



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO  
SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE  
CARABAYLLO, LIMA 2018**

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

INGENIERA CIVIL

**AUTOR**

VILLALTA PALOMINO, YESENIA CYNTHIA

**ASESOR**

ING. MARQUINA CALLACNA, RODOLFO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : FO6-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 06/07-03-2018  
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)  
VILLALTA PALOMINO YESENA CYNTHIA

cuyo título es:

PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MENORA DEL RIESGO  
SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCENTRUIDAS DEL DISTRITO CARABAYHO,  
2017

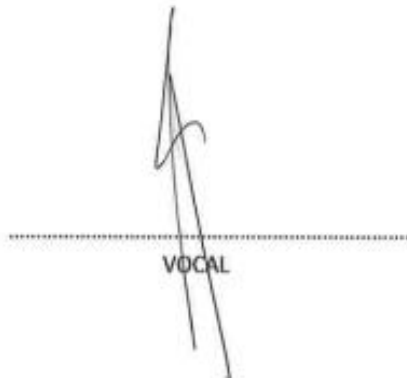
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante,  
otorgándole el calificativo de: 14 (número) calare (letras).

Fujillo (o Filial) 04 de 07 del 2016

Una

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional en esta etapa de mi formación profesional, y a Dios por todas sus bendiciones y enseñanzas en mi vida universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, Luis Villalta y Silvia Palomino, por su esfuerzo y sacrificio para darme mi carrera profesional.

A mi asesor, Mg. Rodolfo Marquina por su paciencia y dedicación en las asesorías para el desarrollo de mi tesis.

A Dios, por guiarme y darme la fortaleza para no rendirme y seguir luchando por mis sueños.

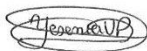
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yesenia Cynthia Villalta Palomino, identificado con DNI N°47054849, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima 06 de Julio del 2018



.....  
YESENIA CYNTHIA VILLALTA PALOMINO

DNI N°47054849

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo, Lima 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

**YESENIA CYNTHIA VILLALTA PALOMINO**

El autor

## ÍNDICE

Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de figuras	xii
Índice de tablas	xvi
<b>RESUMEN</b>	xviii
<b>ABSTRACT</b>	xix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Realidad problemática	21
1.2. Trabajos previos	22
1.2.1. Internacionales	22
1.2.2. Nacionales	24
1.3. Teorías relacionadas al tema	26
1.3.1. Placa de concreto armado	26
1.3.1.1. Características	27
1.3.1.2. Dimensiones	28
1.3.1.3. Propiedades mecánicas del concreto	28
1.3.1.3.1. Resistencia a la compresión	28
1.3.1.3.2. Resistencia a la flexión	29
1.3.1.3.3. Resistencia al corte	29
1.3.1.4. Dosificación del concreto	29
1.3.2. Riesgo sísmico	29
1.3.2.1 Peligro sísmico	30
1.3.2.2. Vulnerabilidad sísmica	30
1.3.2.3 Desplazamiento máximo	30
1.3.2.3.1. Configuración estructural	30
1.3.2.3.2. Tipos de suelo	31

1.3.2.3.3. Etabs	31
1.3.2.4. Daño estructural	31
1.3.2.4.1. Muros	31
1.3.2.4.2. Columnas y vigas	32
1.3.2.5. Costo de reforzamiento	32
1.3.2.6. Calidad de los materiales	32
1.3.2.6.1. Control de calidad	33
1.3.2.7. Diseño estructural	33
1.4. Formulación del problema	33
1.4.1. Problema general	33
1.4.2. Problemas específicos	33
1.5. Justificación del estudio	34
1.5.1. Social	34
1.5.2. Práctica	34
1.5.3. Económica	34
1.6. Hipótesis	34
1.6.1. Hipótesis general	34
1.6.2. Hipótesis específicas	35
1.7. Objetivos	35
1.7.1. Objetivo general	35
1.7.2. Objetivo específico	35
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1. Enfoque, tipo, nivel y diseño de investigación	37
2.1.1. Enfoque de investigación	37
2.1.2. Tipo de investigación	37
2.1.3. Nivel de investigación	37
2.1.4. Diseño de investigación	37
2.2. Variables, operacionalización	37
2.2.1. Variable independiente: Placas de concreto armado	37
2.2.2. Variable dependiente: Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas	37
2.2.3. Operacionalización	37
2.3. Población y muestra	37



2.3.1. Población	38
2.3.2. Muestra	38
2.3.2. Muestreo	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.4.1. Técnica	38
2.4.2. Instrumentos	38
2.4.3. Validez	39
2.4.4. Confiabilidad	39
2.5. Método de análisis de datos	39
2.6 Aspectos éticos	39
<b>III. RESULTADOS</b>	
3.1. Zona de estudio	41
3.2. Estudio de mecánica de suelos	41
3.3. Procedimiento de evaluación	46
3.3.1. Elaboración del modelo estructural	46
3.3.2. Análisis estático	47
3.3.3. Análisis modal	47
3.3.4. Análisis dinámico	47
3.3.5. Análisis de desplazamiento	48
3.4. Propiedades de los materiales	48
3.4.1. Concreto	48
3.4.2. Ladrillo	48
3.4.3. Acero de refuerzo	49
3.4.4. Normatividad y especificaciones aplicables	49
3.5. Criterios para la evaluación estructural	49
3.6. Consideraciones de carga	50
3.6.1. Cargas de peso propio	50
3.6.2. Carga muerta adicional	51
3.6.3. Cargas vivas	51
3.6.4. Cargas producidas por sismo	51
3.7. Zonificación (Z)	52
3.8. Parámetros del suelo (S)	52
3.9. Parámetros de sitio (S, Tp y TL)	53

3.10. Factor de amplificación sísmica (C)	54
3.11. Categoría de las edificaciones (U)	54
3.12. Irregularidades en planta y elevación	55
3.13. Sistemas estructurales (R)	55
3.14. Combinaciones	58
3.15. Modelamiento – vivienda unifamiliar N°1 (situación actual)	58
3.15.1. Análisis modal de la estructura	59
3.15.2. Desplazamiento y distorsiones	61
3.15.3. Diagrama de momento flector	63
3.15.4. Diagrama de fuerza cortante	64
3.15.5. Diagrama de carga axial	64
3.15.6. Verificación de columnas existentes	65
3.16. Vivienda unifamiliar N°1 – con placas de concreto armado	66
3.16.1. Desplazamiento y distorsiones	67
3.16.2. Verificación de columnas existentes luego de reforzamiento	69
3.17. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)	70
3.18. Modelamiento – vivienda unifamiliar N°2 (situación actual)	71
3.18.1. Análisis modal de la estructura	72
3.18.2. Análisis de desplazamientos	73
3.18.3. Desplazamiento y distorsiones	73
3.18.4. Diagrama de momento flector	75
3.18.5. Diagrama de fuerza cortante	75
3.18.6. Diagrama de carga axial	76
3.19. Vivienda unifamiliar N°2 – con placas de concreto armado	77
3.19.1. Desplazamiento y distorsiones	78
3.19.2. Verificación de columnas existentes luego de reforzamiento	80
3.19.3. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)	81
3.20. Modelamiento – vivienda unifamiliar N°3 (situación actual)	82
3.20.1. Análisis modal de la estructura	83
3.20.2. Análisis de desplazamientos	84
3.20.3. Desplazamiento y distorsiones	85
3.20.4. Diagrama de momento flector	86
3.20.5. Diagrama de fuerza cortante	87

3.20.6. Diagrama de carga axial	88
3.21. Vivienda unifamiliar N°3 – con placas de concreto armado	88
3.21.1. Desplazamiento y distorsiones	90
3.21.2. Verificación de columnas existentes luego de reforzamiento	92
3.21.3. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)	93
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	96
<b>V. CONCLUSIONES</b>	97
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	100
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	102
<b>VIII. ANEXOS</b>	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Viviendas autoconstruidas en las laderas de los cerros del distrito de Carabayllo..	5
Figura 2:	Edificación de dos pisos con placa de concreto armado	11
Figura 3:	Placa de concreto armado colindante con el muro vecino	12
Figura 4:	Dimensiones de una placa de concreto armado	13
Figura 5:	Mapa de zonas sísmicas del Perú	15
Figura 6:	Proceso constructivo de columnas y vigas	32
Figura 7:	Zona de estudio	41
Figura 8:	Calicata 01	43
Figura 9:	Calicata 02	44
Figura 10:	Calicata 03	45
Figura 11:	Zonas sísmicas especificadas por la Norma E-030 (2016)	54
Figura 12:	Espectro de Respuesta (Norma E-030) (R=7.20)	56
Figura 13:	Espectro de Respuesta (Norma E-030) (R=7.20)	57
Figura 14:	Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 1 – Vista en planta de losa del primer y segundo nivel	59
Figura 15:	Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 1– Vista en perspectiva del primer y segundo nivel	59
Figura 16:	1er y 4to Modo de vibración (predominante en la dirección X, T=0.515 seg, predominante en la dirección Y, T=0.116 seg.) de la situación actual de la vivienda 1	60
Figura 17:	Máximo desplazamiento estructural de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje X	61
Figura 18:	Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje Y	62
Figura 19:	Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 1	63
Figura 20:	Cuadro de esfuerzos máximos en la viga (Eje C entre 4 y 5) de la situación actual de la vivienda 1	63
Figura 21:	Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 1	64

Figura 22: Diagrama de esfuerzos por carga axial en elementos verticales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 1	64
Figura 23: Ratios en columnas de la situación actual de la vivienda 1	67
Figura 24: Diagrama de interacción de la columna de la situación actual de la vivienda 1	67
Figura 25: Vista en planta de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado.	66
Figura 26: Vista tridimensional de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado	66
Figura 27: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X	67
Figura 28: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – sismo en eje Y	68
Figura 29: Ratios en columnas de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado	69
Figura 30: Diagrama de interacción la columna de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado	69
Figura 31: Vista renderizada de la vivienda 1 en situación actual	70
Figura 32: Vista renderizada de vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado (Placas de C°A°)	70
Figura 33: Vista en planta de la situación actual de la vivienda 2 – 1er y 2do Nivel	71
Figura 34: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 2 – Vista en perspectiva	71
Figura 35: 1er y 4to Modo de vibración (predominante en la dirección X, T=0.454seg, predominante en la dirección Y, T=0.114seg) de la situación actual de la vivienda 2	72
Figura 36: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 2 – sismo en eje X.	73
Figura 37: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje Y	74
Figura 38: Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 2	75

Figura 39: Cuadro de esfuerzos máximos de la viga (Eje B entre 4 y5) de la situación actual de la vivienda 2	75
Figura 40: Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 2	76
Figura 41: Diagrama de esfuerzos por carga axial en elementos verticales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 2	76
Figura 42: Vista en planta de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado	77
Figura 43: Vista tridimensional de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Vivienda reforzada	77
Figura 44: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – sismo en eje X	78
Figura 45: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y..	79
Figura 46: Ratios en columnas de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado.	80
Figura 47: Diagrama de interacción la Columna de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado	81
Figura 48: Vista renderizada de la vivneda 2 en situación actual	81
Figura 49: Vista renderizada de vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado	82
Figura 50: Vista en planta de la situación actual de la vivienda 3 – 1er y 2do nivel	82
Figura 51: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 3 – Vista en perspectiva	83
Figura 52: 1er y 4to Modo de vibración (predominante en la dirección X, $T=0.454\text{seg}$ , predominante en la dirección Y, $T=0.114\text{seg}$ ) de la situación actual de la vivienda 3	84
Figura 53: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 3 – Sismo en eje X	84
Figura 54: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 3 – Sismo en eje Y	85
Figura 55: Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 3	86
Figura 56: Cuadro de esfuerzos máximos de la viga (Eje B entre 4 y 5) de la situación actual de la vivienda 3.	87

Figura 57: Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 3	87
Figura 58: Diagrama de esfuerzos axiales en elementos veritcales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 3	88
Figura 59: Vista en planta de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado	89
Figura 60: Vista tridimensional de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado.	89
Figura 61: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X	90
Figura 62: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y.	91
Figura 63: Ratios en columnas de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado	92
Figura 64: Diagrama de interacción la Columna de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado	93
Figura 65: Vista renderizada de vivienda 3 en situación actual.	93
Figura 66: Vista renderizada de vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado.	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de validez para el instrumento de medición	39
Tabla 2: Números de puntos de investigación según la norma	42
Tabla 3: Límites para desplazamiento lateral de entrepiso según la norma E-030	50
Tabla 4: Carga muestra según el material utilizado	51
Tabla 5: Carga viva calculada	51
Tabla 6: Factor “Z” asignado según la zonificación del terreno	52
Tabla 7: Clasificación de los perfiles de suelo en la zona de emplazamiento de la estructura en evaluación	53
Tabla 8: Factores de suelo “S”	54
Tabla 9: Periodo “Tp” y “Tl”	54
Tabla 10: Clasificación de acuerdo a la categoría de uso de la edificación	55
Tabla 11: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje X	61
Tabla 12: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje Y	62
Tabla 13: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X	67
Tabla 14: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y	68
Tabla 15: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje X	73
Tabla 16: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje Y	74
Tabla 17: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X	79
Tabla 18: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y	80
Tabla 19: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 3 – Sismo en eje X	85



Tabla 20: Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 3 – Sismo en eje Y	86
Tabla 21: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X	91
Tabla 22: Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y	92

## RESUMEN

Debido al creciente número de viviendas autoconstruidas o informales que se encuentran en la capital de Lima, región altamente sísmica, es de gran importancia generar alternativas de reforzamiento estructural basado en placas de concreto armado con el fin de reducir el colapso de éstas.

El objetivo principal del presente estudio es determinar cómo las placas de concreto armado reducen el riesgo de las viviendas autoconstruidas, determinando la disminución del desplazamiento máximo, del esfuerzo máximo y del costo de reforzamiento de las mismas.

El estudio se realizó en 3 viviendas del distrito de Carabayllo haciendo uso de la observación directa y la realización de encuestas. Las variables sometidas a análisis fueron las dimensiones, propiedades mecánicas y dosificación del concreto, así como, el desplazamiento máximo, el esfuerzo máximo y el costo de reforzamiento.

Los resultados indicaron que el uso de placas de concreto armado controla los desplazamientos. Además, los esfuerzos en las vigas en el eje transversal son reducidos considerablemente. De igual manera, las cargas axiales y la fuerza cortante en las columnas en el eje longitudinal disminuyen al 85%. Se concluye que las placas de concreto armado reducen el riesgo sísmico en las tres viviendas estudiadas en el distrito de Carabayllo.

**Palabras clave:** concreto armado, desplazamiento máximo, costo de reforzamiento, esfuerzo máximo, riesgo sísmico.

## ABSTRACT

Due to the increasing number of self-built or informal housing in the capital of Lima, a highly seismic region, it is very important to generate structural reinforcement alternatives based on reinforced concrete plates in order to reduce their collapse.

The main objective of this study is to determine how reinforced concrete plates reduce the risk of self-built homes, determining the decrease in maximum displacement, maximum effort and the cost of reinforcing them.

The study was conducted in 5 houses in the district of Carabayllo using direct observation and surveys. The variables subjected to analysis were the dimensions, mechanical properties and dosage of the concrete, as well as the maximum displacement, the maximum effort and the cost of reinforcement.

The results indicated that the use of reinforced concrete plates controls the displacements. In addition, the efforts in the beams in the transverse axis are considerably reduced. Similarly, the axial loads and the shear force in the columns on the longitudinal axis decrease to 85%. It is concluded that the reinforced concrete plates reduce the seismic risk in the three houses studied in the district of Carabayllo.

**Key words:** reinforced concrete, maximum displacement, cost of reinforcement, maximum effort, seismic risk.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática:**

La historia sísmica de nuestro país nos recuerda que el Perú se encuentra ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico que se trata de una zona altamente sísmica ya que se presentan los sismos de mayor magnitud y devastación del mundo.

Según el sismólogo Julio Kuroiwa, en el Perú, una zona de alto riesgo está ubicada mar adentro, a pocos kilómetros de Lima. Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en la costa peruana se produce la subducción de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana lo que genera la acumulación de energía y su repentina liberación podría producir un movimiento telúrico de gran magnitud.

Por otro lado, el acelerado crecimiento poblacional ha contribuido al desarrollo desordenado y poco planificado de la ciudad de Lima. Evidencia de esto es que el 60% de viviendas de la capital son informales según el especialista en Gestión de Riesgo de Desastres del Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao (PLAM) 2035, Rodrigo Calderón; producto de la autoconstrucción generada debido al insuficiente conocimiento del riesgo sísmico de la región y a la deficiente situación económica de la población, lo que aumenta la vulnerabilidad de la población ante sismos fuertes.

Según Fernando Lázares, director académico de Centro peruano japonés de investigación sísmica y mitigación de desastres (Cismid) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), uno de los distritos limeños con mayor riesgo sísmico es Carabayllo, ya que la gran parte de sus pobladores habita las laderas de los cerros que están constituidas de material rocoso de fácil desprendimiento.

Los encargados de realizar estas construcciones suelen ser los mismos pobladores o maestros de obra, quienes utilizan métodos empíricos y no poseen conocimientos sobre los lineamientos especificados en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Por esta razón, las viviendas carecen de un diseño arquitectónico y estructural adecuado; además, tienen proceso constructivo deficiente y se hace uso de materiales de baja calidad.

El objetivo de la presente tesis consiste en realizar un estudio que permita evaluar la calidad constructiva de las viviendas, en especial de las autoconstruidas que tienen mayor riesgo sísmico, con el fin de plantear una alternativa de reforzamiento estructural basado en placas de concreto armado, de manera que, se evite el colapso de viviendas y con ello, reducir las pérdidas de vida e innumerables pérdidas materiales.



Figura 1: Viviendas autoconstruidas en las laderas de los cerros del distrito de Carabayllo. Fuente: RPP Noticias.

## **1.2. Trabajos previos (antecedentes):**

Para la ejecución de la presente investigación se han revisado antecedentes que estén relacionados al reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas. A continuación, se han considerado los siguientes:

### **1.2.1. Internacionales:**

Bedoya (2005) *Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmica de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento*. Tesis para obtener el título de Doctor en Ingeniería de Terreno, Cartografía y Geofísica en la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona – España. El autor de esta investigación realizó una evaluación de la resistencia y vulnerabilidad sísmica para cuantificar el riesgo al que están expuestos los habitantes de viviendas informales o autoconstruidas. Para ello efectuó una propuesta de vivienda de ferrocemento, unifamiliar y de bajo costo. La investigación fue diseñada y desarrollada en tres partes. En la primera, el ferrocemento y la vivienda donde estudió la historia del material, su definición, su potencial en la prefabricación, sus aplicaciones en viviendas de bajo costo y finalmente sus propiedades mecánicas. En la segunda, el comportamiento sísmico del ferrocemento donde describió los materiales, los elementos y las estructuras

que son utilizados para la construcción de viviendas. Posteriormente llevó a cabo una campaña de ensayos para evaluar su comportamiento sísmico y estimar los parámetros estructurales de los paneles prefabricados. Además, realizó una campaña de ensayos sobre paredes y módulos a escala real. Analizó los resultados e identificó las propiedades mecánicas de este tipo de viviendas. También propuso y calibró un modelo matemático para simular el comportamiento histerético que exhiben este tipo de viviendas cuando soportan cargas cíclicas. En la tercera, como una aproximación a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, hizo un estudio de la fragilidad. Para eso inspeccionó 146 viviendas prefabricadas de pared delgada a base de cemento situadas en zonas donde la amenaza sísmica es entre intermedia y alta. Así definió un modelo de vivienda tipo e implementó una metodología probabilística que tiene en cuenta, de forma natural, las incertidumbres en la acción sísmica, en las características del material y en los parámetros estructurales de las viviendas. La simulación masiva del comportamiento dinámico no lineal de la vivienda tipo, permitió estimar curvas de fragilidad y matrices de probabilidad de daño.

Toscano (2015) *Vulnerabilidad sísmica y propuestas de reforzamiento de estructuras de hormigón armado en Guayaquil*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Espíritu Santo, Guayaquil – Ecuador. El autor de esta investigación elaboró un análisis del estado de conservación y calidad constructiva de las edificaciones seleccionadas de hormigón armado construidas hace 50 años. Para ello aplicó trabajos de campo y gabinete. Para la peligrosidad sísmica tomó en cuenta la cuantificación de la amenaza de terremotos en un emplazamiento como consecuencia de los fenómenos primarios y secundarios que acompañan a un terremoto. Además, estudió las consecuencias de los sismos en las edificaciones construidas con un sistema constructivo de hormigón armado, hace más de 5 décadas, donde en algunos de los casos no se tomaron las medidas preventivas para evitar fallas estructurales por un evento sísmico. Consideró que no es un tema fácil de solucionar y que se debe el sector inmobiliario ya edificado.

Díaz (2014) *Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá – Colombia. El autor de esta investigación planteó como problema la falta de unificación de criterios en los estudios de patología de la construcción en Colombia para la valoración del daño en edificaciones de concreto reforzado. Frente a esta situación, propuso como objetivo

principal la elaboración de un protocolo para los estudios de patología de la construcción que genere un diagnóstico conclusivo en las edificaciones de concreto reforzado. Para tal fin, diseñó la estructura metodológica del proceso, a través de cinco fases de investigación. La primera fase comprendió la exploración y búsqueda de fuentes secundarias y bibliográficas, la segunda fase la recolección de datos a través de la implementación del método DELPHI y la matriz de Vester, la tercera fase la sistematización y análisis, la cuarta fase implementó la metodología aprobada en el proceso de investigación con la aplicación a un caso concreto de estudio de patología de la construcción. Por último, diseñó y construyó una guía para el estudio de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado de mediana altura.

### **1.2.2. Nacionales:**

Becerra (2015) *Riesgo sísmico de las edificaciones en la urbanización Horacio Zevallos de Cajamarca - 2015*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, Lima – Perú. El autor de esta investigación generó una metodología simple que permitió determinar el nivel de riesgo sísmico de las edificaciones de la urbanización Horacio Zevallos. Para eso analizó las características técnicas como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas. Observó que en algunos casos las viviendas carecen de diseño arquitectónico y estructural, y se construyen con materiales de baja calidad. Además, observó que estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva. Para recolectar esta información encuestó 20 viviendas. La información de campo lo recolectó en fichas de encuesta, en las que recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración y calidad de la construcción, para el trabajo de gabinete procesó la información en fichas de reporte donde resume las características técnicas elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Con la información obtenida detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas.

Laucata (2013) *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú. El autor de esta investigación



generó una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para eso analizó las características técnicas como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. Observó que la mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, observó que estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva. Para recolectar la información encuestó 30 viviendas en 2 distritos de la ciudad de Trujillo, que seleccionó por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. La información de campo lo recolectó en fichas de encuesta, en las que recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Para el trabajo de gabinete procesó la información en fichas de reporte donde resume las características técnicas elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Con la información obtenida detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico.

