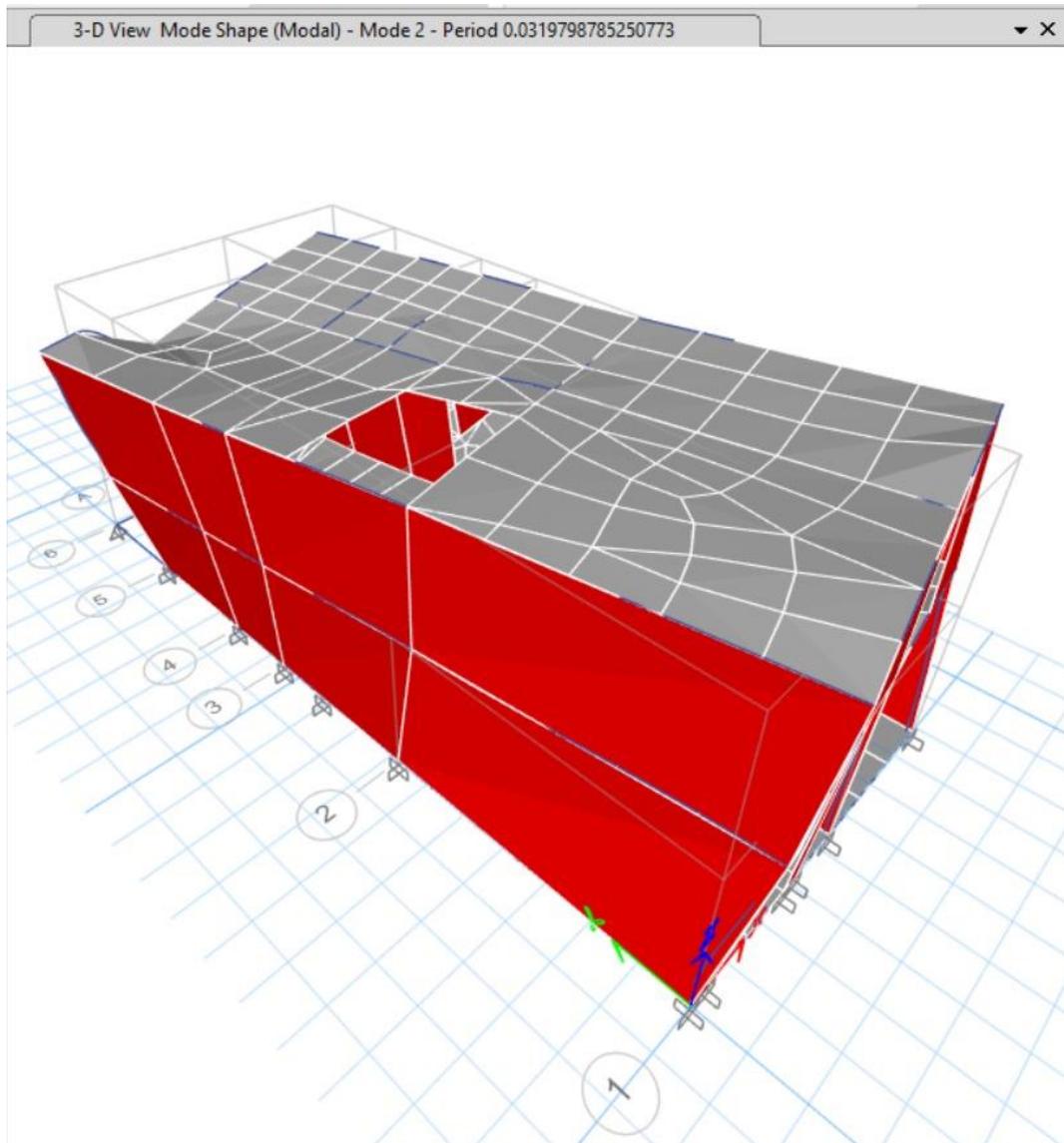
**Tabla 28***Tabla de participación de la masa modal*