Flores (2015) *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua – Perú. El autor de esta investigación desarrolló una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada. Para eso realizó un estudio sobre los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de 25 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada. La tarea de recolección de información en campo lo realizó en fichas de encuesta, hecha por alumnos de la UJCM. La información recogida lo procesó en fichas de reporte donde obtuvo la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Con la información obtenida realizó una base de datos para clasificar los principales defectos de las viviendas analizadas. Luego concluyó con algunas recomendaciones para lograr viviendas sismorresistentes, encontrando que, estos factores son producto principalmente de la inadecuada configuración estructural de sus muros, la mala calidad de materiales, la mala calidad de mano de obra y la alta sismicidad de la zona

en la que se encuentran las viviendas, por lo que recomendó implementar una correcta cultura de construcción, por medio de la capacitación y disminuir así estos factores.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema (bases teóricas):

Para esta parte se tomará en cuenta las teorías relacionadas a las variables, sus dimensiones e indicadores.

#### 1.3.1. Placa de concreto armado:

Su diseño lo hace capaz de resistir fuerzas axiales, momentos y fuerzas cortantes inducidas por cargas laterales. Se llama también muro de corte (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017).

Contribuye en la fortaleza de la estructura de una edificación y soportan cargas sísmicas. Además, si están bien diseñadas y construidas, tienen una duración de varios años y son muy resistentes (Medina, 2015).

##### 1.3.1.1. Características:

Las placas deben ser construidas según los planos estructurales y deben coincidir en todos los niveles de una construcción (Medina, 2015).

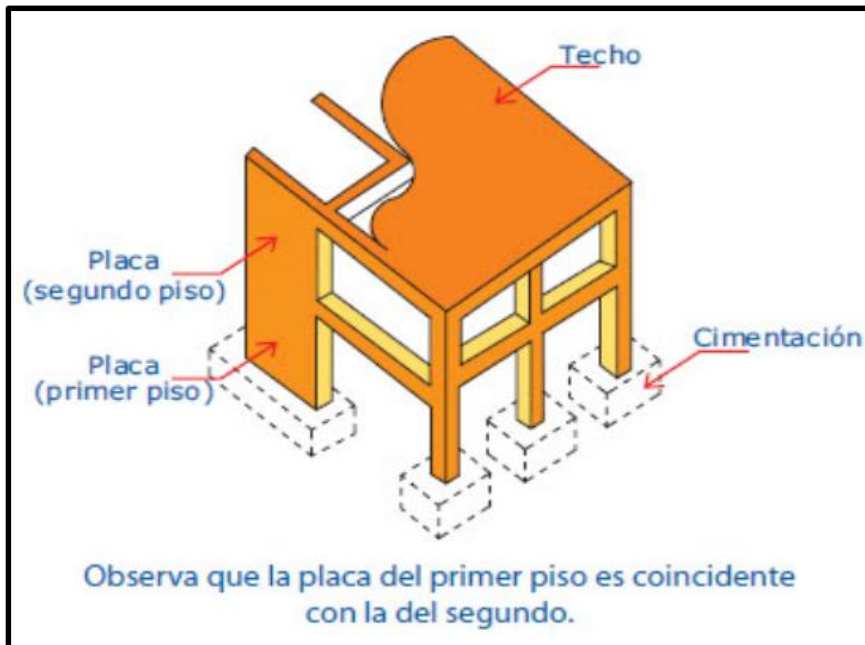


Figura 2: Edificación de dos pisos con placa de concreto armado. Fuente: Aceros Arequipa

Cabe resaltar que los muros vecinos no deben ser usados como encofrados para el vaciado de la placa si son de ladrillo o adobe. Además, para no debilitar la placa, no deberá colocarse tubería de ningún tipo (Medina, 2015).

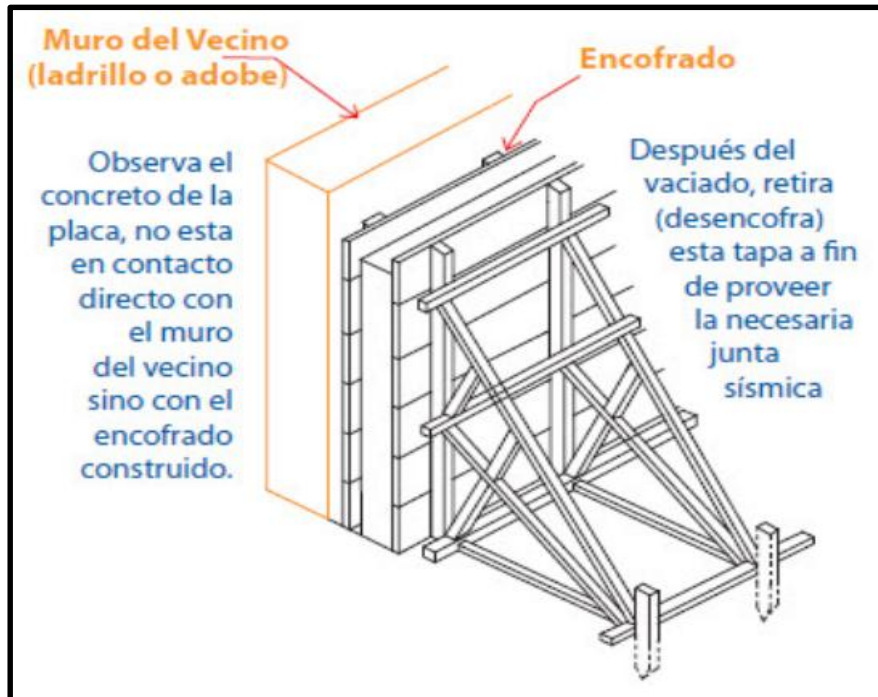


Figura 3: Placa de concreto armado colindante con el muro vecino. Fuente: Aceros Arequipa.

### 1.3.1.2. Dimensiones:

Las placas de concreto armado tienen espesor pequeño en relación a su longitud y altura, por ellos, son elementos estructurales bidimensionales planos (Medina, 2015).

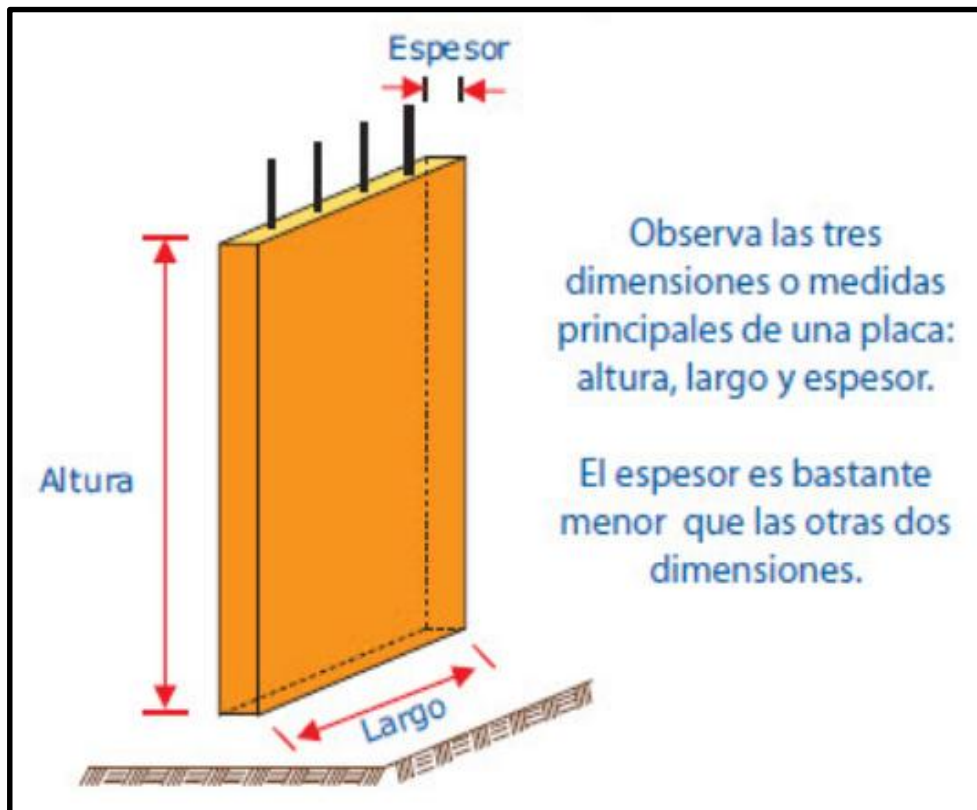


Figura 4: Dimensiones de una placa de concreto armado. Fuente: Aceros Arequipa.

### 1.3.1.3. Propiedades mecánicas del concreto:

Las propiedades mecánicas del concreto se refieren a los diferentes tipos de pruebas (ensayos) a las que puede ser sometida el concreto para determinar su resistencia.

#### 1.3.1.3.1. Resistencia a la compresión:

Es una de las principales propiedades del concreto, por ellos es importante realizar la verificación exhaustiva de los factores que influyen en su calidad tales como cantidad de materiales usados, calidad de los agregados y forma de preparación. Cabe resaltar que es suele darse por sentado que el concreto alcanzará la resistencia esperada, pero no siempre ocurre (Medina, 2015).

#### 1.3.1.3.2. Resistencia a la flexión:

Según Ortiz (2014) nos indica que:

“La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x

6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio)”

#### **1.3.1.3.3. Resistencia al corte:**

Esta resistencia puede variar entre 35% y 80%. Con el fin de proteger el concreto de esfuerzos diagonales de tracción adicionales, la fatiga al corte debe ser limitada a los valores más bajos (Revista ARQHYS, 2012).

#### **1.3.1.4. Dosificación del concreto:**

La dosificación del concreto se refiere a la cantidad (proporciones) de los materiales que compone el concreto para obtener su resistencia requerida. Para ello es importante tomar en cuenta la relación agua cemento y la trabajabilidad de la mezcla. Entre sus componentes encontramos el cemento, el agua y los agregados (fino o grueso).

#### **1.3.2. Riesgo sísmico:**

Se refiere a las pérdidas esperadas en las estructuras expuestas a la actividad sísmica durante un periodo de tiempo (Bonett, 2003 y Barbat, 1998).

El riesgo es igual al peligro por vulnerabilidad y se identifica en forma individual para cada estructura (Fourier, 1988 y Kuroiwa, 2002).

##### **1.3.2.1. Peligro sísmico:**

El valor del peligro sísmico tendrá relación con el ambiente sismo tectónico de la zona y las condiciones del suelo. El riesgo sísmico es directamente proporcional al peligro sísmico (Fopae, 2010).

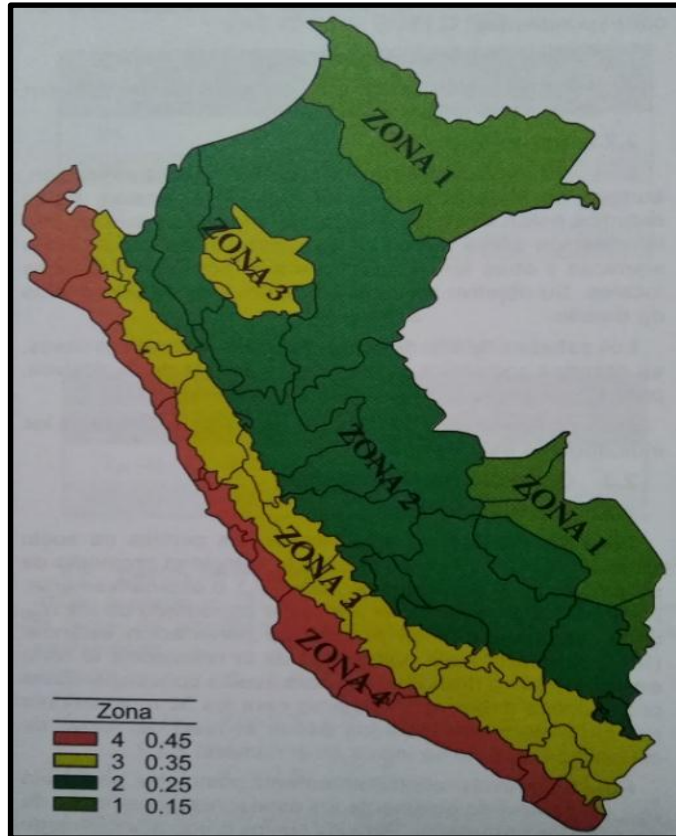


Figura 5: Mapa de zonas sísmicas del Perú. Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 1.3.2.2. Vulnerabilidad sísmica:

Refleja la falta de resistencia de una edificación durante un sismo. Se refiere al nivel de daño que puede ser generado (Bommer, 1998). Una alta vulnerabilidad está relacionada con la poca resistencia ante un sismo (Fopae, 2010).

Esta característica es dependiente del diseño de la edificación, de la calidad de los materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, 2002).

### 1.3.2.3. Desplazamiento máximo:

El desplazamiento máximo de una estructura es la respuesta máxima que puede sufrir una estructura ante un determinado sismo. Para determinar dicho desplazamiento se realiza un cálculo donde se utiliza los espectros de diseño.

#### 1.3.2.3.1. Configuración estructural:

Hace referencia a la forma global, tamaño, naturaleza y ubicación de los elementos estructurales y no estructurales dentro del edificio (Morales, 2006).

#### **1.3.2.3.2. Tipos de suelo:**

Los tipos de suelos se refieren al suelo donde se encuentra ubicada la edificación. En la construcción podemos encontrar principalmente tres tipos de suelos: suelo arenoso, suelo arcilloso y suelo limoso.

#### **1.3.2.3.3. Etabs:**

Etabs es un programa de análisis y diseño estructural de edificaciones. A través de este programa realizaremos un modelamiento estructural de las viviendas donde observaremos lo que sucederá con las estructuras después de una corrida sísmica.

#### **1.3.2.4. Daño estructural:**

Es causado durante un sismo y se refleja en los elementos que forman parte del sistema resistente o estructural de la edificación, tales como: vigas, columnas, losas o cimentaciones (Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2011). Tanto el comportamiento global como del comportamiento local de la estructura tienen influencia en el daño estructural, los que a su vez, están relacionados con la calidad y el tipo de materiales usados (Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2011).

##### **1.3.2.4.1. Muros:**

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (1984), de los muros depende la estabilidad de la edificación, además, de ser los encargados de la transmisión de cargas verticales y horizontales hasta los cimientos

Los muros estructurales de las viviendas deben estar limitados con vigas y columnas o columnetas. Además, es necesario que sean continuos en altura y que estén bien pegados (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1984).

#### 1.3.2.4.2. Columnas y vigas:

Se construyen tras haberse levantado totalmente el muro con el fin de confinarlo. Este confinamiento es fundamental para que los muros sean resistentes a fuerzas sísmicas (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1984).

Figura 6: Proceso constructivo de columnas y vigas. Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.



#### 1.3.2.5. Costo de reforzamiento:

El costo de reforzamiento es el gasto o presupuesto que se necesitará para poder realizar el reforzamiento estructural de una vivienda con el fin de evitar que colapse ante un movimiento sísmico fuerte.

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, el sobre costo de este es justificado si se traduce en la protección y seguridad del patrimonio y las vidas de los habitantes de la edificación.

#### 1.3.2.6. Calidad de los materiales:

La buena calidad de los materiales garantiza la resistencia de la estructura y su capacidad de absorber y disipar la energía bajo la cual se encuentra la edificación durante



un sismo. Materiales muy frágiles como las paredes de adobe o tapia o muros sin vigas y columnas son muy peligrosos (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1984).

Es importante revisar y verificar el certificado de calidad de los materiales con el fin de garantizar que las condiciones de diseño y las especificaciones técnicas del proyecto sean cumplidas (Orccosupa, 2016).

#### **1.3.2.6.1. Control de calidad:**

Los materiales deben acatar los requisitos de calidad y resistencia. Es importante cumplir con las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad puede causar colapsos y daños en las edificaciones (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1984)

Los requerimientos del Reglamento Nacional de Construcciones deben ser seguidos para cumplir con las buenas prácticas en la construcción. Ello se garantiza con la presencia del ingeniero residente en obra (Orccosupa, 2016).

#### **1.3.2.7. Diseño estructural:**

Para asegurar la resistencia ante un sismo de una edificación, el diseño estructural debe ser adecuado, de materiales con proporción correcta y componentes de dimensiones apropiadas (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1984).

Para evitar las fisuras y deformaciones, las estructuras no deben ser muy rígidas, así, serán capaces de soportar fuerzas estáticas y dinámicas. Para que exista comportamiento adecuado ante la flexión, compresión y tracción, debe haber equilibrio en la estructura (Orccosupa, 2016).

### **1.4. Formulación del problema:**

#### **1.4.1. Problema general:**

¿Las placas de concreto armado disminuirán el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo?

#### **1.4.2. Problemas específicos:**

- ¿Las placas de concreto armado disminuyen el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo?

- ¿Las placas de concreto armado reducen el daño estructural de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo?
- ¿Las placas de concreto armado disminuyen el costo por reforzamiento de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo?

## **1.5. Justificación del estudio:**

### **1.5.1. Social:**

Uno de los retos sociales debe ser el bienestar y mejora de las condiciones de vida de la población, especialmente las de escasos recursos económicos. Por eso, el presente proyecto de investigación desea contribuir a la mejora de las condiciones de vida de aquellas personas que habitan viviendas altamente vulnerables. Además, servirá como un aporte para alcanzar el desarrollo sostenible de nuestro país, como son los sectores de vivienda, salud, educación, industria, transporte, saneamiento, etcétera.

### **1.5.2. Práctica:**

El presente proyecto de investigación dará a conocer los errores más comunes que se presentan en las viviendas autoconstruidas y con ello tener un alcance del riesgo sísmico al que se encuentran expuestos. Todo esto con el fin de proveer a la vivienda una alternativa de reforzamiento estructural y así proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan.

### **1.5.3. Económica:**

Los futuros ingenieros civiles tienen como tarea importante diagnosticar los problemas sísmicos al que están expuestas las viviendas de nuestro país, y aunque se presenten daños, en el caso de un sismo fuerte, esta alternativa de reforzamiento estructural permitirá que la vivienda no colapse y contribuirá a la reducción de pérdidas humanas y materiales.

## **1.6. Hipótesis:**

### **1.6.1. Hipótesis general:**

Las placas de concreto armado disminuyen el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo.

### **1.6.2. Hipótesis específicos:**

- Las placas de concreto armado disminuyen el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.
- Las placas de concreto armado reducen el daño estructural de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.
- Las placas de concreto armado disminuyen el costo por reforzamiento de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.

### **1.7. Objetivos:**

#### **1.7.1. Objetivo general:**

Determinar de qué manera las placas de concreto armado disminuyen el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.

#### **1.7.2. Objetivos específicos:**

- Verificar de qué forma las placas de concreto armado disminuyen el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.
- Verificar de qué forma las placas de concreto armado reducen el daño estructural de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.
- Verificar de qué las placas de concreto armado disminuyen el costo por reforzamiento de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Diseño de investigación:**

Según las teorías metodológicas, la presente investigación es experimental porque se manipula la variable independiente para observar las causas y el efecto que produce en la variable dependiente (Borja, 2012).

### **2.1.1. Enfoque de investigación:**

La presente es una investigación cuantitativa ya que hace uso de la recolección de datos numéricos para probar una hipótesis o teoría (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

### **2.1.2. Tipo de investigación:**

La presente es una investigación aplicada ya que busca aplicar inmediatamente las teorías existentes para modificar una realidad problemática (Borja, 2012).

### **2.1.3. Nivel de Investigación:**

La presente es una investigación explicativa porque busca establecer una relación de causa – efecto y explicar el por qué ocurre un fenómeno. (Arias, 1999).

### **2.1.4. Método de Investigación:**

La presente investigación utiliza el método analítico-sintético porque busca descomponer las variables para observar sus relaciones, similitudes, diferencias, causas, naturaleza y efectos para luego reconstruirlos a través del análisis. (Valderrama, 2018, pág. 98).

## **2.2. Variables, operacionalización:**

### **2.2.1. Variable independiente: placas de concreto armado**

Según Borja (2012): “Es la variable que produce el efecto o es la causa de la variable dependiente”

### **2.2.2. Variable dependiente: riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas**

Según Borja (2012): “Es el resultado o efecto producido por la acción de la variable independiente”

### **2.2.3. Operacionalización:**

Matriz de operacionalización de variables se encuentra en el anexo 5.2.

### **2.3. Población y muestra:**

#### **2.3.1. Población:**

También llamada universo, es el conjunto de elementos o unidades involucrados en la investigación. (Morles, 1994).

Para la presente investigación la población fue las viviendas del distrito de Carabayllo.

#### **2.3.2. Muestra:**

La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población (Morles, 1994).

Para la presente investigación la muestra fue 3 viviendas del distrito de Carabayllo.

#### **2.3.3. Muestreo:**

Según las teorías metodológicas, para la presente investigación el muestreo es no probabilístico intencional debido a que la muestra es elegida a juicio del investigador y no se conoce la probabilidad de integrar la muestra que tiene cada elemento de la población (Arias, 2012).

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:**

#### **2.4.1. Técnicas:**

Hace referencia a la forma en la que se obtiene la información (Arias, 2012). En el presente estudio, se utilizó la técnica de observación.

#### **2.4.2. Instrumentos:**

Pueden ser cuestionarios, guías de entrevista, fichas, grabadoras, escalas de actitud u opinión, listas de cotejo, etcétera, que permitan recoger y almacenar la información (Arias, 2012).

Para la presente investigación se utilizó la ficha como instrumento de recolección de datos, para ello el instrumento debe ser confiable y válido.

#### **2.4.3. Validez:**

La validez de un instrumento de medición se evalúa según la representatividad de las variables que pretende medir (Hernández, Fernández y Baptista, 2016). Observar tabla

**Tabla 1.** *Parámetros de validez para el instrumento de medición.*

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: Oseda (2011).

El instrumento realizado por mi autoría fue validado por 3 ingenieros civiles.

#### **2.4.4. Confiabilidad:**

Permite determinar la confiabilidad del instrumento mediante la medición de los errores variables. Está relacionada a la razón de las varianzas de la puntuación verdadera con la puntuación observada” (Namakforoosh, 2005).

#### **2.5. Método de análisis de datos:**

Puede ser de tipo estadístico (descriptivo o inferencial) o lógico (síntesis, análisis, inducción, deducción). La elección del tipo de análisis es determinado según la naturaleza de los datos recabados (Arias, 2012).

Los elementos estructurales y el tipo de suelo fueron los datos más precisos en la investigación, de acuerdo a ello, el reforzamiento de placas de concreto armado fue el apropiado.

#### **2.6. Aspectos éticos:**

Por cuestiones éticas, los nombres de los propietarios de las viviendas que han formado parte de la investigación, no serán mencionados. Ellos firmaron un consentimiento informado en el cual autorizan la toma de datos necesarios para la presente investigación. Únicamente el investigador tiene acceso a dicha información.