<b>Table: Modal Participating Mass Ratios</b>						
<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period (sec)</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>SumUX</b>	<b>SumUY</b>
Modal	1	0,06	<b>0,6326</b>	0,0000276	0,6326	0,0000276
Modal	2	0,03	0,031	<b>0,0009</b>	0,6636	0,0009
Modal	3	0,03	0,0862	0,0309	0,7497	0,0318
Modal	4	0,03	0,0037	0,7011	0,7535	0,7329
Modal	5	0,01	0,0127	0,00002387	0,7662	0,7329
Modal	6	0,01	0,0185	0,0006	0,7847	0,7335
Modal	7	0,01	0,0002	0,0028	0,7849	0,7363
Modal	8	0,01	0,0005	0,0289	0,7854	0,7652
Modal	9	0,01	0,0004	0,0027	0,7858	0,7679
Modal	10	0,01	0,0004	0,0069	0,7862	0,7748
Modal	11	0,01	0,00003576	0,0067	0,7863	0,7815
Modal	12	0,01	0,001	0,0008	0,7873	0,7824

*Nota:* Extraído del programa Etabs

En la tabla 28 se determinan los modos de vibración, donde podemos observar el periodo fundamental que presenta la estructura en la dirección X y Y. En la dirección X-X es 0.06 segundos y en el eje Y-Y tenemos 0,03 segundos.



**Figura 56***Modo 02, sentido Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**b. Desplazamiento en la edificación**