### **III. RESULTADOS**



### 3.1. Zona de estudio:

El estudio se realizó en una zona urbana del distrito de Carabayllo, en la II Etapa de la Urbanización Santo Domingo. Las viviendas analizadas se encuentran en la Calle 4 (Jr. San Ignacio de Loyola).

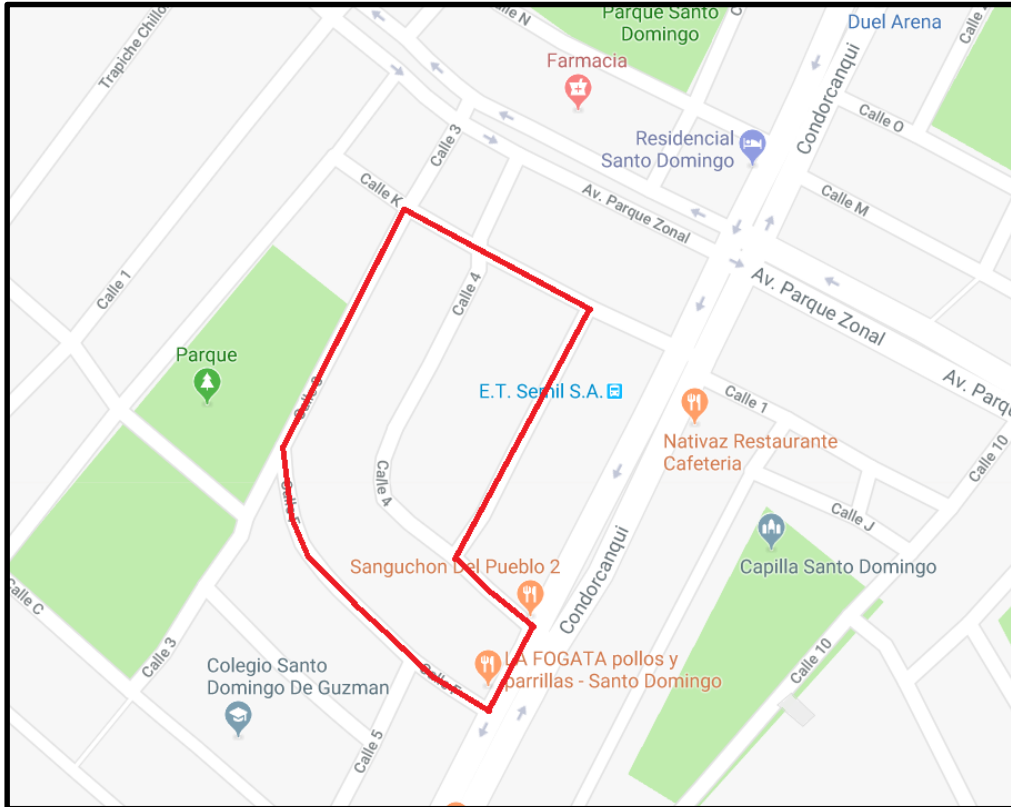


Figura 7: Zona de estudio. Fuente: Google Maps.

### 3.2. Estudio de mecánica de suelos:

Se realizó 02 ensayos para conocer el tipo de suelo y su capacidad portante en la urbanización Santo Domingo, para lo cual se tomó la muestra de 03 calicatas con una profundidad de 2.00 m, realizadas en la calle 4 (Jr. San Ignacio de Loyola).

El número de calicatas se determinó según la Norma mencionada tomando en cuenta la tabla 2.

**Tabla 2.** Números de puntos de investigación según la norma.

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de puntos de investigación (n)</b>
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

**(n)** nunca será menor de 3, excepto en los casos indicados en la Sección 1.3.2.

Fuente: Libro de reglamento nacional de edificaciones

La zona de estudio corresponde a urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos. El área de las manzanas, es decir, del terreno habilitado a donde pertenecen las viviendas estudiadas es 24, 546. 314 m<sup>2</sup> que equivalen a 2.45 Ha.

### **CALICATA N°1:**

Se realizó la calicata en la vivienda ubicada en la Mz. M Lt. 56 Urb. Santo Domingo II Etapa – Carabayllo.

Sus dimensiones son: 0.80 m de ancho x 1.00 m de largo x 2.00 m de profundidad.



*Figura 8:* Calicata 01. Fuente propia.

## **CALICATA N°2:**

Se realizó la calicata en la vivienda ubicada en la Mz. N Lt. 03 Urb. Santo Domingo II Etapa – Carabayllo.

Sus dimensiones son: 0.80 m de ancho x 1.00 m de largo x 2.00 m de profundidad.



*Figura 9: Calicata 02. Fuente propia.*

### **CALICATA N°3:**

Se realizó la calicata en la vivienda ubicada en la Mz. N Lt. 03 Urb. Santo Domingo II Etapa – Carabayllo.

Sus dimensiones son: 0.80 m de ancho x 1.00 m de largo x 2.00 m de profundidad.



*Figura 10: Calicata 03. Fuente propia.*

### **3.3. Procedimiento de evaluación**

#### **3.3.1. Elaboración del modelo estructural:**

Se desarrolló un modelo estructural tridimensional empleando el programa ETABS (versión 15.2.0), en el cual, se consideraron los siguientes elementos estructurales:

Columnas y vigas: se modelaron como elementos lineales tipo marco (frame), con 06 gdl por nudo (03 gdl traslacionales y 03 gdl rotacionales).

Losas de entrepiso y Techo: se modelaron como elementos planos tipo plate, con 03 gdl por nudo (01 gdl traslacional y 02 gdl rotacionales), que capturan el comportamiento de flexión fuera del plano. Dado que las losas son del tipo aligerado en una dirección, en el modelo se ha tomado en cuenta la existencia de las nervaduras para el cálculo de un espesor equivalente, a ser considerado en el análisis. Los ladrillos de la losa de techo han sido considerados únicamente como carga. Para tomar en cuenta la direccionalidad de la carga, se ha considerado ésta como ortótropa.

Muros de Albañilería: se modelaron como elementos planos tipo cascara (shell), con 06 gdl por nudo (03 gdl traslacional y 03 gdl rotacionales), que capturan el comportamiento de flexión fuera del plano y el comportamiento de membrana en el plano del elemento.

En el modelo se ha tomado en cuenta la flexibilidad de las losas en su plano. Los elementos no estructurales, tales como la tabiquería, han sido considerados únicamente como cargas gravitatorias.

Los apoyos han sido considerados como empotrados (todos los gdl restringidos).

El peso de los elementos que conforman la estación existente, han sido considerados como carga muerta. El peso total de los equipos proyectados ha sido repartido como cargas puntuales sobre las columnas sobre las que se encuentran apoyadas. Para el caso de los equipos y la viga se ha considerado en una carga puntual de 1100kg (incluido antenas y accesorios), aplicada sobre la columna donde se encuentra emplazada.

#### **3.3.2. Análisis estático:**

Para los estados de carga muerta y viva, se analizará la estructura considerando que estas se aplican de forma gradual, de manera que se puedan desprestigiar los efectos inerciales. El procedimiento consistió en determinar las matrices de rigidez de los elementos estructurales, asumiendo un campo de desplazamientos, para luego ensamblar una matriz de rigidez global de toda la estructura. El siguiente paso fue aplicar las

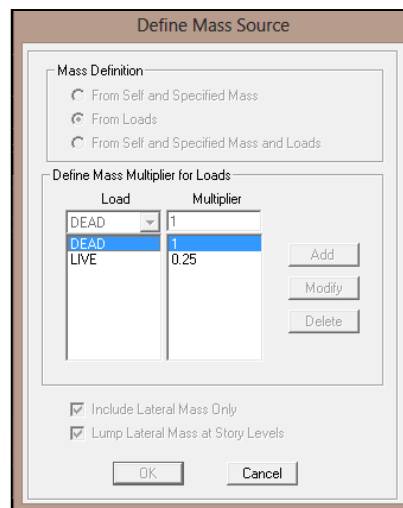
condiciones de bode (condiciones de apoyo y otros constrains), para finalmente, proceder a resolver el conjunto de ecuaciones lineales cuyo resultado nos proporcionó el vector de desplazamientos en los nudos de los elementos. El paso final fue determinar los esfuerzos internos en los elementos estructurales.

### 3.3.3. Análisis modal:

El análisis modal sirvió para determinar las formas de vibrar de la estructura, que fueron útiles en dos aspectos:

Nos permitió entender el comportamiento dinámico de la estructura en evaluación. Los modos de vibrar de la estructura se pueden utilizar como base para la superposición modal en casos de análisis de respuesta espectral o en casos de análisis tiempo-historia. Existen dos tipos de análisis modal: Análisis por auto-vectores y Análisis por vectores Ritz. En el presente caso utilizaremos los auto-vectores.

Para realizar el análisis modal se definió la masa de la estructura considerando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación común tipo C (ver norma E-030 de diseño sismo-resistente).



### 3.3.4. Análisis dinámico:

En la presente evaluación se aplicó un análisis de espectro de respuesta utilizando superposición modal. Los modos y las frecuencias de vibración se determinaron mediante un análisis por auto-vectores.

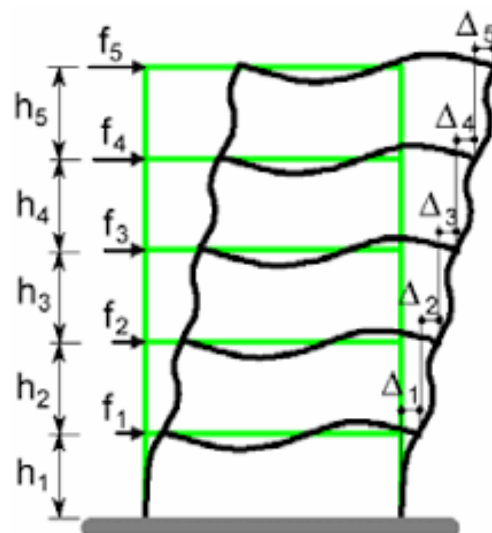
La curva de respuestas espectral (pseudo-aceleraciones vs periodos) fue definida utilizando las consideraciones de la Norma E-030 de diseño sismo-resistente. El ratio de

amortiguamiento fue de 0.05. El procedimiento de combinación modal fue la técnica de combinación cuadrática completa (CQC) y la combinación direccional fue el método SRSS (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados)

Cabe resaltar que, la Norma E-030 señala que en cada dirección, se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero debe tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

### 3.3.5. Análisis de desplazamientos:

Se refiere al máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según un análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas del coeficiente R.



### 3.4. Propiedades de los materiales:

#### 3.4.1. Concreto:

- Resistencia mecánica del concreto  $f^c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto  $E = 2000000 \text{ Tn/m}^2$

#### 3.4.2. Ladrillo:

- Densidad de Albañilería  $1.9\text{ton/m}^2$
- Ladrillos artesanales, k-k,  $f^m = 40 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Módulo de Elasticidad de la albañilería,  $E = 175000 \text{ Tn/m}^2$ (kk artesanal)



### **3.4.3. Acero de refuerzo:**

- Resistencia a la fluencia del acero grado 60,  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_s = 2000,000 \text{ kg/cm}^2$

### **3.4.4. Normatividad y especificaciones aplicables:**

Normas Nacionales: se usó el Reglamento Nacional de Edificaciones para las evaluaciones de las viviendas autoconstruidas.

- Norma Técnica de Edificación E-020 "Cargas"
- Norma Técnica de Edificación E-030 "Diseño Sismo Resistente"
- Norma Técnica de Edificación E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado"
- Norma Técnica de Edificación E-070 "Albañilería"

## **3.5. Criterios para la evaluación estructural**

Para determinar el comportamiento de las estructuras, fueron sometidas a cargas gravitatorias (cargas muerta y viva) y cargas sísmicas, se emplearon dos criterios: criterio de rigidez y criterio de resistencia.

Criterio de Rigidez: La rigidez viene a ser la capacidad de la estructura a oponerse a ser deformada. Deformaciones importantes involucran daño a elementos estructurales y no estructurales (elementos divisorios, instalaciones eléctricas y mecánicas, muebles, etc.) de la edificación.

El procedimiento consiste en determinar los máximos desplazamientos laterales, en cada entrepiso, debidos a cargas sísmicas y compararlas con los límites establecidos en la norma de diseño E - 030 sismo-resistente. Estos límites son expresados como fracción de la altura de entrepiso (deriva) (tabla 3), de acuerdo con el material predominante de los elementos estructurales.

**Tabla 3.** Límites para desplazamiento lateral de entrepiso según la norma E-030.

<b>Material predominante</b>	<b>(D/he)</b>
Concreto Armado	0.007
Albañilería	0.005
Acero Estructural	0.010
Madera	0.010

Fuente: Norma E-030

Criterio de Resistencia: La Resistencia viene a ser la capacidad de la estructura a no romperse. La resistencia debe distribuirse uniformemente, es decir, se debe evitar estructuraciones que concentren esfuerzos en pocos elementos, generando un desbalance entre el nivel de esfuerzo de los elementos. Debe buscarse, además, una estructuración con más de una línea de resistencia y con capacidad de redistribuir las fuerzas de sismo, en la eventualidad de falla de elementos importantes.

El criterio consistió en determinar la capacidad nominal de los distintos elementos estructurales para soportar las sollicitaciones impuestas: flexión, cortante, torsión y flexo-compresión. Luego, la resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción correspondiente, se contrastó con los esfuerzos actuantes amplificados.

El criterio de ductilidad no fue parte de la presente evaluación, debido a que no se cuenta con la información de la cantidad exacta y disposición del acero de refuerzo, tanto longitudinal como transversal) de los elementos de concreto armado existentes. El criterio de estabilidad solo se verificó para el caso de flexo-compresión en las columnas.

### **3.6. Consideraciones de carga**

#### **3.6.1. Cargas por peso propio**

Son cargas provenientes del peso de los elementos estructurales. Fue calculado automáticamente por el software empleado, multiplicando las dimensiones de cada elemento por su peso volumétrico.

### 3.6.2. Carga muerta adicional

Son cargas provenientes de dispositivos de servicio, acabados, equipos, tabiques, cielorrasos y otros elementos que forman parte de la edificación y/o que se consideran permanentes. El peso de los equipos y demás elementos que componen la estación proyectada fueron considerados como carga muerta.

**Tabla 4.** Carga muerta según el material utilizado.

<b>Carga muerta</b>	
Peso propio de concreto armado	2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso propio de piso - losa aligerada	300 kg/m <sup>3</sup>
peso propio de piso terminado	100 kg/m <sup>3</sup>
peso de tabiquería	60 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: propia.

### 3.6.3. Cargas vivas

Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

**Tabla 5.** Carga viva calculada.

<b>Carga viva</b>	
S/c en piso típico	200 kg/m <sup>2</sup>
s/c en azotea	100 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: propia.

### 3.6.4. Cargas producidas por sismo

Para definir la carga sísmica se empleó el espectro de respuesta definido por la Norma de diseño sismo resistente E.030 cuyos parámetros fueron aplicados mediante un análisis dinámico. Los parámetros que definen el espectro se especifican a continuación:

$$S_a = \left( \frac{ZUCS}{R} \right) g$$

### 3.7. Zonificación (Z)

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características esenciales de los movimientos sísmicos, la atenuación de estos con la distancia y la información geotécnica obtenida de estudios científicos.

De acuerdo a lo anterior, la Norma E-0.30 de diseño sismo-resistente asigna un factor “Z” a cada una de las 04 zonas del territorio nacional. Este factor representa la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto corresponde a la zona 4 (Lima) y su factor de zona Z es 0.45 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Factor “Z” asignado según la zonificación del terreno.

Carga viva	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E-030.

### 3.8. Parámetros del suelo (S)

Para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasificaron tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte.

Para el presente caso, se consideró que el perfil de suelo en la zona de emplazamiento de la estructura en evaluación, fuera de tipo suelo intermedio S2 (Tabla 7). Los periodos del suelo asociados con este tipo de terreno fueron los siguientes: “TP = 0.60 seg. Y TL = 2.00 seg. El factor de amplificación correspondiente del suelo tiene un valor de S=1.05.

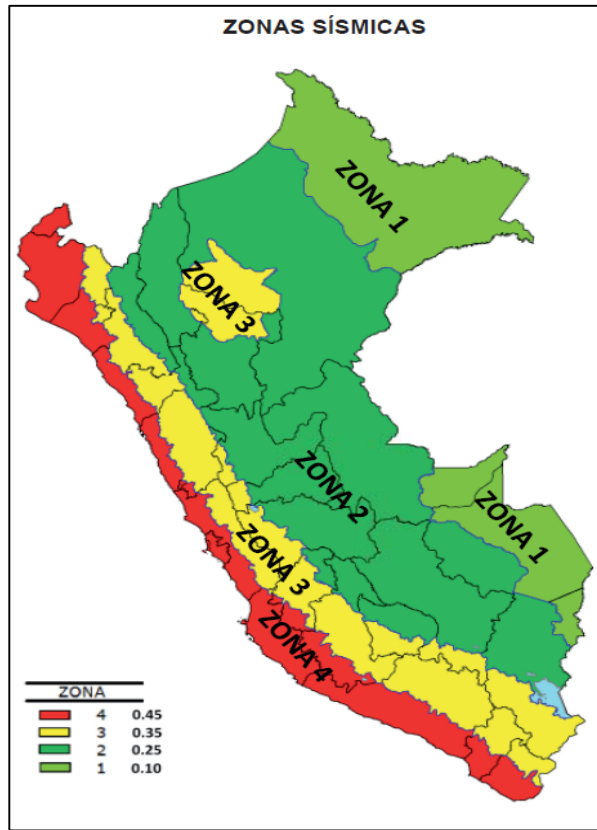


Figura 11: Zonas sísmicas especificadas por la Norma E-030 (2016).

Tabla 7. Clasificación de los perfiles de suelo en la zona de emplazamiento de la estructura en evaluación.

Perfil	Tipo
S0	S0: Roca Dura
S1	S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
S2	S2: Suelos Intermedios
S3	S3: Suelos Blandos
S4	S4: Condiciones Excepcionales

Fuente: Norma E-030

### 3.9. Parámetros de sitio (S, Tp y TL):

Se consideró el tipo de perfil que mejor describió las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S (tabla 8) y de los periodos Tp y TL (tabla 9).

**Tabla 8.** Factores de suelo “S”.

Zona/Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z3	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E-030

**Tabla 9.** Periodo “Tp” y “Tl”.

Perfil de suelo				
Periodo/Suelo	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
Tl (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E-030

### 3.10. Factor de amplificación sísmica (C):

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$C = 2.50, \quad T < T_P$$

$$C = 2.50 \left( \frac{T_P}{T} \right), \quad T_P < T < T_L$$

$$C = 2.50 \left( \frac{T_P \cdot T_L}{T} \right), \quad T > T_L$$

Dónde:  $T$  es el periodo de la estructura

### 3.11. Categoría de las edificaciones (U):

Cada estructura se clasificó de acuerdo a la categoría de uso de la edificación. Los usos actuales dados a la edificación son de vivienda, por lo que la norma establece un factor de importancia  $U = 1.0$ .

**Tabla 10.** Clasificación de acuerdo a la categoría de uso de la edificación.

Categoría	Descripción	U
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1
D	Edificaciones Temporales	-

Fuente: Norma E-030

### **3.12. Irregularidades en planta y elevación:**

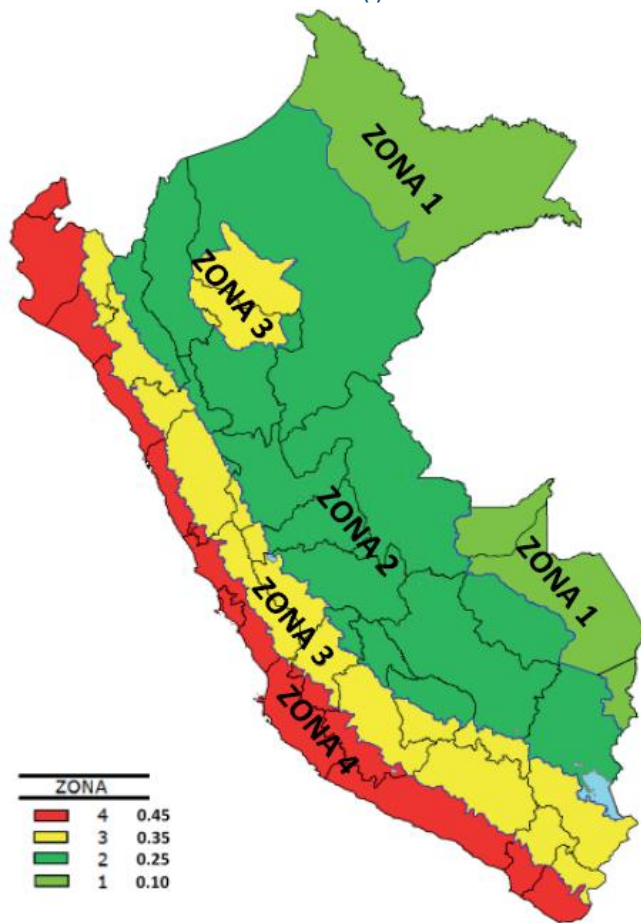
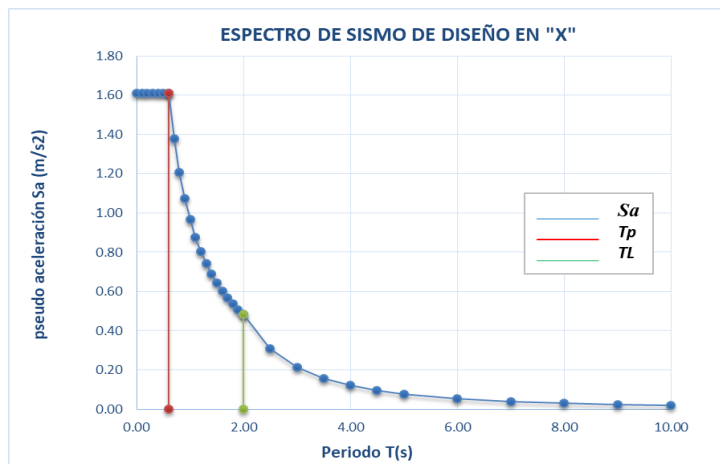
La estructura presenta irregularidad.

Regular en Altura:  $l_a=1.0$

Irregular en Planta:  $l_p=0.90$  (Esquina Entrante).

### **3.13. Sistemas estructurales(R)**

Los sistemas estructurales se clasificaron según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. En la dirección X-X, un factor de reducción  $R = 1.00 \times 0.90 \times 8 = 7.20$ , para pórticos de concreto armado.