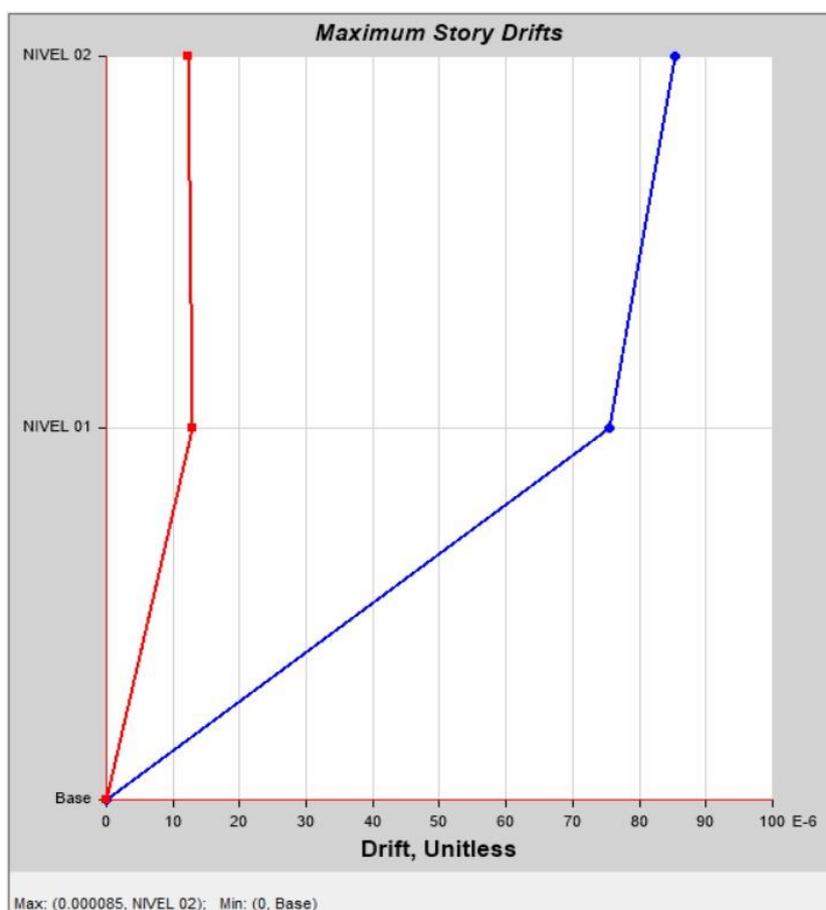
**Tabla 29**

*Desplazamiento y derivas máximas en X-X*

Story	Load Case	Item	Drift	Drift *0,75*R	Max Drift	Cumple
		SX				
Nivel 02	Dinámico	X	0,00019	0,00057	0,005	SI
		SY				
Nivel 02	Dinámico	X	0,00001	0,00003	0,005	SI
		SX				
Nivel 01	Dinámico	X	0,00024	0,00072	0,005	SI
		SY				
Nivel 01	Dinámico	X	0,00001	0,00003	0,005	SI

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

Como apreciamos en la tabla 29 los desplazamientos y derivas máximas en X-X es menor a 0,005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la Norma E. 030 para el tipo de edificación que estamos analizando.

**Figura 57***Derivas máximas X-X*

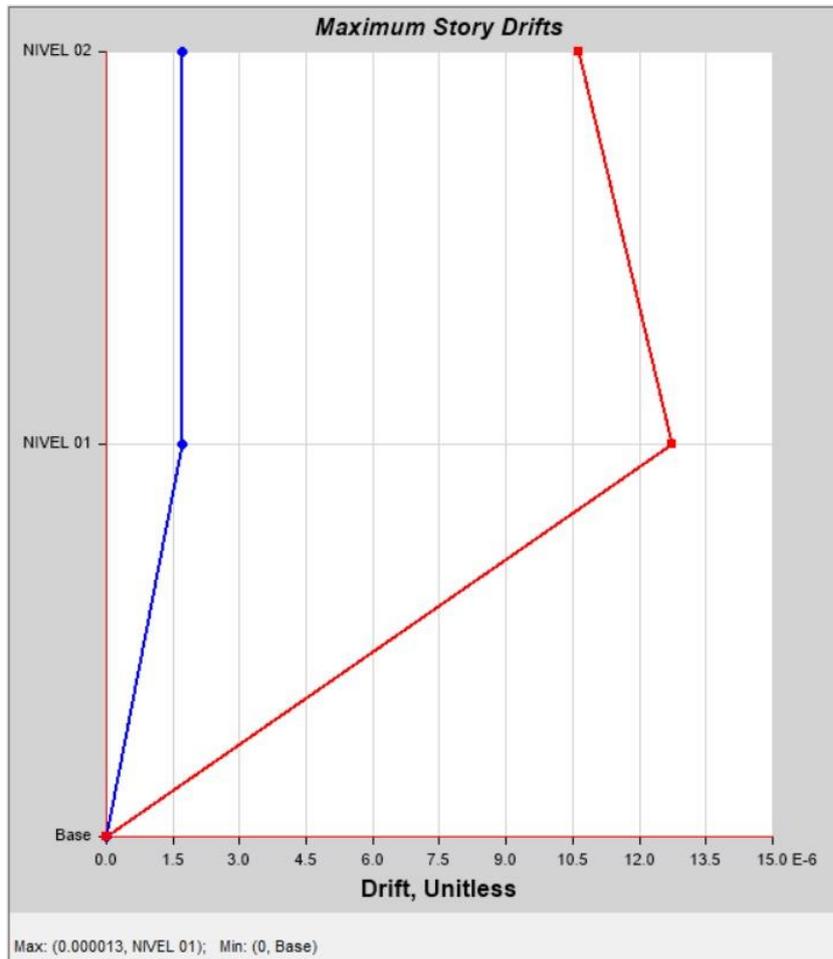
Nota. Extraído del programa Etabs.

**Tabla 30***Desplazamiento y derivas máximas en Y-Y*

Story	Load Case	Item	Drift	Drift *0.75*R	Max Drift	Cumple
Nivel 02	SX Dinámico	Y	0,00004	0,00012	0,005	SI
Nivel 02	SY Dinámico	Y	0,00003	0,00009	0,005	SI
Nivel 01	SX Dinámico	Y	0,00004	0,00012	0,005	SI
Nivel 01	SY Dinámico	Y	0,00004	0,00012	0,005	SI

Nota. Extraído del programa Etabs.

Como apreciamos en la tabla 30, en el eje Y-Y os desplazamientos y derivas máximas es menor a 0,005, valor que se encuentra dentro de lo solicitado en la NTP E.030 para la edificación que estamos analizando.

**Figura 58***Derivas máximas Y-Y*

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

c. **Fuerza cortante en la base – cortante dinámico**

**Tabla 31**

*Fuerza cortante dinámica X-X*

<b>Table: Story Forces</b>								
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>VX</b>	<b>VY</b>	<b>T</b>	<b>MX</b>	<b>MY</b>
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 02	SX DIN	Top	0	18368,57	640,27	89220,02	0	0
Nivel 02	SX DIN	Bottom	0	18368,57	640,27	89220,02	1600,67	45921,42
Nivel 01	SX DIN	Top	0	29672,76	826,07	143817,06	1600,67	45921,42
Nivel 01	SX DIN	Bottom	0	29672,76	826,07	143817,06	3079,18	118845,76

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

**Tabla 32**

*Fuerza cortante dinámica Y-Y*

<b>TABLE: Story Forces</b>								
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Location</b>	<b>P</b>	<b>VX</b>	<b>VY</b>	<b>T</b>	<b>MX</b>	<b>MY</b>
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 02	SY DIN	Top	0	585,11	19525,2	59421,73	0	0
Nivel 02	SY DIN	Bottom	0	585,11	19525,2	59421,73	48813	1462,77
Nivel 01	SY DIN	Top	0	826,07	33788,9	103370,38	48813	1462,77
Nivel 01	SY DIN	Bottom	0	826,07	33788,9	103370,38	132779,76	1761,75

*Nota.* Extraído del programa Etabs.

#### d. Verificación de cortante dinámico

**Tabla 33**

*Fuerza cortante dinámica*

<b>EJE</b>	<b>Ve</b>	<b>80 % Ve</b>	<b>Vd</b>	<b>Norma 030</b>
X-X	20 354,83	16 283,864	29 672,76	Cumple
Y-Y	20 354,83	16 283,864	33 788,90	Cumple

*Nota.* Cálculo realizado con datos que proporciona el programa Etabs.

En la Tabla 33 se muestra la cortante dinámica es mayor al 80 % de la cortante estática para edificaciones regulares, por lo que sí se cumple.

#### 4.6. Reforzamiento estructural

El objetivo de la evaluación estructural de las primeras viviendas fue comprobar su capacidad para resistir sismos y sugerir algún tipo de fortalecimiento futuro para incrementar la superficie edificada.

Para el caso de ambas estructuras; tipo A y B, se consideró la adición de columnas, siendo estas de sección 25 x 25, y fueron distribuidas en la estructura ampliada, además también se consideró la adición de placas o muros, generando así mayor espacio en ambientes y generar mejor comodidad a las familias beneficiarias.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

De acuerdo con el objetivo general:

“Proponer técnicas de reforzamiento estructural para evaluar el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo”

Se propuso técnicas de reforzamiento estructural como encamisado de columnas con concreto reforzado y adición de placas de concreto armado. Posteriormente se ha modelado y evaluado el comportamiento de las propuestas de ampliación de áreas techadas en las viviendas de Interés Social de la provincia de Ilo.

“Evaluar la eficiencia de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, garantizando un comportamiento adecuado y evitando daños estructurales y no estructurales”

Se ha evaluado la eficiencia de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural y se ha controlado los desplazamientos laterales y derivas máximas en la estructura ampliada y se ha comprobado que están dentro de los límites permisibles establecidos por las normativas vigentes. En las propuestas de ampliación de las viviendas de tipo A y tipo B, los desplazamientos y derivas máximas en ambos sentidos X-X y Y-Y son menores de 0.005, cumpliendo con la Norma E.030.