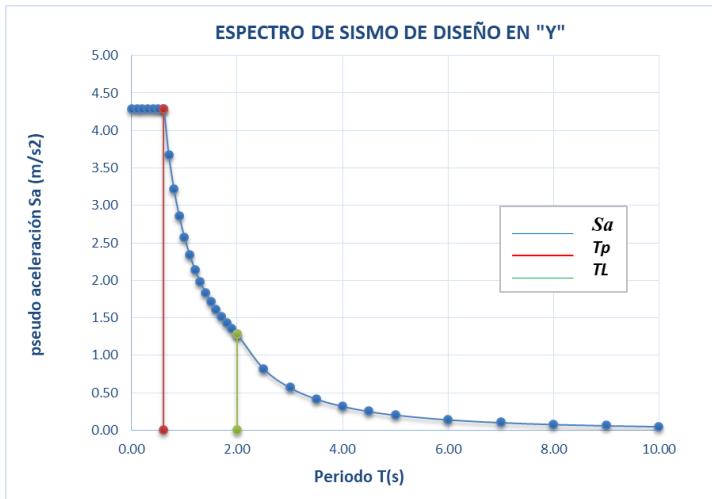


C	T(s)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
2.50	0.00	1.61
2.50	0.10	1.61
2.50	0.20	1.61
2.50	0.30	1.61
2.50	0.40	1.61
2.50	0.50	1.61
2.50	0.60	1.61
2.14	0.70	1.38
1.88	0.80	1.21
1.67	0.90	1.07
1.50	1.00	0.97
1.36	1.10	0.88
1.25	1.20	0.80
1.15	1.30	0.74
1.07	1.40	0.69
1.00	1.50	0.64
0.94	1.60	0.60
0.88	1.70	0.57
0.83	1.80	0.54
0.79	1.90	0.51
0.75	2.00	0.48
0.48	2.50	0.31
0.33	3.00	0.21
0.24	3.50	0.16
0.19	4.00	0.12
0.15	4.50	0.10
0.12	5.00	0.08
0.08	6.00	0.05
0.06	7.00	0.04
0.05	8.00	0.03
0.04	9.00	0.02
0.03	10.00	0.02

Figura 12: Espectro de Respuesta (Norma E-030) (R=7.20). Fuente: propia.

En la dirección Y-Y, un factor de reducción  $R = 1.00 \times 0.90 \times 3 = 2.70$ , para muros de albañilería confinada.





C	T(s)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
2.50	0.00	4.29
2.50	0.10	4.29
2.50	0.20	4.29
2.50	0.30	4.29
2.50	0.40	4.29
2.50	0.50	4.29
2.50	0.60	4.29
2.14	0.70	3.68
1.88	0.80	3.22
1.67	0.90	2.86
1.50	1.00	2.58
1.36	1.10	2.34
1.25	1.20	2.15
1.15	1.30	1.98
1.07	1.40	1.84
1.00	1.50	1.72
0.94	1.60	1.61
0.88	1.70	1.51
0.83	1.80	1.43
0.79	1.90	1.36
0.75	2.00	1.29
0.48	2.50	0.82
0.33	3.00	0.57
0.24	3.50	0.42
0.19	4.00	0.32
0.15	4.50	0.25
0.12	5.00	0.21
0.08	6.00	0.14
0.06	7.00	0.11
0.05	8.00	0.08
0.04	9.00	0.06
0.03	10.00	0.05



Figura 13: Espectro de Respuesta (Norma E-030) (R=7.20). Fuente: propia.

### 3.14. Combinaciones

COMBO 1.....	1.4 D + 1.7 L
COMBO 2.....	1.25 (M + V) + SX
COMBO 3.....	1.25 (M + V) – SX
COMBO 4.....	1.25 (M + V) + SY
COMBO 5.....	1.25 (M + V) – SY
COMBO 6.....	0.9 D + 1.25 SX
COMBO 7.....	0.9 D - 1.25 SX
COMBO 8.....	0.9 D + 1.25 SY
COMBO 9.....	0.9 D - 1.25 SY

Envolvente general

$$C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8 + C9$$

### 3.15. Modelamiento – vivienda unifamiliar N°1 (situación actual):

Con la información recopilada se procedió a realizar los modelos en el programa, teniendo en cuenta los elementos estructurales, estado actual, resistencia y cuantías mínimas de acero, además del criterio personal.

A continuación, se detalla el modelo correspondiente en las figuras 14 y 15.

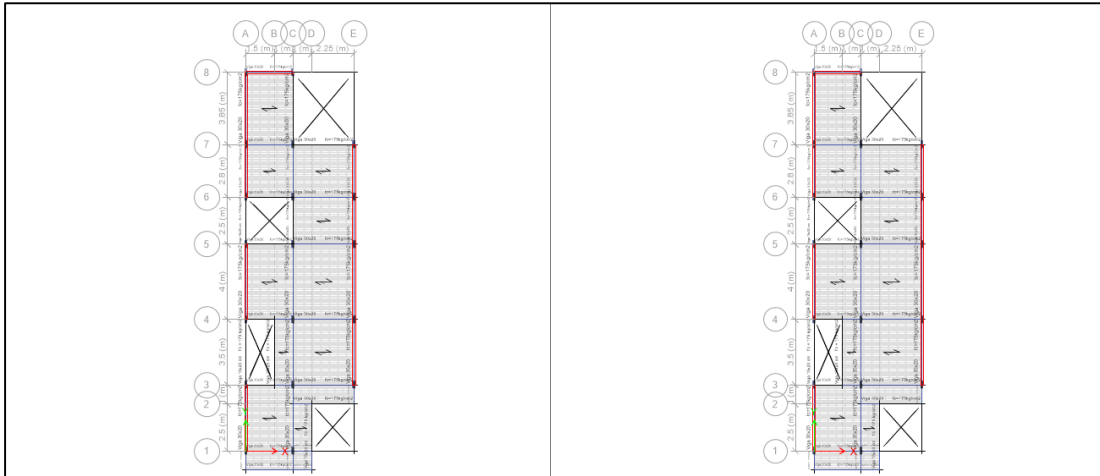


Figura 14: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 1– Vista en planta de losa del primer y segundo nivel. Fuente: propia.

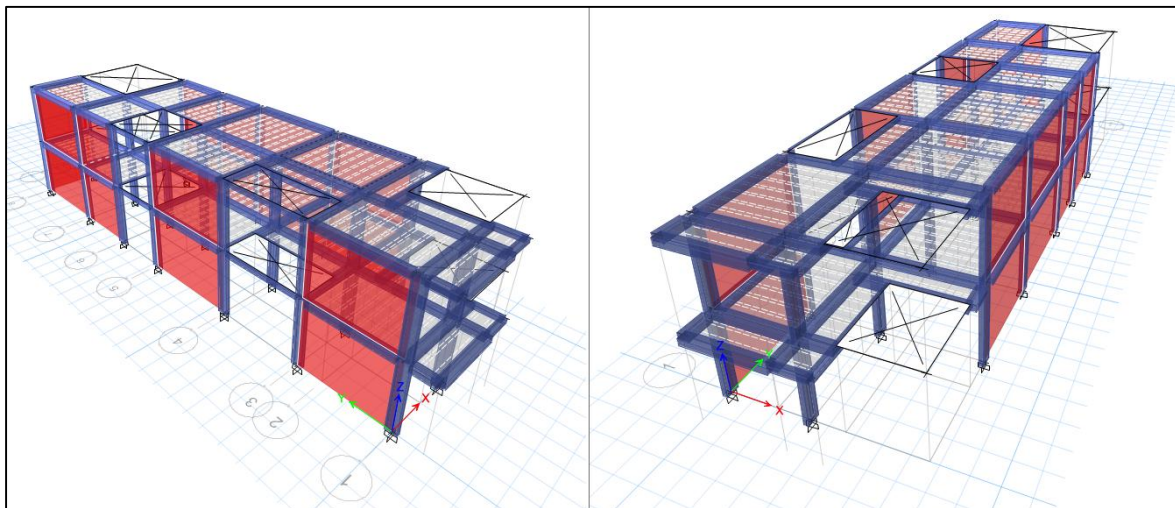


Figura 15: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 1 – Vista en perspectiva del primer y segundo nivel. Fuente: propia

### 3.15.1. Análisis modal de la estructura

Según los lineamientos de la Norma de Diseño Sismo Resistente NTE R.030, que forma parte del RNE, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la estructura por nivel se consideró como el 100% de la carga muerta y únicamente el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación común tipo C.

El programa ETABS calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. En el análisis tridimensional se empleó la superposición de los primeros modos de vibración por ser los más representativos de la estructura.

A continuación, se muestran los resultados de los periodos de vibración y frecuencias, que indicó la importancia de cada modo en su respectiva dirección.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.515	0.8213	0.0002	0	0.8213	0.0002	0	0.0001	0.255	0.099	0.0001	0.255	0.099
Modal	2	0.188	0.0525	0.0009	0	0.8738	0.0011	0	0.0005	0.668	0.064	0.0007	0.9229	0.163
Modal	3	0.169	0.1168	0.0005	0	0.9906	0.0016	0	0.0002	2.839E-05	0.7667	0.0008	0.923	0.9297
Modal	4	0.116	2.365E-06	0.9234	0	0.9906	0.925	0	0.2508	0.0013	0.0004	0.2516	0.9243	0.9301
Modal	5	0.065	0.0094	0.0001	0	1	0.925	0	3.846E-05	0.0757	0.0699	0.2516	1	1
Modal	6	0.045	2.112E-06	0.075	0	1	1	0	0.7484	2.602E-05	8.963E-07	1	1	1

Como se observa, el periodo con mayor participación de masa fue el del -primer modo de vibración en la dirección X-X. En la dirección Y-Y se observa que el periodo con mayor participación de masa está en la cuarta forma de modo de vibración. Entonces, para la estructura, los periodos fundamentales son:

**TX-X = 0.515s** (1ra forma de modo).

**TY-Y = 0.116s** (4ta forma de modo).

Se muestra a continuación los gráficos con las deformadas de los modos 1 y 4

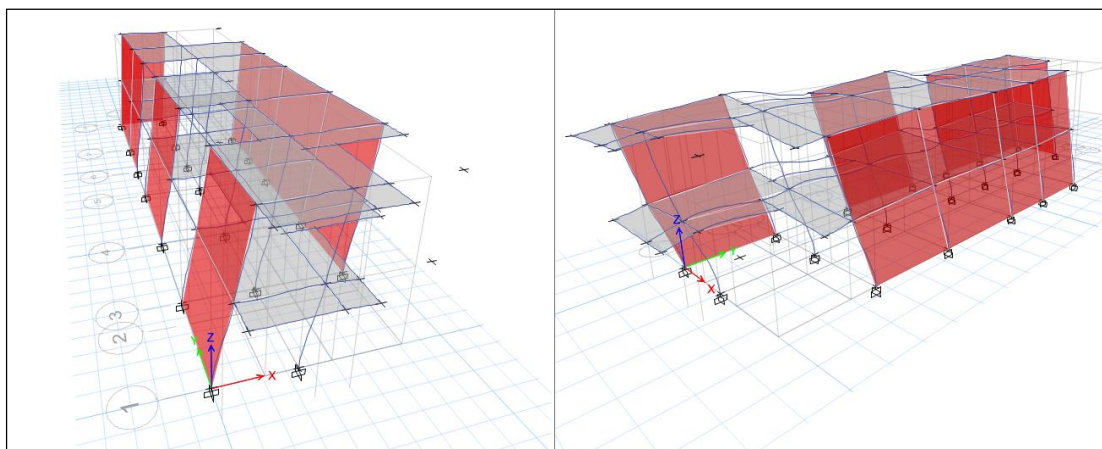


Figura 16: 1er y 4to Modo de vibración (predominante en la dirección X, T=0.515seg., predominante en la dirección Y, T=0.116seg.) de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

### 3.15.2. Desplazamiento y distorsiones

Los desplazamientos laterales se calcularon multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con solicitaciones sísmicas reducidas.

Los máximos desplazamientos relativos de entrepiso, no debían exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Norma E-030.

**Sismo X:**

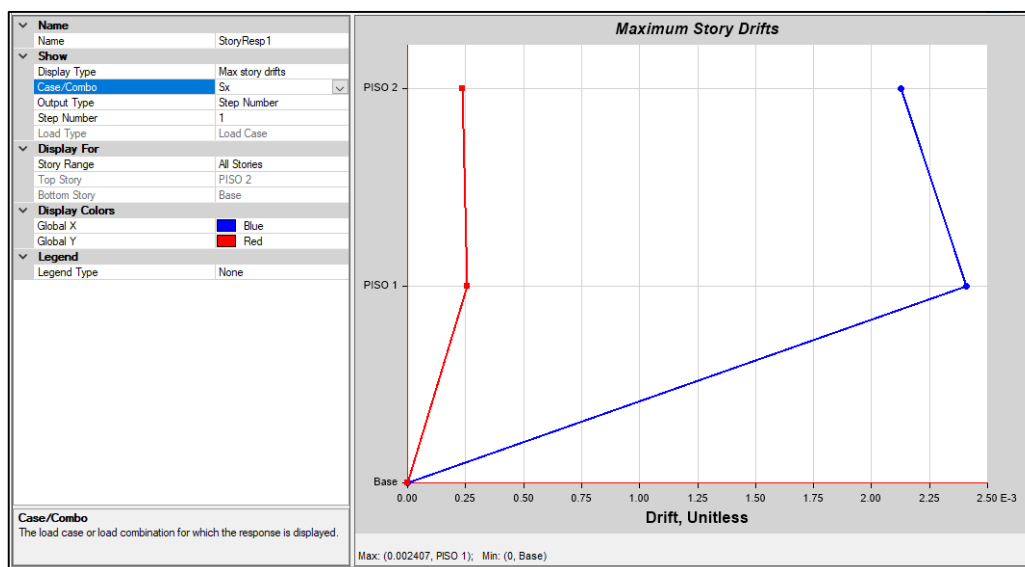


Figura 17: Máximo desplazamiento estructural de la situación actual de la vivienda 1– Sismo en eje X.

Fuente: propia.

Tabla 11. Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 1 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	No!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	No!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia.

## Sismo Y:

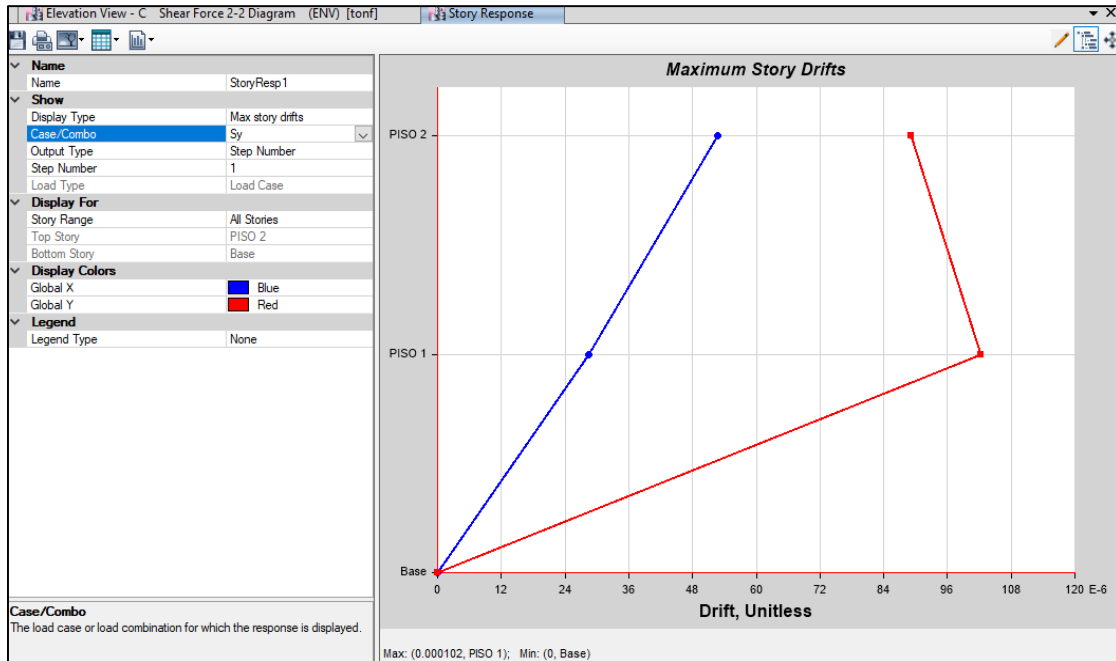


Figura 18: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje Y. Fuente: propia

Tabla 12. Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 1 – Sismo en eje Y.

VIVIENDA N° 1 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	No!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	No!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia.

Con los resultados obtenidos, se verificó que la estructura de la vivienda 1 no cumplía con el límite máximo permisible de reglamento E-030, tanto para el eje X como para el eje Y, por lo que tuvo que buscarse la manera de reducir el desplazamiento mediante el reforzamiento.

### 3.15.3. Diagrama de momento flector

En la figura 19, se muestra la gráfica donde se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje C entre 4 – 5 Primer Nivel). En la figura 20, se detalla lo que sucede con dicha viga (Eje C entre 4 – 5 Primer Nivel).

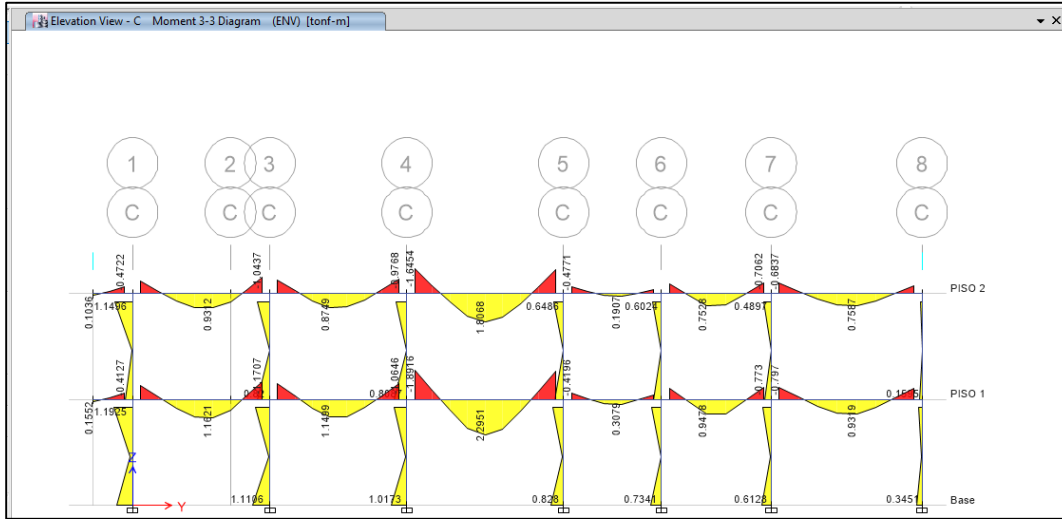


Figura 19: Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

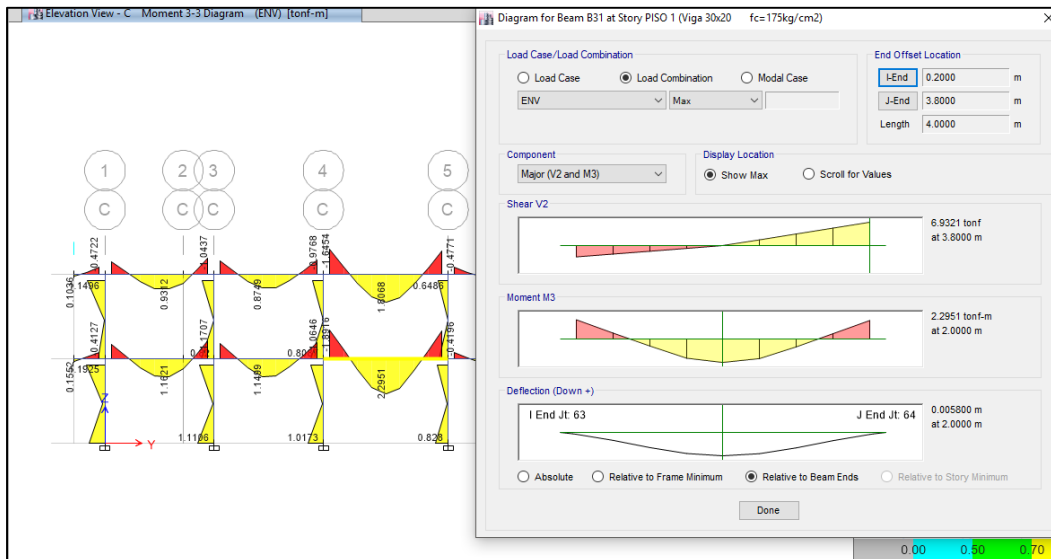


Figura 20: Cuadro de esfuerzos máximos en la viga (Eje C entre 4 y 5) de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

### 3.15.4. Diagrama de fuerza cortante

En la figura 20, se muestra la gráfica donde se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje C entre 4 – 5 Primer Nivel).

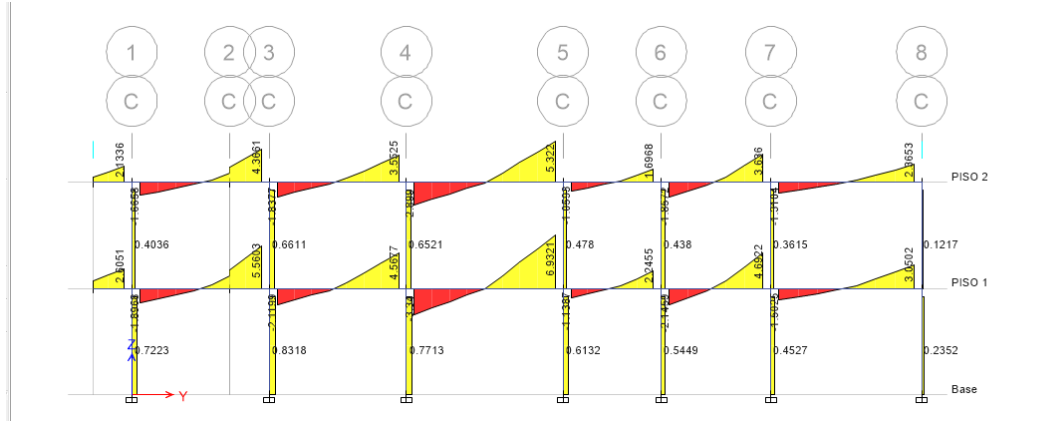


Figura 21: Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

### 3.15.5. Diagrama de Carga Axial

En la figura 22, se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje C-4).