“Determinar la capacidad de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, la cual representa la sollicitación sísmica máxima que debe soportar la edificación, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado”

Se determinó la fuerza cortante en las estructuras ampliadas del tipo A y tipo B de las viviendas. En el modelado del tipo A la fuerza cortante en la base fue 23980.600 Kg y en la vivienda Tipo B fue 20354.83 kg, demostrando que las estructuras pueden soportar eventos sísmicos.

“Evaluar el grado de cumplimiento de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural con las normas y códigos de diseño vigentes, incluyendo aspectos como resistencia, rigidez, capacidad de disipación de energía, entre otros, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social.”

Las propuestas de reforzamiento estructural para ampliación de las viviendas de tipo A y tipo B, cumplen con los parámetros requeridos en las NTE. E.030 y E.060. Esto significa que se cumplen con los requisitos, siendo las viviendas propuestas seguros, funcionales.

## CONCLUSIONES

La investigación sobre la "Propuesta de reforzamiento estructural para la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social en la provincia de Ilo" demuestra que las técnicas de reforzamiento estructural propuestas son efectivas para garantizar la seguridad y funcionalidad de las ampliaciones. Los análisis realizados indican que estas técnicas no solo cumplen con las normativas vigentes, sino que también aseguran un comportamiento adecuado de las estructuras ante solicitaciones sísmicas. Esto es crucial en una región como Ilo, que presenta alta actividad sísmica, y contribuye significativamente a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios del programa Techo Propio.

Los análisis realizados mediante el software ETABS mostraron que los desplazamientos laterales y las derivas máximas en ambas direcciones (X-X y Y-Y) se mantuvieron dentro de los límites permisibles establecidos por la Norma E.030. En particular, se registraron desplazamientos y derivas máximas de 0.005, lo que indica que las técnicas de reforzamiento propuestas son eficientes para garantizar un comportamiento estructural adecuado, evitando daños estructurales y no estructurales.

Los resultados de los análisis de fuerza cortante en la base revelaron que la estructura ampliada puede resistir la cortante basal máxima esperada, cumpliendo con los requisitos normativos. En particular, se determinó que la fuerza cortante total en la base fue de 23980.600 Kg en el modelo tipo A y 20354.83 Kg en el modelo tipo B, asegurando que las estructuras son capaces de soportar las solicitaciones sísmicas, lo que garantiza su estabilidad y seguridad.

El cumplimiento de las normativas NTE E.030 y E.060 fue verificado a través de los análisis realizados, evidenciando que las propuestas de reforzamiento cumplen con los estándares de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía. Esto se traduce en una alta seguridad estructural, lo que es fundamental para la funcionalidad y durabilidad de las ampliaciones en viviendas de interés social.

## RECOMENDACIONES

A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, se les recomienda hacer uso de las normativas peruanas y aplicarlas en cualquier tipo de construcción para que sus productos tengan un desempeño óptimo y cumplan con los parámetros de seguridad necesario para las personas que usen la construcción ejecutada.

Se recomienda a los ingenieros a cargo de la construcción de las viviendas que realicen una adecuada ejecución, que cumplan con las especificaciones técnicas y planos para que posteriormente el propietario pueda ampliar su vivienda con las técnicas de reforzamiento propuestas y que así sean eficientes para garantizar un comportamiento estructural adecuado, evitando daños estructurales y no estructurales.

Se recomienda a los beneficiarios de los programas de interés social, que al ampliar sus viviendas consulten con ingenieros estructuristas que evalúen los parámetros sísmicos de la construcción y que la estructura ampliada resista la cortante basal. y que tenga una correcta interpretación de las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, para así tener una edificación segura con el pasar del tiempo.