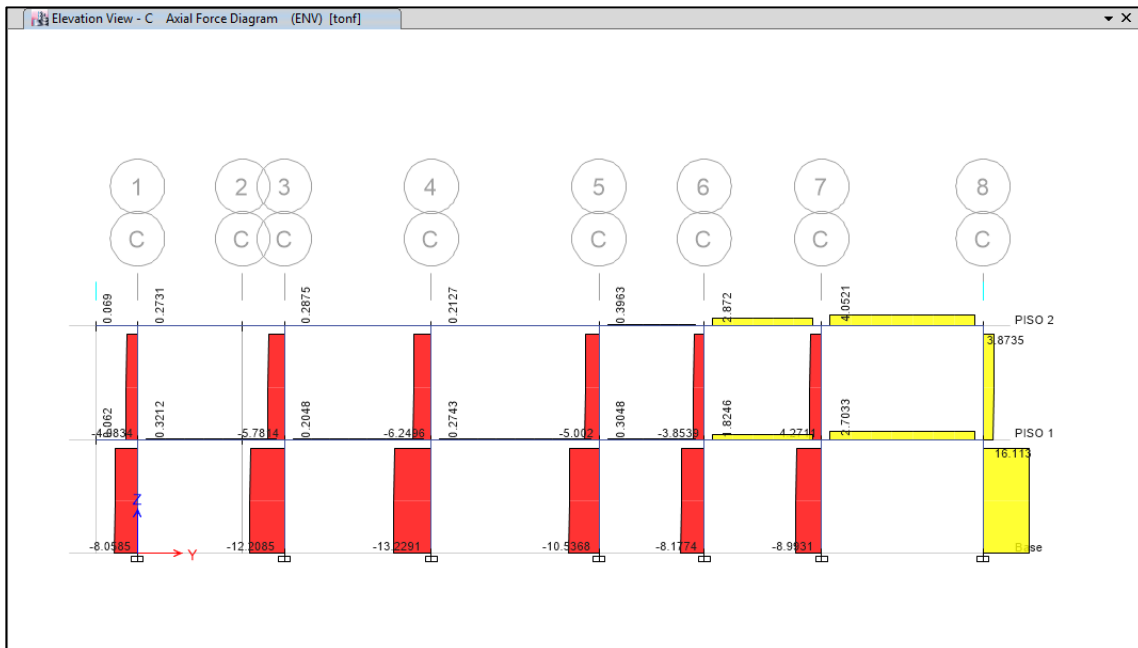


Figura 22: Diagrama de esfuerzos por carga axial en elementos verticales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.



### 3.15.6. Verificación de Columnas Existentes

Se verificó la columna existente con mayores solicitaciones por flexo-compresión. Se verificó la capacidad resistente a flexo-compresión de la columna ubicada entre los ejes 1 y C, en el PRIMER NIVEL. Esta columna tiene una sección transversal de 15cmx40cm.

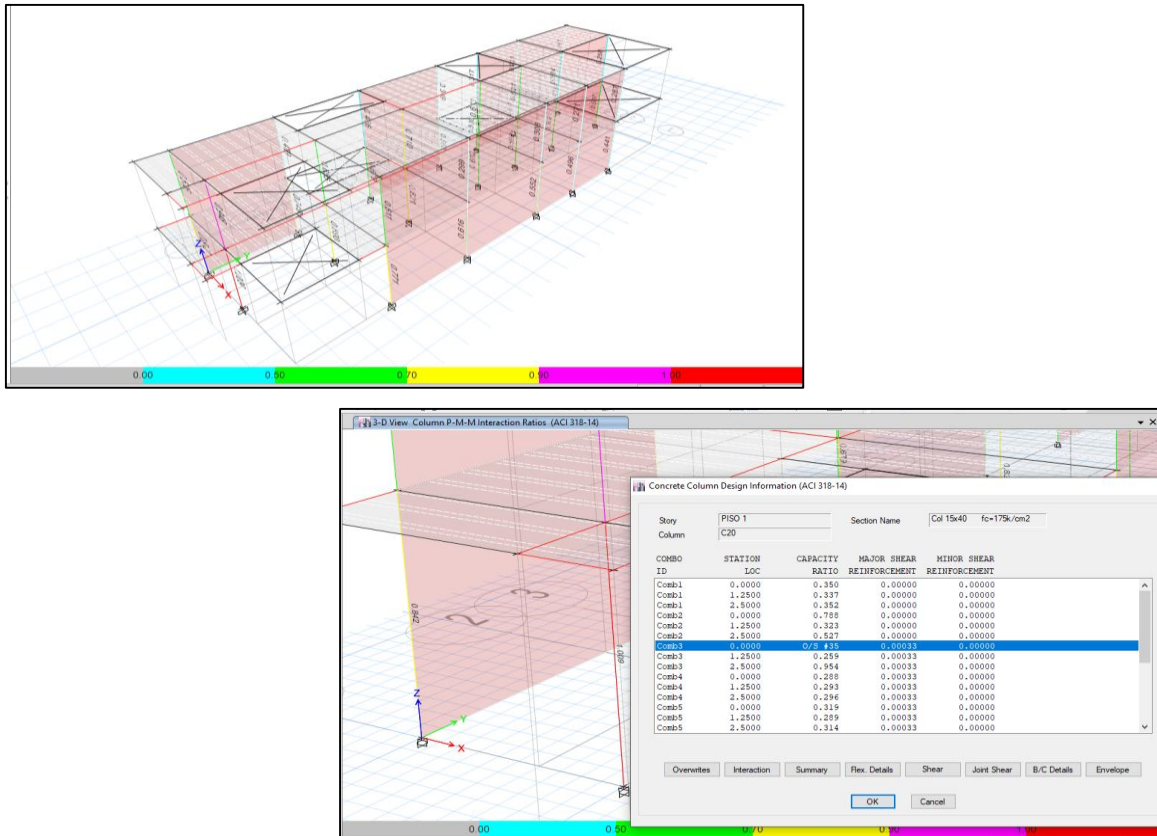


Figura 23: Ratios en columnas de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

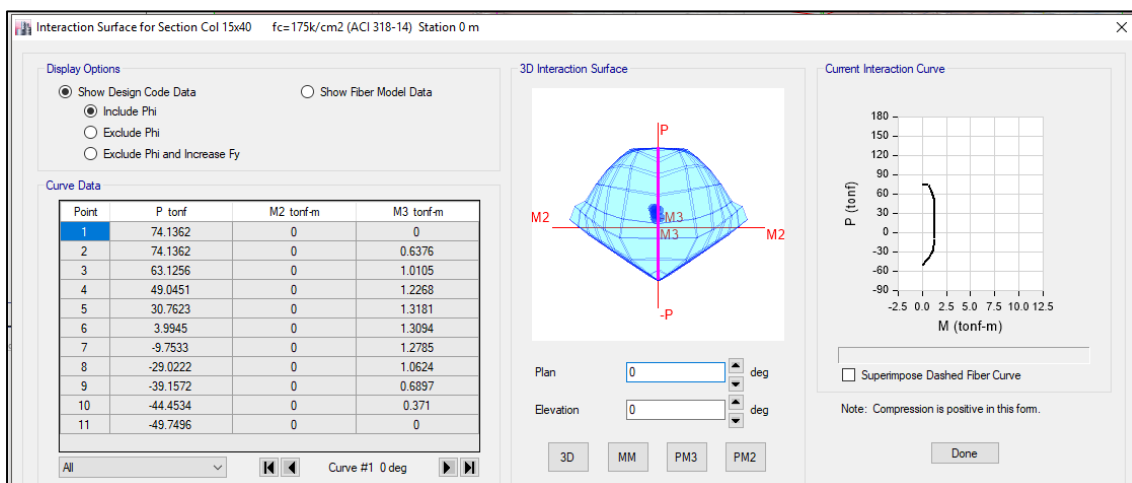


Figura 24: Diagrama de interacción de la columna de la situación actual de la vivienda 1. Fuente: propia.

### 3.16. Vivienda unifamiliar n°1 – con placas de concreto armado:

Se propuso el reforzamiento de la estructura debido a la verificación de la situación actual y al no estar cumpliendo con los límites máximos permisibles. Se propuso a criterio y viendo la deformada de la estructura la ubicación de la placa de concreto armado, con características de:  $F'c=210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , Longitud=100cm. Y espesor=20cm.

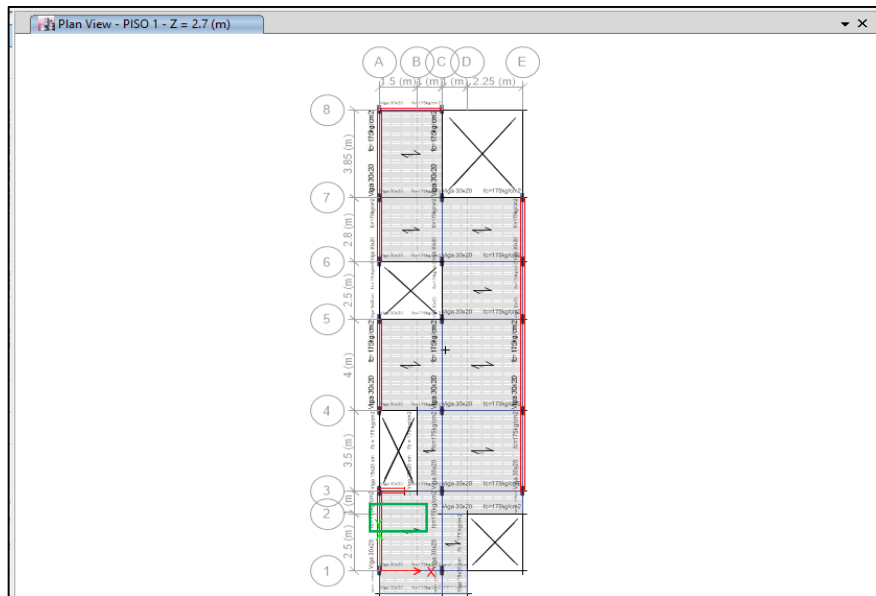


Figura 25: Vista en planta de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

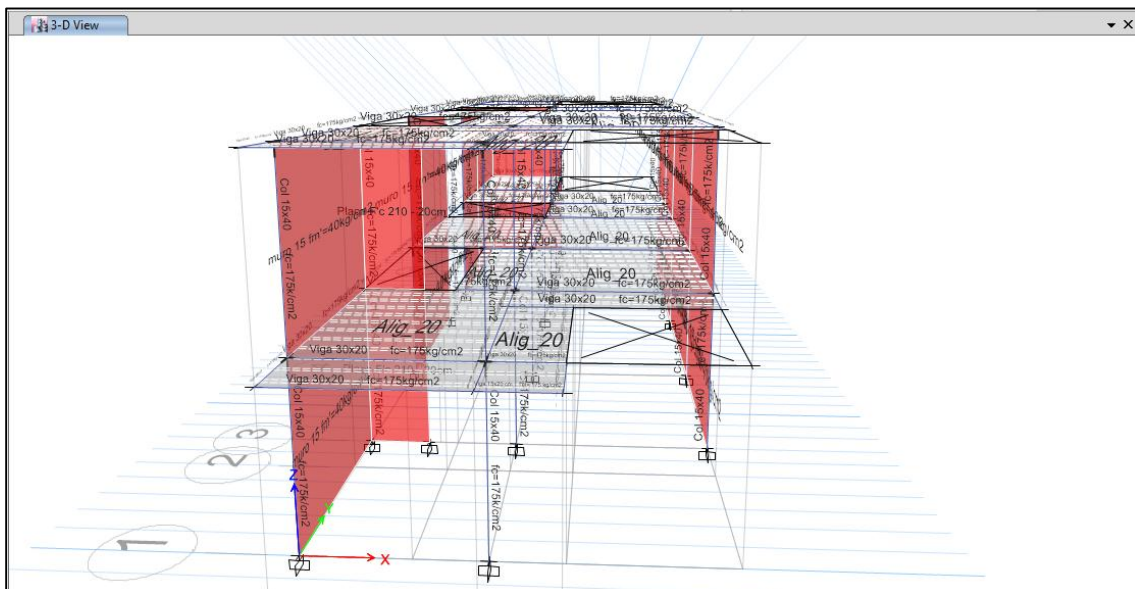


Figura 26: Vista tridimensional de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado. Fuente:

propia.

### 3.16.1. Desplazamiento y distorsiones

Luego del análisis de la estructura reforzada, se verificó que las derivas máximas disminuyeran considerablemente, logrando dejar a la estructura dentro del rango máximo permisible según el Reglamento.

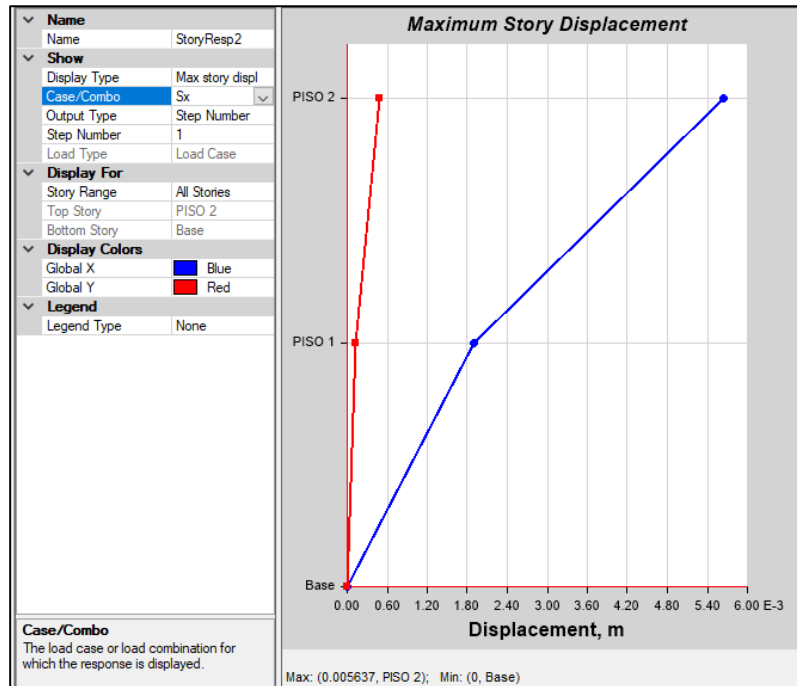


Figura 27: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X. Fuente: propia.

Tabla 13. Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 1 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	Ok!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	Ok!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia



Figura 28: Máximo desplazamiento de entrepiso de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – sismo en eje Y. Fuente: propia.

Tabla 14. Cálculos de desplazamiento lateral de estructura reforzada de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y.

VIVIENDA N 1 - SISMO EN Y										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	Ok!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	Ok!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia.

### 3.16.2. Verificación de columnas existentes luego del reforzamiento

Luego de reforzada la estructura se verificó los ratios máximos actualizados.

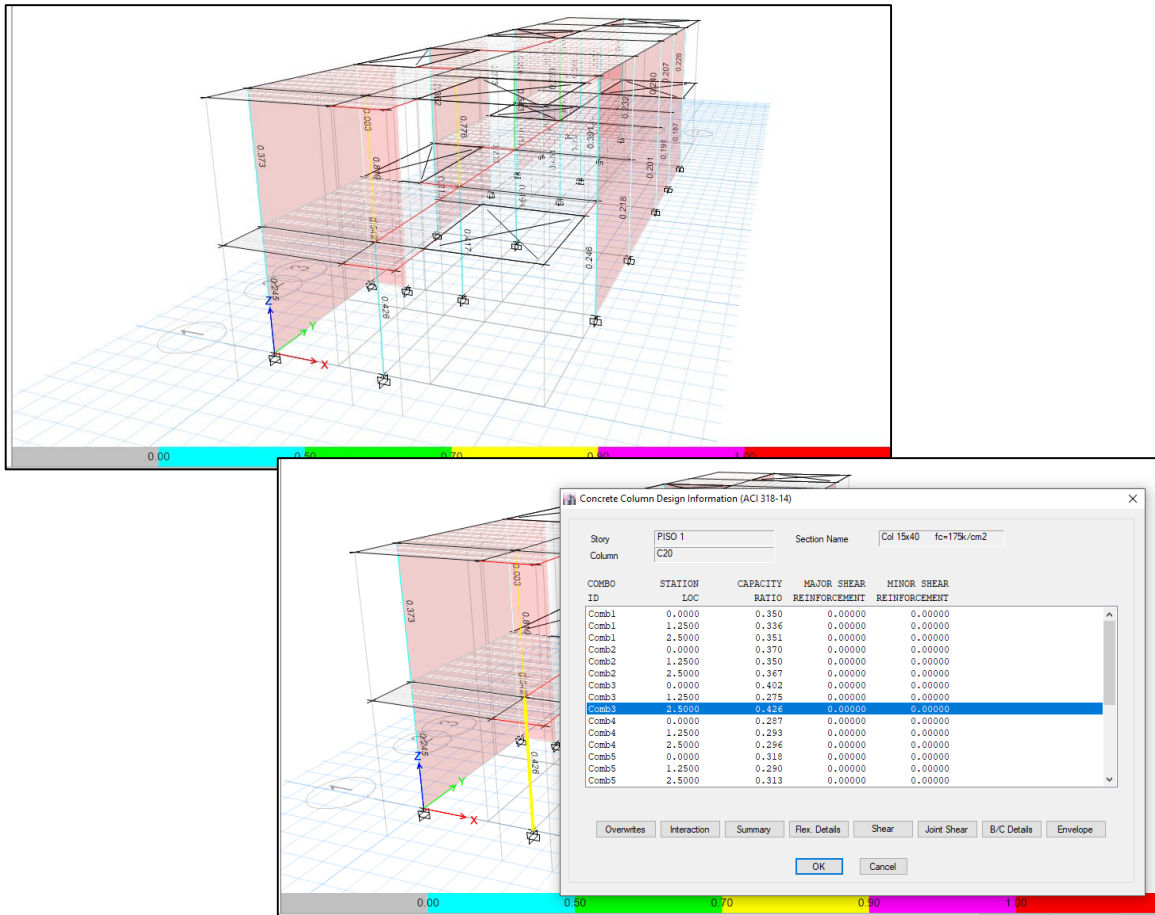


Figura 29: Ratios en columnas de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado. Fuente:

propia.

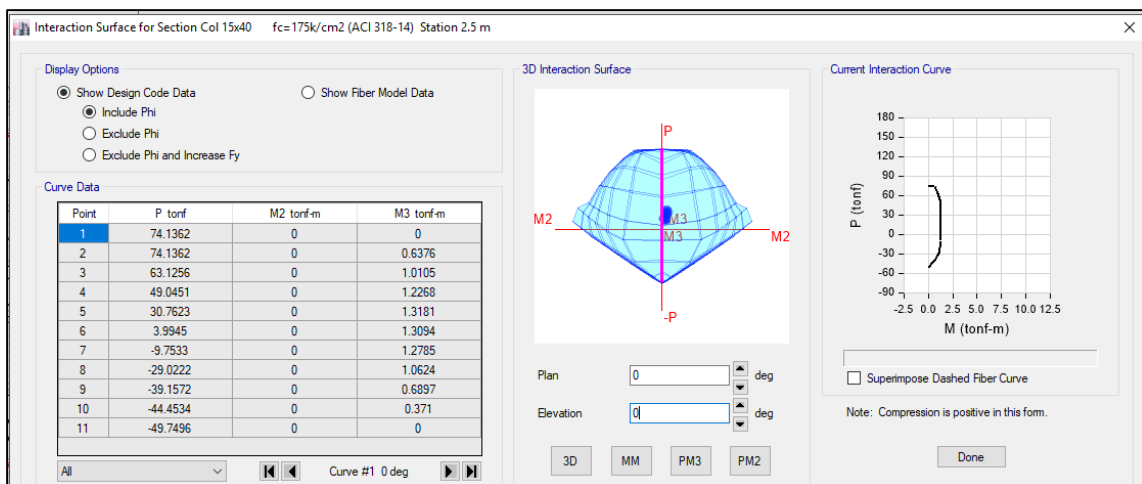
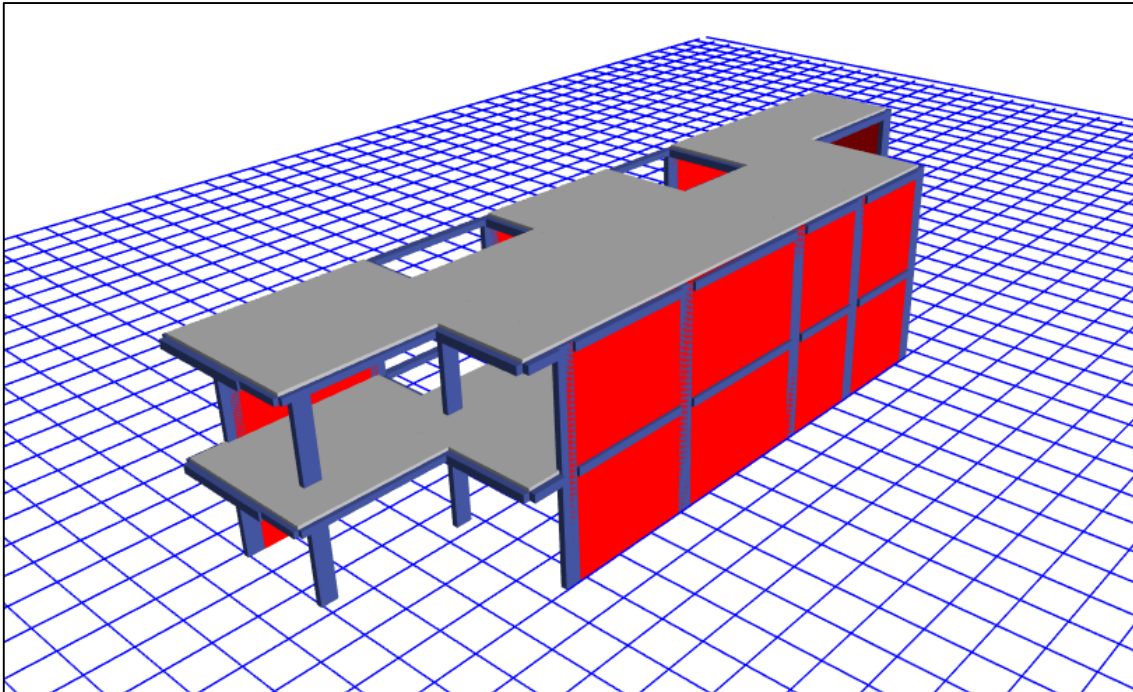


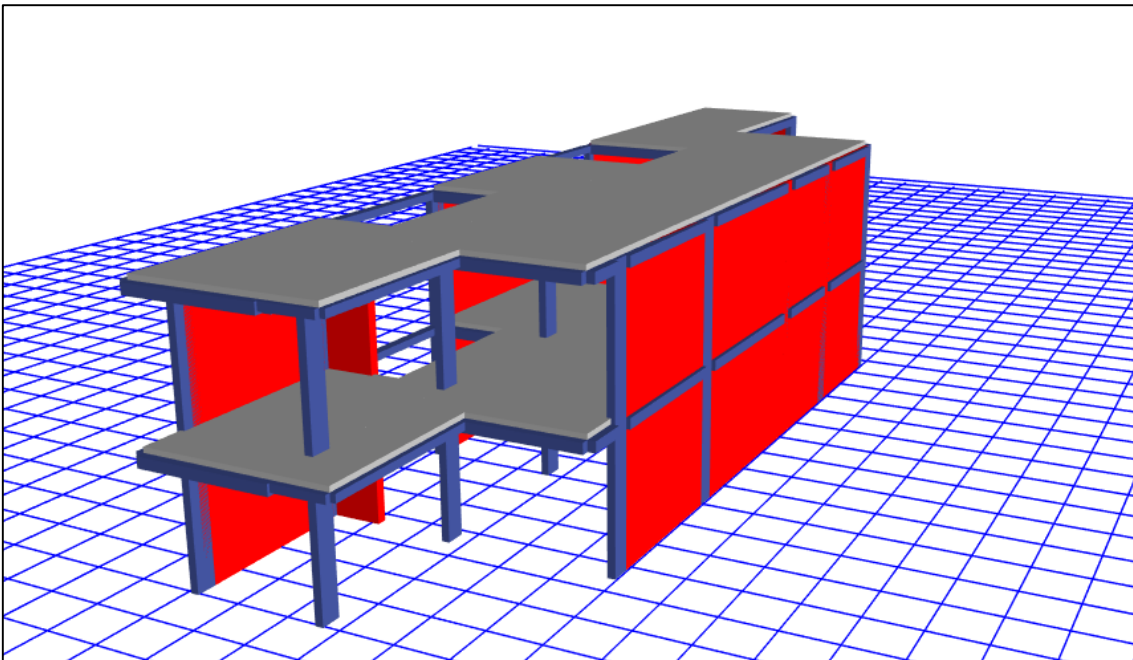
Figura 30: Diagrama de interacción la columna de la vivienda 1 reforzada con placa de concreto

armado. Fuente: propia.