Se recomienda a los ingenieros proyectistas de la empresa Villa Primavera que sus diseños cumplan con las normativas NTE E 030 y E 060, y que sean verificados mediante análisis que cumplan con los estándares de resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camargo, Guevara, y Martinez. (2023). *Utilización del software cypecad en el análisis y diseño de un edificio de ocho pisos en concreto reforzado ubicado en bucaramanga*. Colombia.
- Castaño, I., y Trigos, D. (2017). *Diseño estructural participativo con desechos orgánicos, una alternativa panameña para colombia*. Colombia.
- Delgadillo. (2023). *Evaluación técnica del reforzamiento estructural para la ampliación devivienda multifamiliar de cuatro nivelesen la ciudad de Huancayo*. Huncayo.
- Lombardi, & Sanchez. (2023). "Evaluación sísmica y propuestas de mejora para reducir la vulnerabilidad ante sismos, en un edificio multifamiliar de albañilería armada construido en 1980, ILO - 2023". Tacna.
- Montero. (2020). *Reforzamiento estructural de una vivienda con fines de ampliación en el distrito de Catacaos, Región Piura – 2020*. . Piura.
- Paucar. (2021). *Evaluacion y ampliacion estructural de una vivienda multifamiliar de albañileria confinada en la ciudad de huancayo* . Huancayo.
- Romero, & Jimenez. (2021). *Estudio de reforzamiento estructural mediante platinas para viviendas de tipo residencial de urbanización en UPZ n°57 Gran Yomasa*. Colombia.
- Ruiz. (2023). *Análisis y aplicación de metodología de evaluación estructural rápida en establecimientos educacionales ubicados en la región metropolitana*. Chile.
- Tavera, H. (2014). Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. En H. Tavera. Lima: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-11704.
- Vilca, & Collao. (2018). "Evaluacion estructural y propuesta de reforzamiento de la institución educativa inicial 336 virgen de la natividad, Tacna 2018". Tacna.
- Vilca, & Obregon. (2023). *Evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento tacna 2022*. Tacna.
- Júlio, E. S.; Branco, F.; Silva, V. D. (2003), "Structural Rehabilitation of Columns using Reinforced Concrete Jacketing", Progress in Structural Engineering and Materials, V.5, pp. 29-37

**ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Qué técnicas de reforzamiento estructural cumple con el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Proponer técnicas de reforzamiento estructural para evaluar el buen comportamiento de la ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social ubicadas en la provincia de Ilo.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural cumplen con el buen comportamiento de ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social de la provincia de Ilo.</p>	<p><b>V. Independiente</b></p> <p>Propuestas de Técnicas de reforzamiento estructural</p>	<p>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>Resistencia a la tracción del acero (Kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>Encamisado de columnas y vigas con concreto reforzado (%)</p> <p>Adición de placas de concreto de concreto armado (%)</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación transversal</li> </ul> <p>Nivel de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptivo</li> <li>- explicativo</li> </ul>
<p><b>Problemas específicos</b></p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p>	<p><b>V. Dependiente</b></p>	<p>Desplazamientos (Cm) y Derivas máximas (%)</p>	<p>Diseño de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No experimental</li> </ul>

<p>¿Cuáles son las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, garantizando un comportamiento adecuado y evitando daños estructurales y no estructurales?</p>	<p>Evaluar la eficiencia de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural para controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, garantizando un comportamiento adecuado y evitando daños estructurales y no estructurales.</p>	<p>Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural lograrán controlar los desplazamientos laterales y las derivas máximas de la estructura ampliada dentro de los límites permisibles, mejorando su comportamiento y evitando daños estructurales y no estructurales.</p>	<p>Comportamiento de ampliación de áreas techadas en viviendas de interés social</p>		
<p>¿Cuál es la capacidad de las propuestas de técnicas de reforzamiento</p>	<p>Determinar la capacidad de las propuestas de técnicas de reforzamiento</p>	<p>Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural</p>		<p>Cortante basal (Tonf)</p>	