### 3.17. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)



*Figura 31:* Vista renderizada de la vivienda 1 en situación actual. Fuente: propia.



*Figura 32:* Vista renderizada de vivienda 1 reforzada con placa de concreto armado (Placas de C°A°). Fuente: propia.

### 3.18. Modelamiento – vivienda unifamiliar N°2 (situación actual):

Al igual que en la vivienda unifamiliar N°1, se recopiló información de los elementos estructurales, estado actual, resistencia y cuantías mínimas de acero, además del criterio personal para efectuar el modelamiento.

El modelo se detalla en la figura 33.

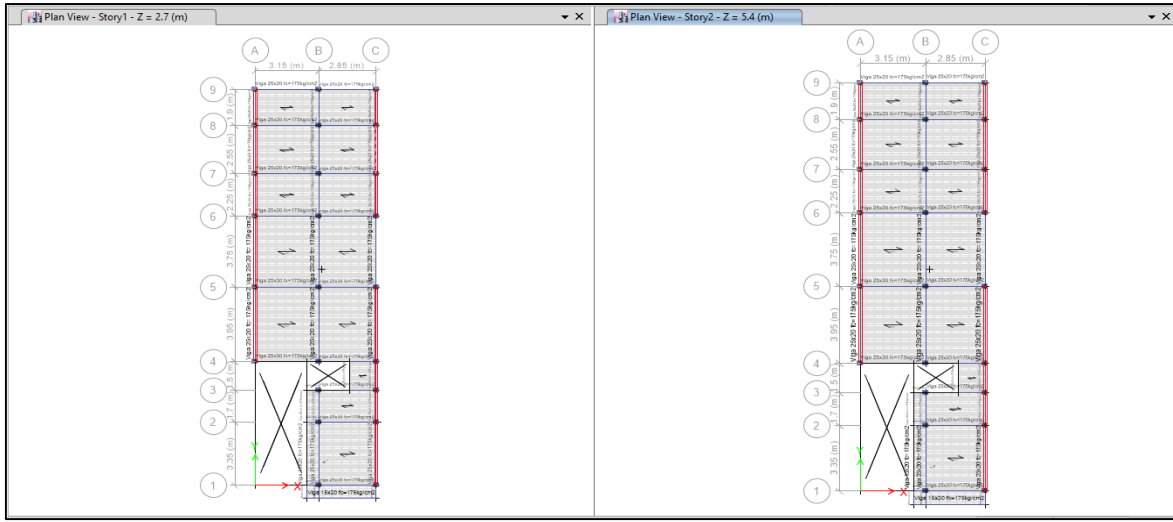


Figura 33: Vista en planta de la situación actual de la vivienda 2 – 1er y 2do Nivel. Fuente: propia.

Las dimensiones de la vivienda son de 6.00 m de ancho y 20.95 m de longitud con un área de 125.70 m<sup>2</sup>.

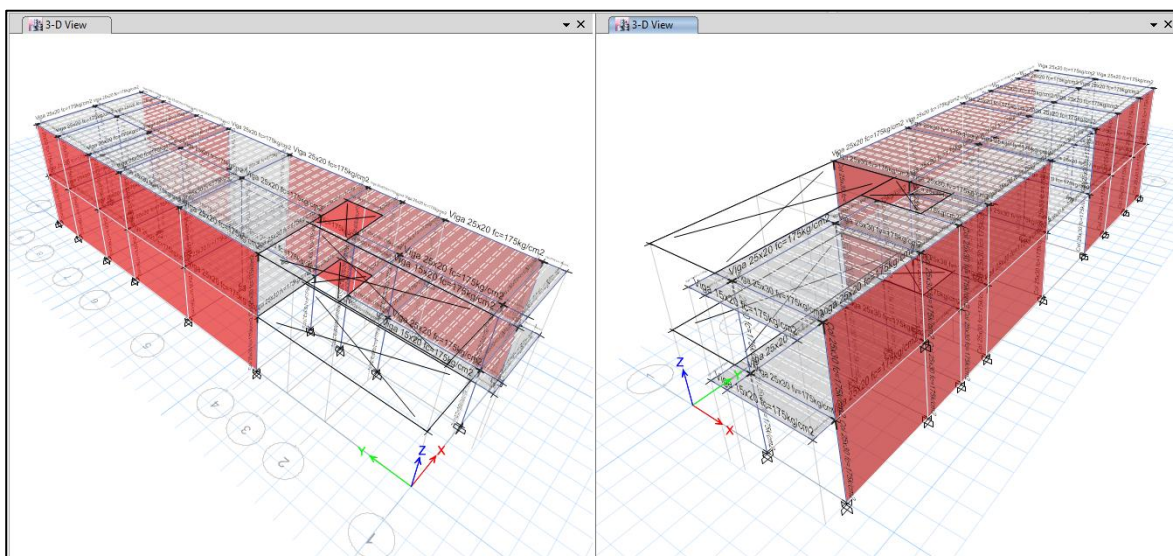


Figura 34: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 2 – Vista en perspectiva. Fuente:

propia.

### 3.18.1. Análisis modal de la estructura

Se tomó las mismas consideraciones que en el análisis modal de la estructura de la vivienda unifamiliar N° 1.

El programa ETABS calculó las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras y se obtuvo que el periodo con mayor participación de masa fue el del primer modo de vibración en la dirección X-X. En la dirección Y-Y se observa el periodo con mayor participación de masa está en la cuarta forma de modo de vibración. Entonces para la estructura los periodos fundamentales son:

**TX-X = 0.454s** (1ra forma de modo).

**TY-Y = 0.114s** (4ta forma de modo).

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX
Modal	1	0.454	0.879	0	0	0.879	0	0	0	0.3248	0.001	0
Modal	2	0.218	0.0019	0.0002	0	0.8809	0.0002	0	0.0001	0.0001	0.921	0.0001
Modal	3	0.141	0.1191	0	0	1	0.0002	0	0	0.6744	0.0008	0.0001
Modal	4	0.114	0	0.938	0	1	0.9382	0	0.234	0	0.0003	0.234
Modal	5	0.081	1.21E-05	0.0002	0	1	0.9383	0	1.593E-05	0.0007	0.077	0.234
Modal	6	0.045	0	0.0617	0	1	1	0	0.7659	0	1.138E-06	1

Se muestra, a continuación, los gráficos con las deformadas de los modos 1 y 4 de la estructura.

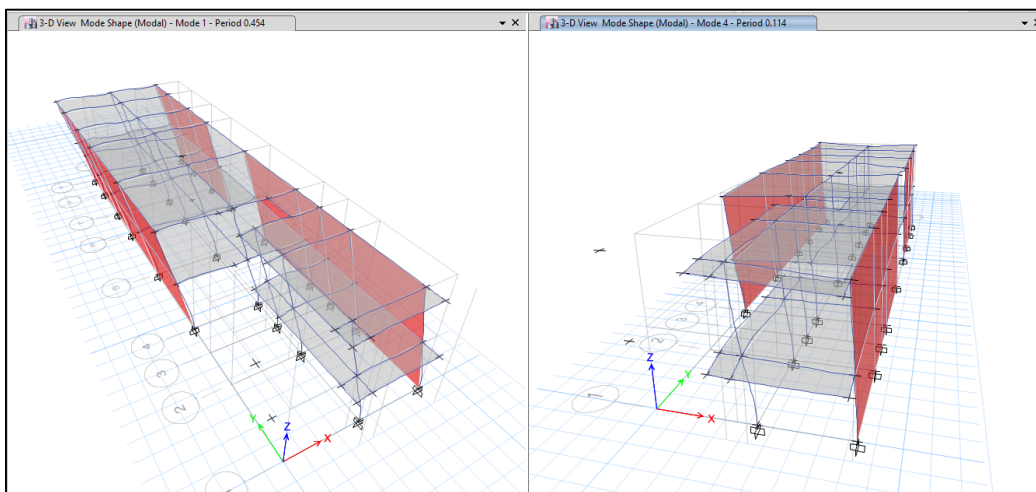


Figura 35: 1er y 4to Modo de Vibración (predominante en la dirección X, T=0.454seg., predominante en la dirección Y, T=0.114seg.) de la situación actual de la vivienda 2. Fuente: propia.



### 3.18.2. Análisis de desplazamientos:

#### Sismo X:

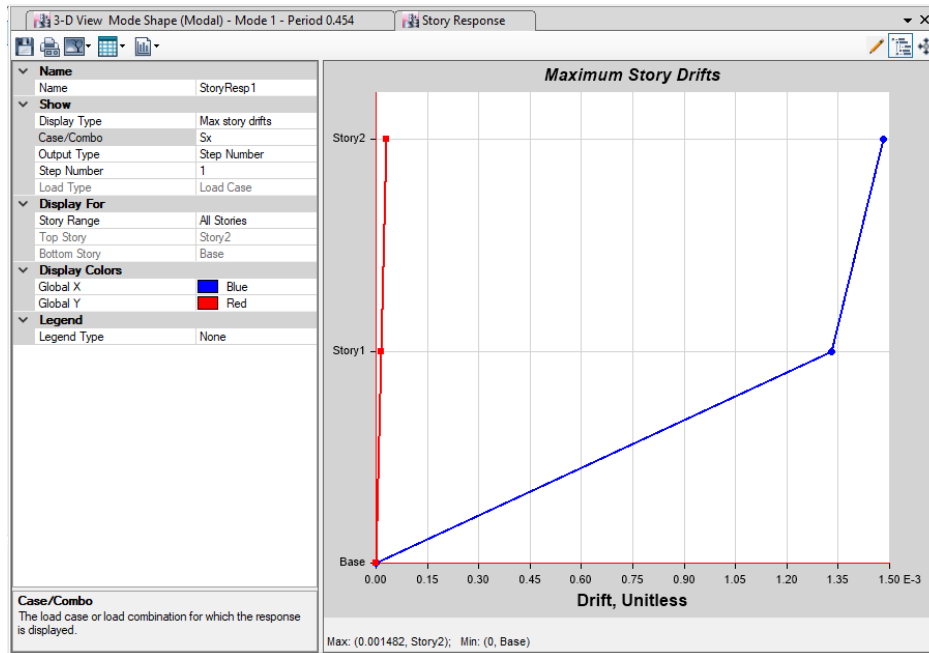


Figura 36: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 2 – sismo en eje X. Fuente: propia.

### 3.18.3. Desplazamiento y distorsiones

Se detalla los cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 2 con sismo en eje X (tabla 15) y en eje Y (tabla 16).

Tabla 15. Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 2 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	No!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	No!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia.

**Sismo Y:**

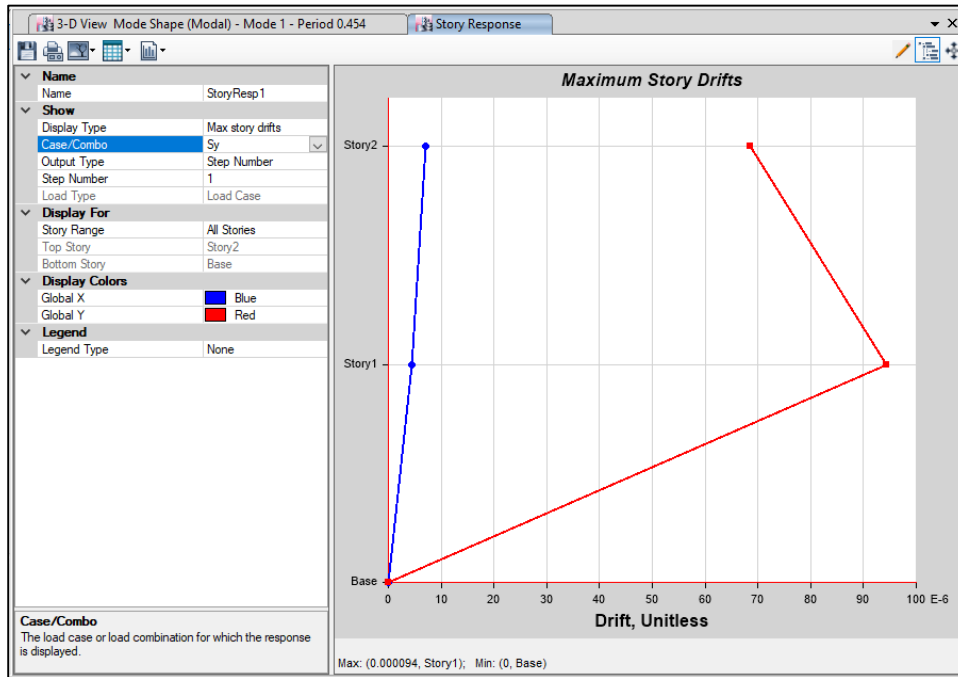


Figura 37: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje Y. Fuente: propia.

Tabla 16. Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 2 – Sismo en eje Y.

VIVIENDA N° 2 - SISMO EN Y										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
1er Nivel	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	No!	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	Ok!
2do Nivel	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	No!	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	Ok!

Fuente: propia.

Al igual que la vivienda unifamiliar N°1, la estructura de la vivienda 2 no cumplía con el límite máximo permisible de reglamento E-030 tanto para el eje X como para eje Y.

### 3.18.4. Diagrama de momento flector

Se muestra la gráfica donde se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje B entre 4 – 5 Primer Nivel) (figura 38) y se detalla lo que sucede con ella (Eje B entre 4 – 5 Primer Nivel) (figura 39).

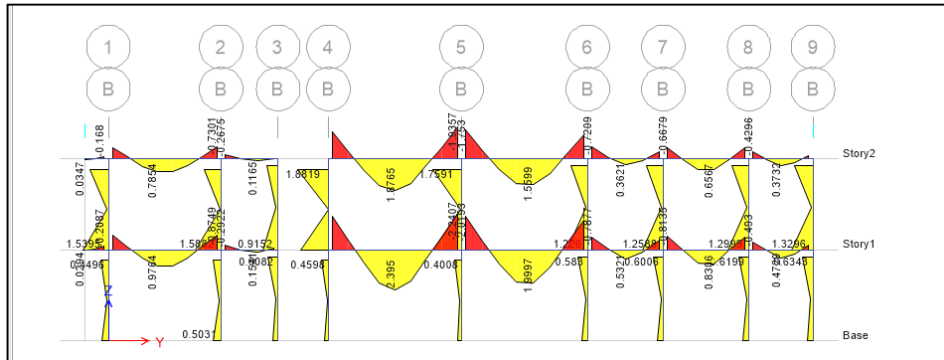


Figura 38: Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 2. Fuente:

propia.

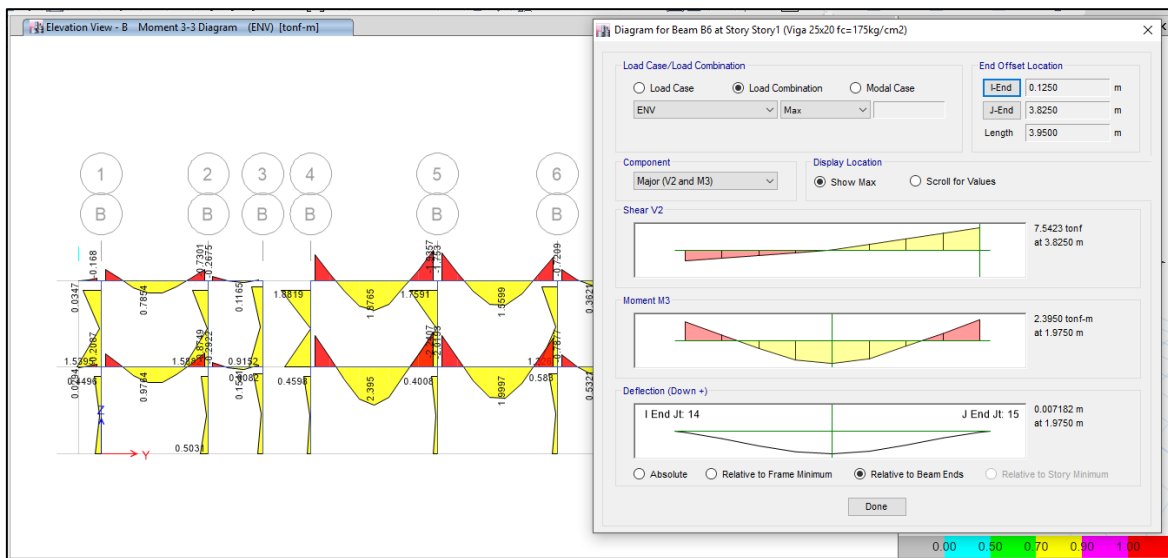


Figura 39: Cuadro de esfuerzos máximos en la viga (Eje B entre 4 y 5) de la situación actual de la

vivienda 2. Fuente: propia.

### 3.18.5. Diagrama de fuerza cortante:

Se muestra la gráfica donde se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje C entre 4 – 5 Primer Nivel).

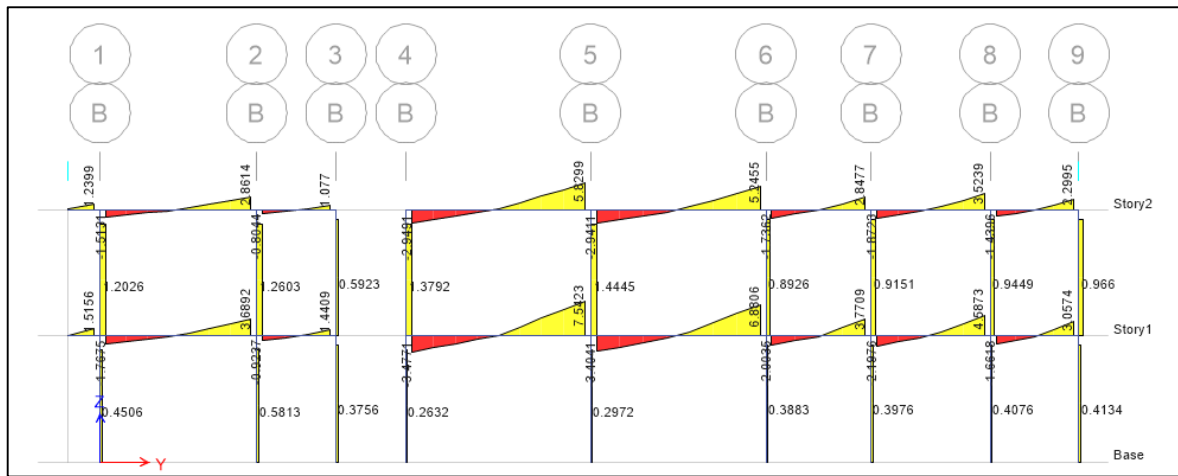


Figura 40: Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 2. Fuente:

propia.

### 3.18.6. Diagrama de Carga Axial

En la figura 41, se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje B-5).

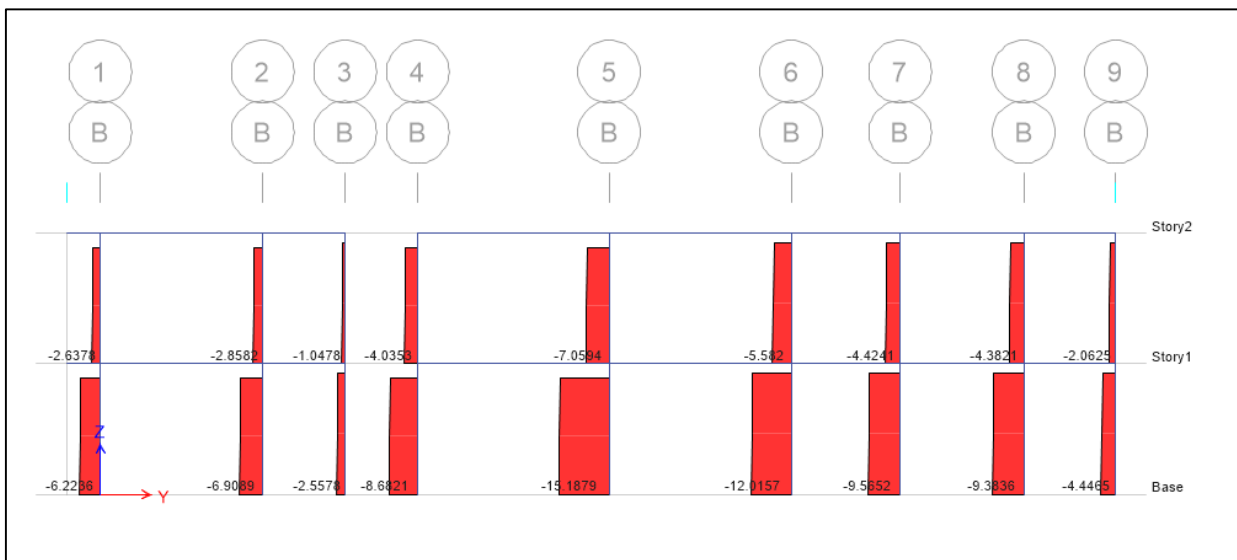


Figura 41: Diagrama de esfuerzos por carga axial en elementos verticales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 2. Fuente: propia.

### 3.19. Vivienda unifamiliar N°2 – con placas de concreto armado:

Se propuso el reforzamiento de la estructura debido a la verificación de la situación actual y al no cumplimiento con los límites máximos permisibles.

Se propuso a criterio y viendo la deformada de la estructura la ubicación de la Placa de concreto armado, con características de:  $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ , Longitud=120cm. Y espesor=20cm.

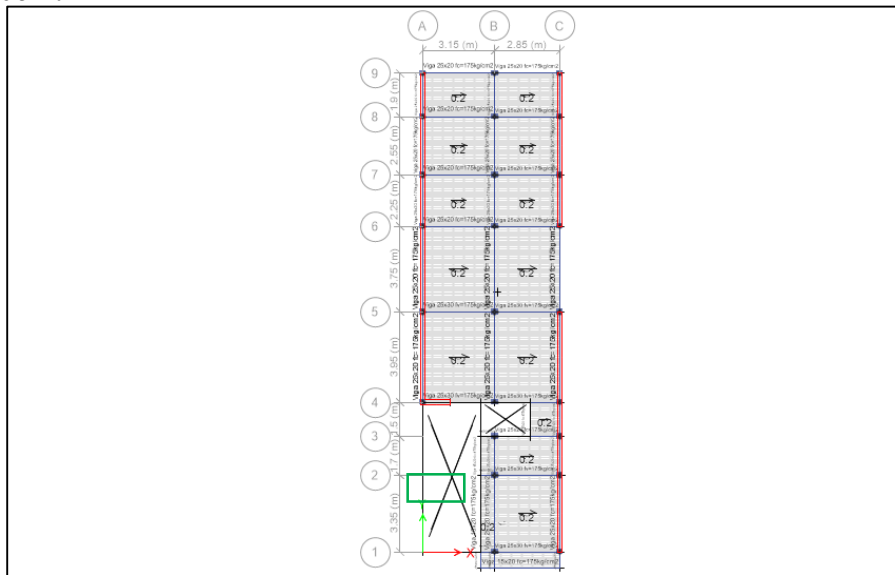


Figura 42: Vista en planta de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

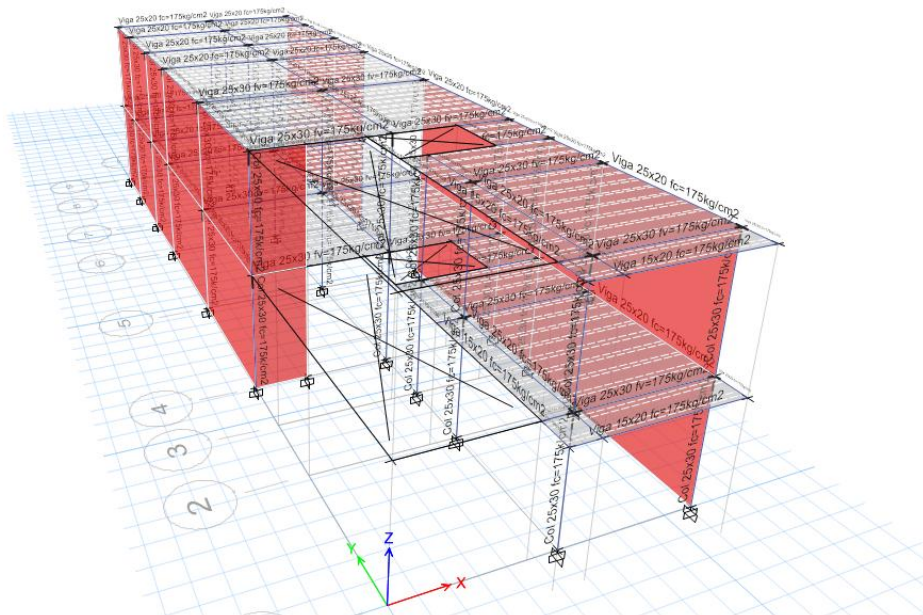


Figura 43: Vista tridimensional de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

### 3.19.1. Desplazamiento y distorsiones

Luego del análisis de la estructura reforzada, se verificó que las derivas máximas disminuyeran considerablemente, logrando dejar a la estructura dentro del rango máximo permisible según el Reglamento.

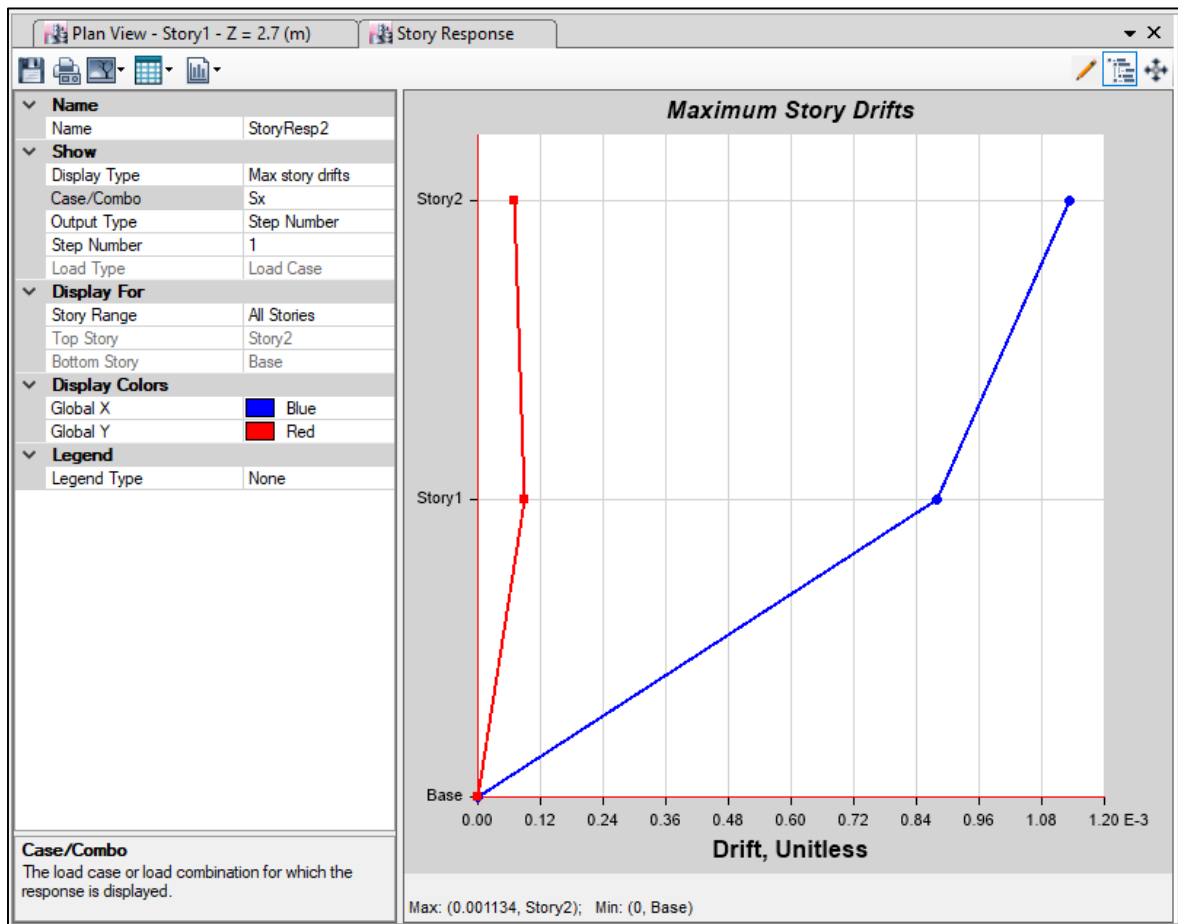


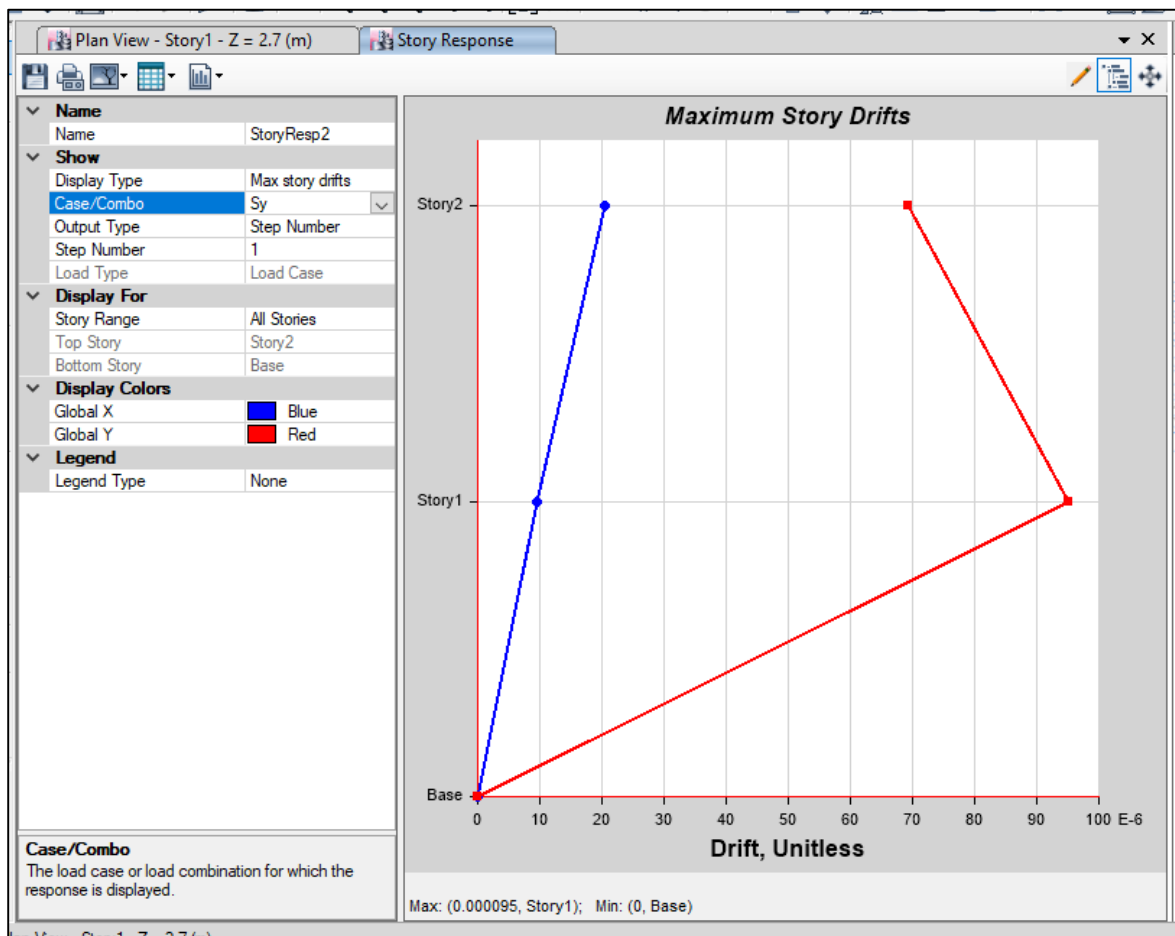
Figura 44: Máximo desplazamiento de entresuelo de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto

armado – sismo en eje X. Fuente: propia.

**Tabla 17.** Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 2 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>Ok!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>Ok!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.



**Figura 45:** Máximo desplazamiento de entrespacio de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y. Fuente: propia.

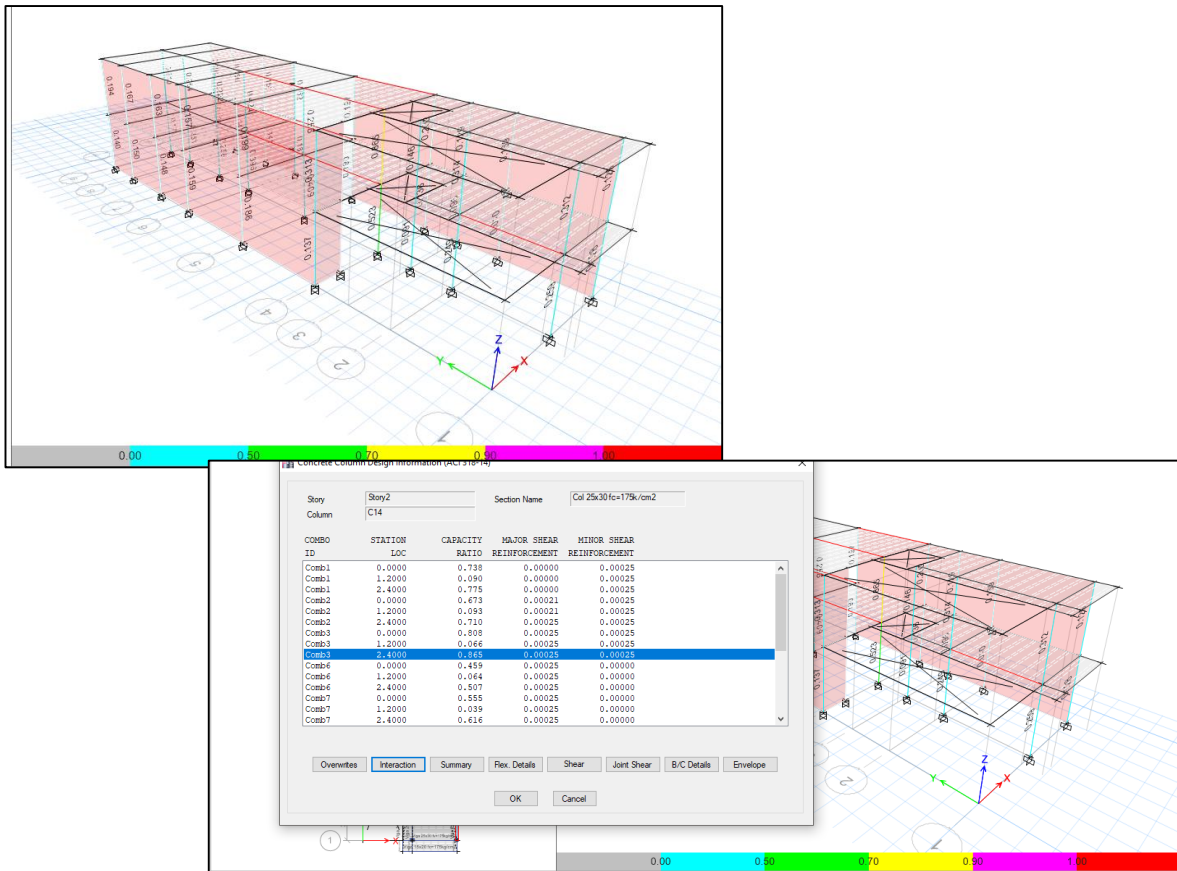
**Tabla 18.** Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y.

VIVIENDA N° 2 - SISMO EN Y										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta *$ <b>0.75R</b>	Limite - <b>0.007</b>	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta *$ <b>0.75R</b>	Limite - <b>0.005</b>
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>Ok!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>Ok!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.

### 3.19.2. Verificación de columnas existentes luego del reforzamiento

Luego de reforzada la estructura se verificó los ratios máximos actualizados.



**Figura 46:** Ratios en columnas de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado. Fuente:

propia.



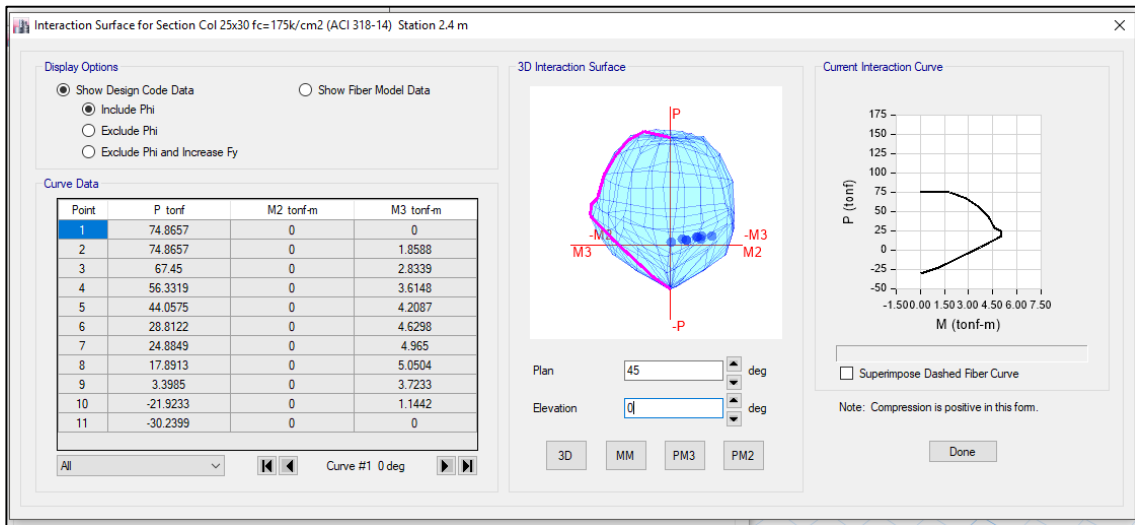


Figura 47: Diagrama de interacción la Columna de la vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

### 3.19.3. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)

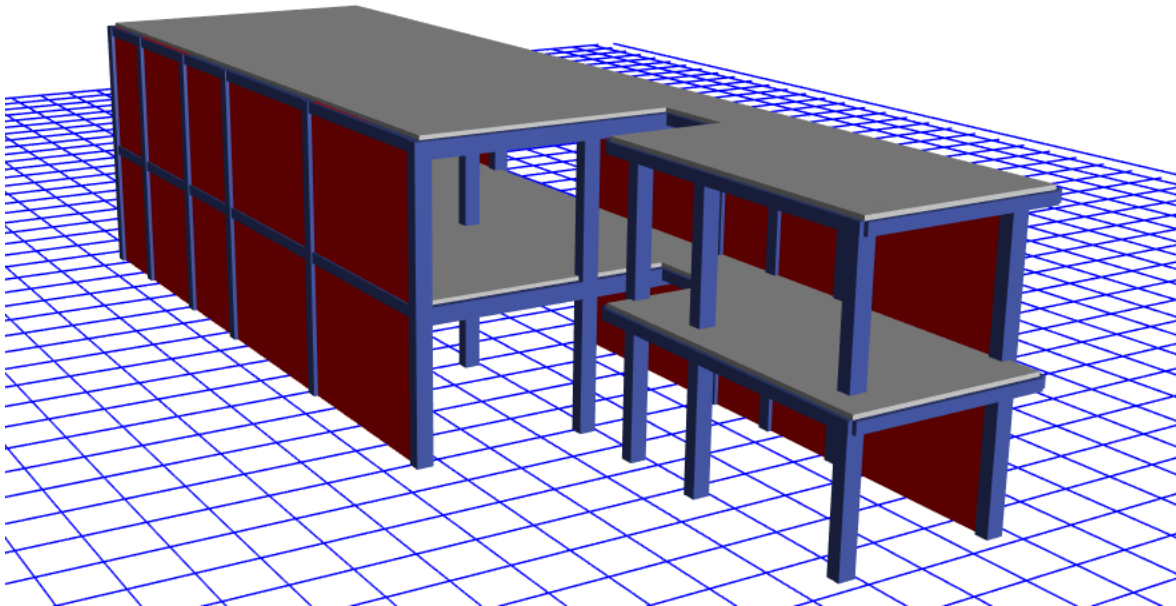
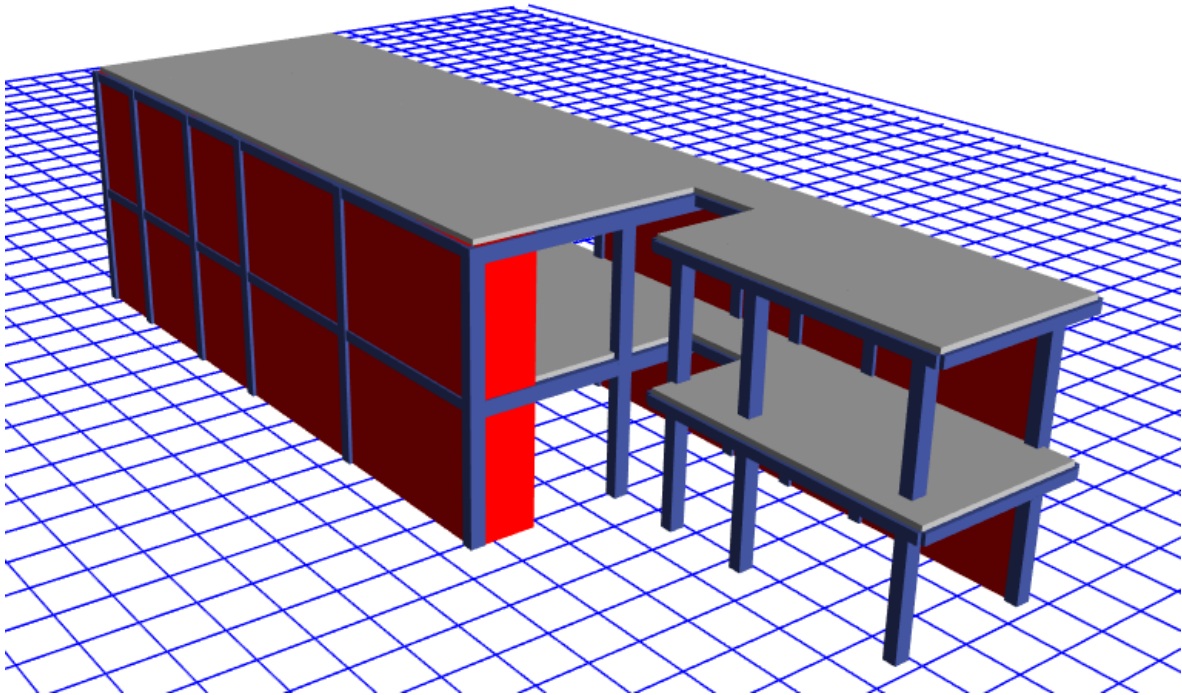


Figura 48: Vista renderizada de la vivienda 2 en situación actual. Fuente: propia.



**3.20. Modelamiento - vivienda unifamiliar N°3 (situación actual):**

En la figura 50, se detalla el modelo correspondiente a la vivienda unifamiliar N°3.