<p>estructural para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, la cual representa la solicitación sísmica máxima que debe soportar la edificación, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado?</p>	<p>estructural para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, la cual representa la solicitación sísmica máxima que debe soportar la edificación, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado</p>	<p>proporcionarán la capacidad suficiente para resistir la fuerza cortante basal actuante en la estructura ampliada, asegurando un nivel de diseño sismorresistente adecuado.</p>			
--	---	---	--	--	--

<p>¿Cuál es el grado de cumplimiento de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural con las normas y códigos de diseño vigentes, incluyendo aspectos como resistencia, rigidez, capacidad de disipación de energía, entre otros, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social?</p>	<p>Evaluar el grado de cumplimiento de las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural con las normas y códigos de diseño vigentes, incluyendo aspectos como resistencia, rigidez, capacidad de disipación de energía, entre otros, para garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social.</p>	<p>Las propuestas de técnicas de reforzamiento estructural cumplirán en un alto porcentaje con las normas y códigos de diseño vigentes, garantizando la seguridad y funcionalidad de la estructura ampliada de las viviendas de interés social.</p>		<p>Cumplimiento de normas (%)</p>	
---	--	---	--	-----------------------------------	--

## Anexo 2. Resultados de ensayo de esclerómetro



### Labsucon Laboratorio Ingenieria y Construccion

Laboratorio de Ensayo de Materiales  
 Mantenimiento de Obras Civiles / Mecanicas  
 Levantamientos Topograficos - Ingenieria de la Construccion

Cliente : LIZETH ESTEFANY HUANCA CHIPANA & NANCY	Certificado N° :
Servicio : Evaluacion estructural modulos de concreto - Grupo ALTITUD	Fecha de Muestreo : Domingo, 21 de Julio del 2024
Atencion :	Fecha de Ensayo : Domingo, 21 de Julio del 2024
Procedencia :	N° de Muestra : 3
Ubic. De Muestreo :	Clase de Material : Concreto endurecido

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE IN - SITU NO DESTRUCTIVO.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO (°)	LECTURA DE DISPARO																								CALCULO DE LA MEDIA	EDAD DE ESTRUCTURA (Años)	RESISTENCIA COMPRESION KG/CM2	DESVIACION ESTÁNDAR DE LECTURAS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
PLACA 01	0°	31	30	29	28	29	30	29	27	32	33	31	32	28	30	30	32	30	29	32	31	30	29	30	30	30.27	1.80	212.7	1.35
PLACA 02	0°	31	30	29	28	29	30		32	33	31	32	28	30	30	32	30	29	32	31	30	29	30	30	30.64	1.80	216.4	2.84	
PLACA 03	0°	28	32	28	29	30	30	28	26	28	31	28	32	24	24	24	26	28	29	28	33	28	29	29	29	28.76	1.80	187.6	1.52

EQUIPO	DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA PYS EQUIPOS
PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL	SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGUN SEA EL CASO. SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER OTRO MATERIAL QUE IMPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI
QUI	→ SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.
QUI	→ SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO
OBSERVACIONES:	SE RELACIONA EL VALOR DE REVOTE PROMEDIO CON EL VALOR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION POR MEDIO DE TABLAS PROPORCIONADAS POR EL FABRICANTE DEL EQUIPO.  EL CONCRETO NO PRESENTA EXCESO DE HUMEDAD. LOS ENSAYOS SE REALIZARON CON LA PRESENCIA DE LOS INGENIEROS RESPONSABLES DEL PROYECTO. LOS RESULTADOS REFIEREN UNA RESISTENCIA OPTIMA PARA TRABAJOS A COMPRESION DEL CONCRETO ANALIZADO. SE HA CONSTATADO LA CALIBRACION DEL APARATO CON LA PRENSA DE ROTURA DE BRIQUETAS LA CUAL SE ENCUENTRA CALIBRADA

Nota. Expedido por Labscun Laboratorio Ingeniería y Construcción.