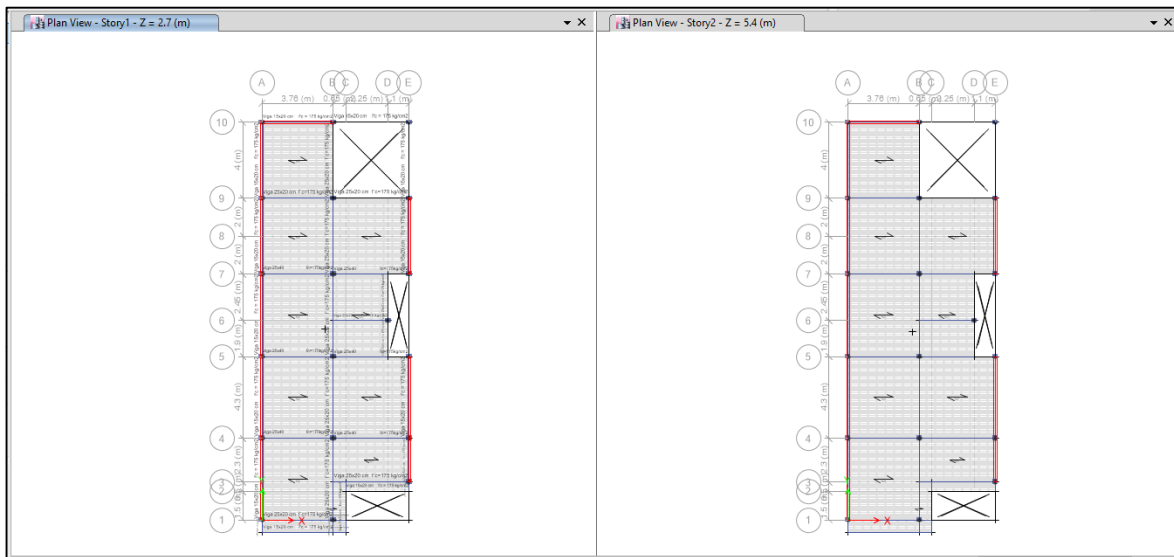


Figura 50: Vista en planta de la situación actual de la vivienda 3 – 1er y 2do nivel. Fuente: propia.

Las dimensiones de la vivienda son de 7.75 m de ancho y 21.15 m de longitud con un área de 163.91 m<sup>2</sup>.

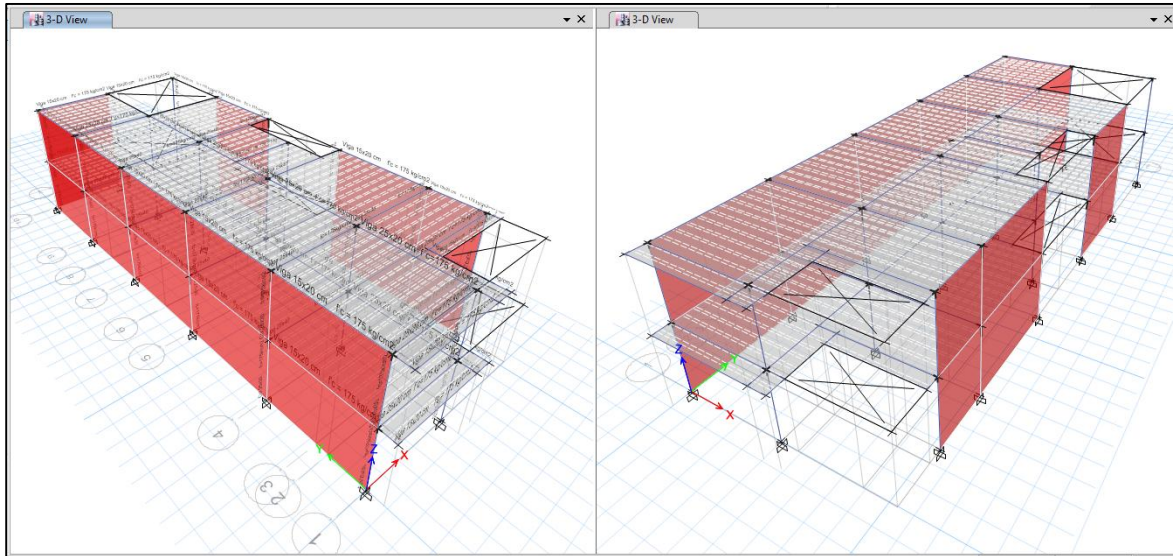


Figura 51: Modelo estructural de la situación actual de la vivienda 3 – Vista en perspectiva. Fuente: propia.

### 3.20.1. Análisis modal de la estructura

Se muestra los resultados de los periodos de vibración y frecuencias, que indicaron la importancia de cada modo en su respectiva dirección.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX
Modal	1	0.254	0.8078	0.0017	0	0.8078	0.0017	0	0.0007	0.255	0.1044	0.0007
Modal	2	0.105	0.0878	0.1117	0	0.8957	0.1134	0	0.0342	0.0333	0.7172	0.0348
Modal	3	0.091	0.0866	0.0036	0	0.9822	0.117	0	0.0049	0.6283	0.0091	0.0397
Modal	4	0.08	0.0089	0.8211	0	0.9912	0.9381	0	0.1903	0.0006	0.1059	0.23
Modal	5	0.04	0.0086	0.0104	0	0.9997	0.9485	0	0.0715	0.079	0.0591	0.3016
Modal	6	0.032	0.0003	0.0515	0	1	1	0	0.6984	0.0038	0.0044	1

El periodo con mayor participación de masa fue el del primer modo de vibración en la dirección X-X. En la dirección Y-Y se observa el periodo con mayor participación de masa está en la cuarta forma de modo de vibración. Entonces para la estructura los periodos fundamentales son:

**TX-X = 0.254s** (1ra forma de modo).

**TY-Y = 0.080s** (4ta forma de modo).

Se muestra a continuación los gráficos con las deformadas de los modos 1 y 4.

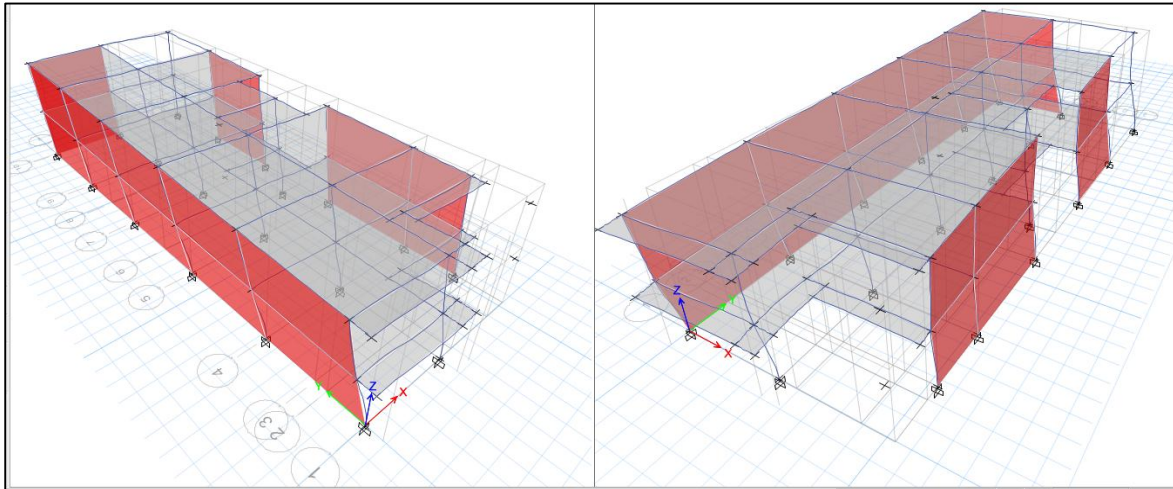


Figura 52: 1er y 4to Modo de Vibración (predominante en la dirección X,  $T=0.454\text{seg.}$ , predominante en la dirección Y,  $T=0.114\text{seg.}$ ) de la situación actual de la vivienda 3. Fuente: propia.

### 3.20.2. Análisis de desplazamientos:

#### Sismo X:

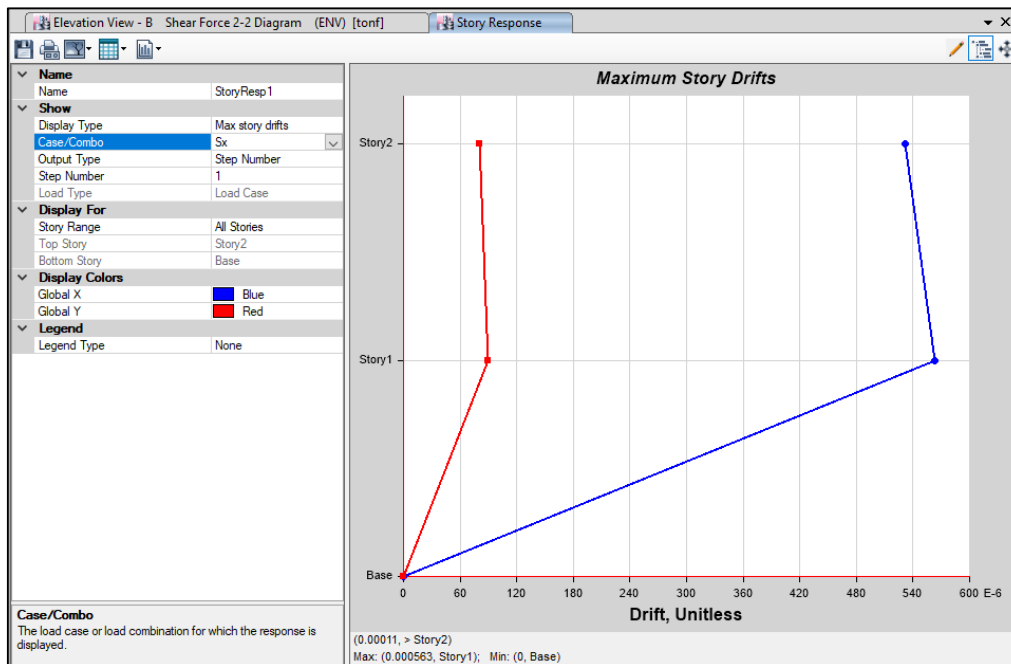


Figura 53: Máximo desplazamiento de entrepiso de la situación actual de la vivienda 3– Sismo en eje X. Fuente: propia.

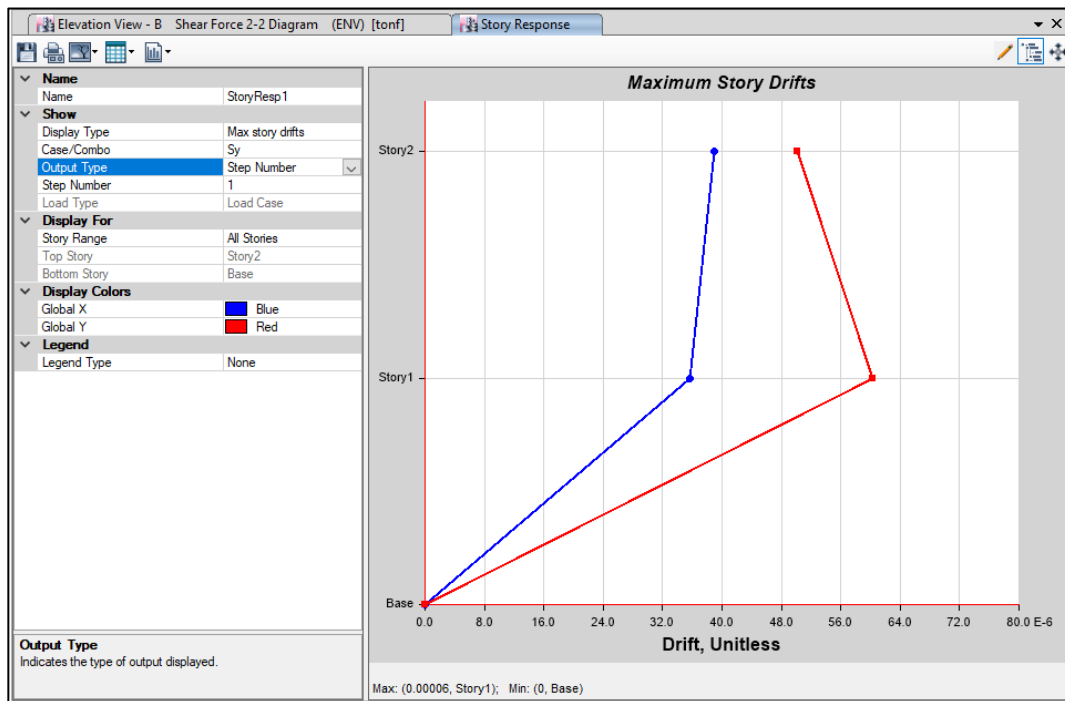
### 3.20.3. Desplazamiento y distorsiones

**Tabla 19.** Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 3 – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 3 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>No!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>No!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.

### Sismo Y:



**Figura 54:** Máximo desplazamiento de entrespo de la situación actual de la vivienda 3– Sismo en eje Y.

Fuente: propia.

**Tabla 20.** Cálculos de desplazamiento lateral de la situación actual de la vivienda 3 –  
Sismo en eje Y.

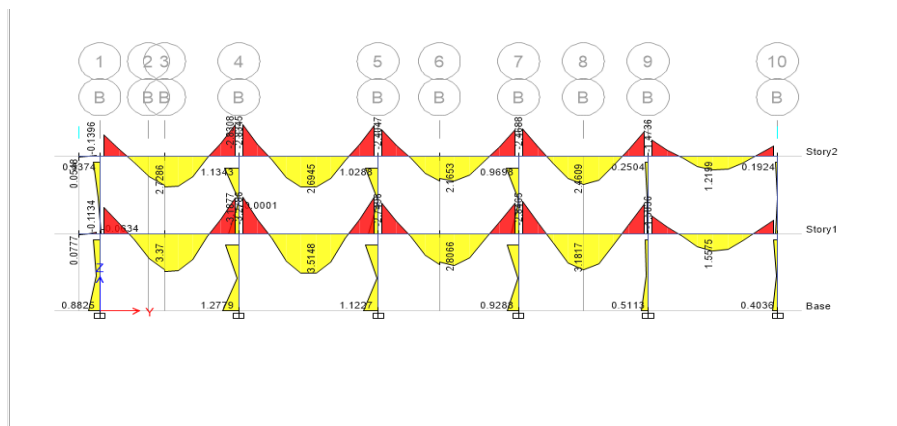
VIVIENDA N° 3 - SISMO EN Y										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>No!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>No!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.

Con estos resultados se verifica que la estructura de la vivienda 3 tampoco cumplía con el límite máximo permisible de reglamento E-030 para el eje X e Y. Por lo tanto se debía reducir su desplazamiento mediante el reforzamiento.

### 3.20.4. Diagrama de momento flector

La figura 55, muestra la ubicación de la viga más esforzada (Eje B entre 4 – 5 Primer Nivel). La figura 56, detalla lo que sucede en dicha viga (Eje B entre 4 – 5 Primer Nivel).



**Figura 55:** Momentos máximos de la estructura de la situación actual de la vivienda 3. Fuente: propia.

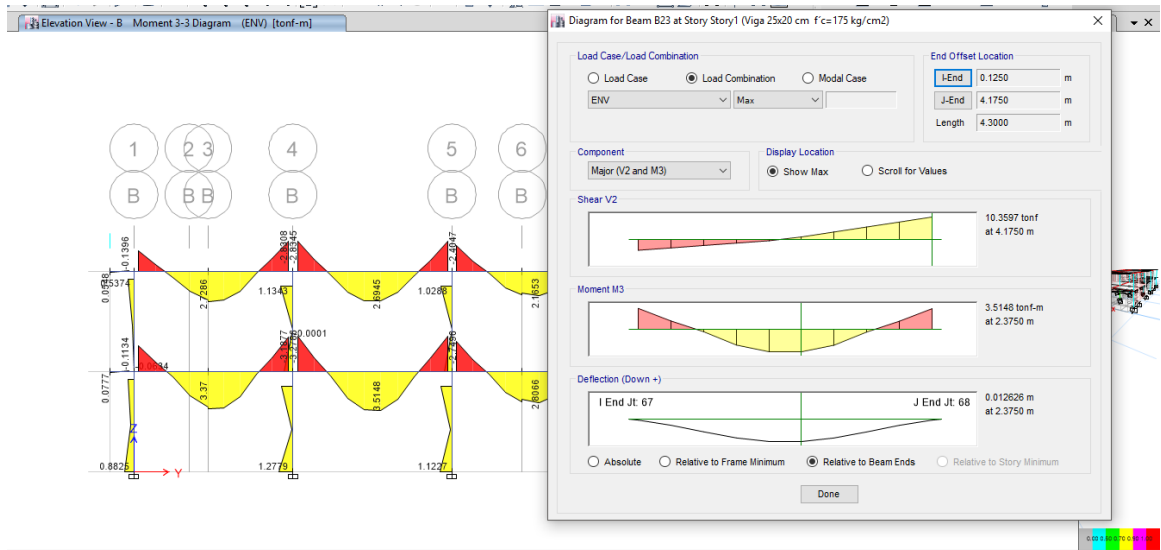


Figura 56: Cuadro de esfuerzos máximos en la viga (Eje B entre 4 y 5) de la situación actual de la vivienda 3. Fuente: propia.

### 3.20.5. Diagrama de fuerza cortante:

Se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje C entre 4 – 5 Primer Nivel) (figura 57).

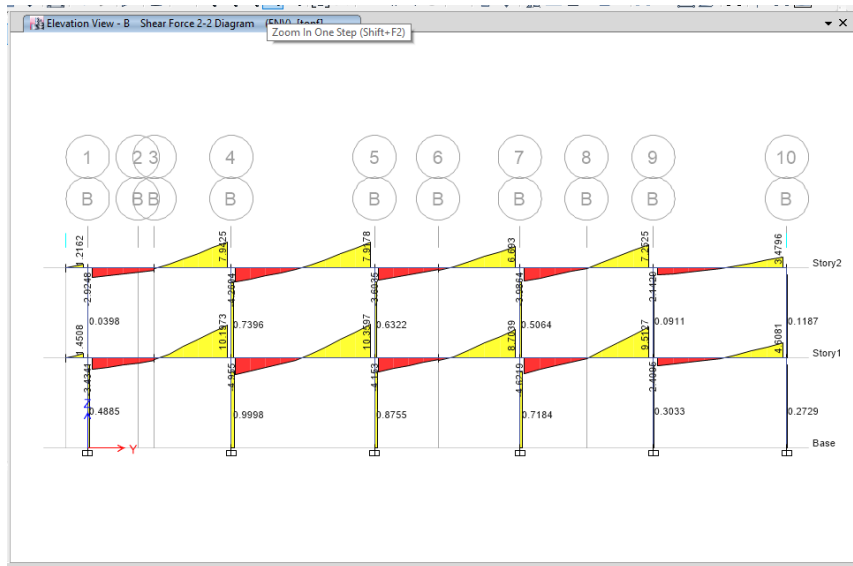


Figura 57: Cortantes máximas de la estructura de la situación actual de la vivienda 3. Fuente: propia.

### 3.20.6. Diagrama de carga axial

Se muestra la gráfica donde se observa la ubicación de la viga más esforzada (Eje B-4) (figura 58).



Figura 58: Diagrama de esfuerzos axiales en elementos verticales (Columnas) de la situación actual de la vivienda 3. Fuente: propia.

### 3.21. Vivienda unifamiliar N°3 – con placas de concreto armado:

Se propuso el reforzamiento de la estructura debido a la verificación de la situación actual y al no estar cumpliendo con los límites máximos permisibles.

Se propuso a criterio y viendo la deformada de la estructura la ubicación de la Placa de concreto armado, con características de:  $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ , Longitud=100cm. Y espesor=20cm.



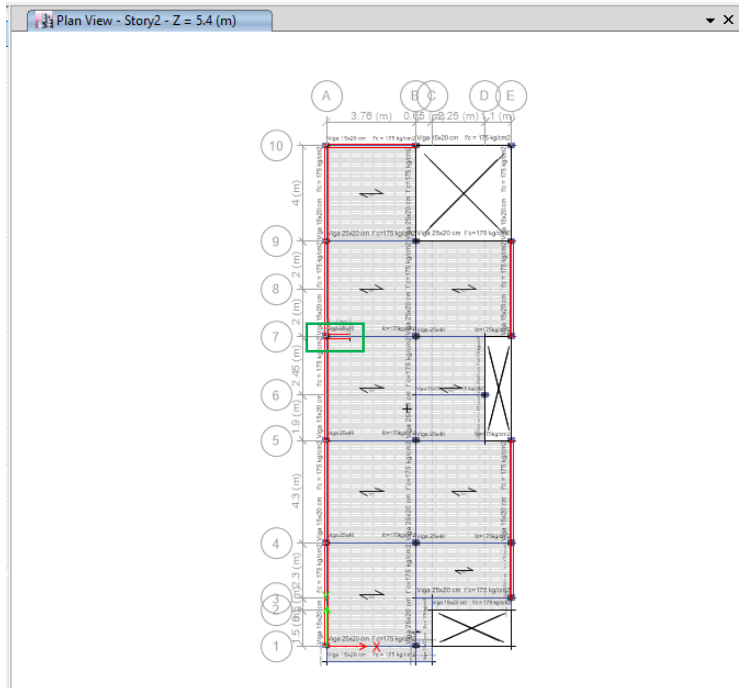


Figura 59: Vista en planta de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

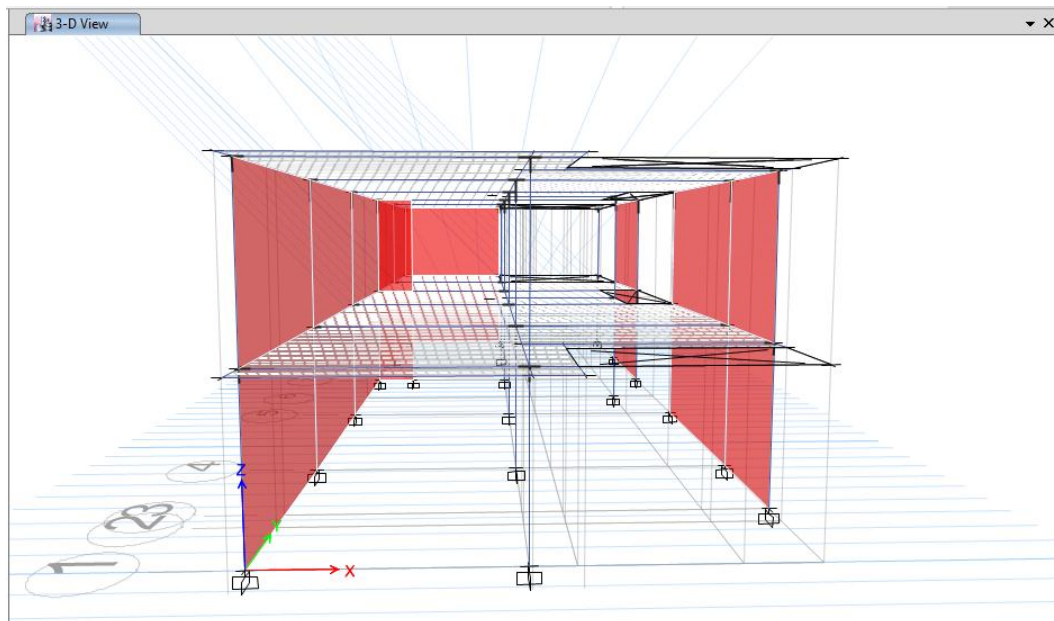


Figura 60: Vista tridimensional de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

### 3.21.1. Desplazamiento y distorsiones

Luego del análisis de la estructura reforzada, se verificó que las derivas máximas disminuyen considerablemente, logrando dejar a la estructura dentro del rango máximo permisible según el Reglamento.

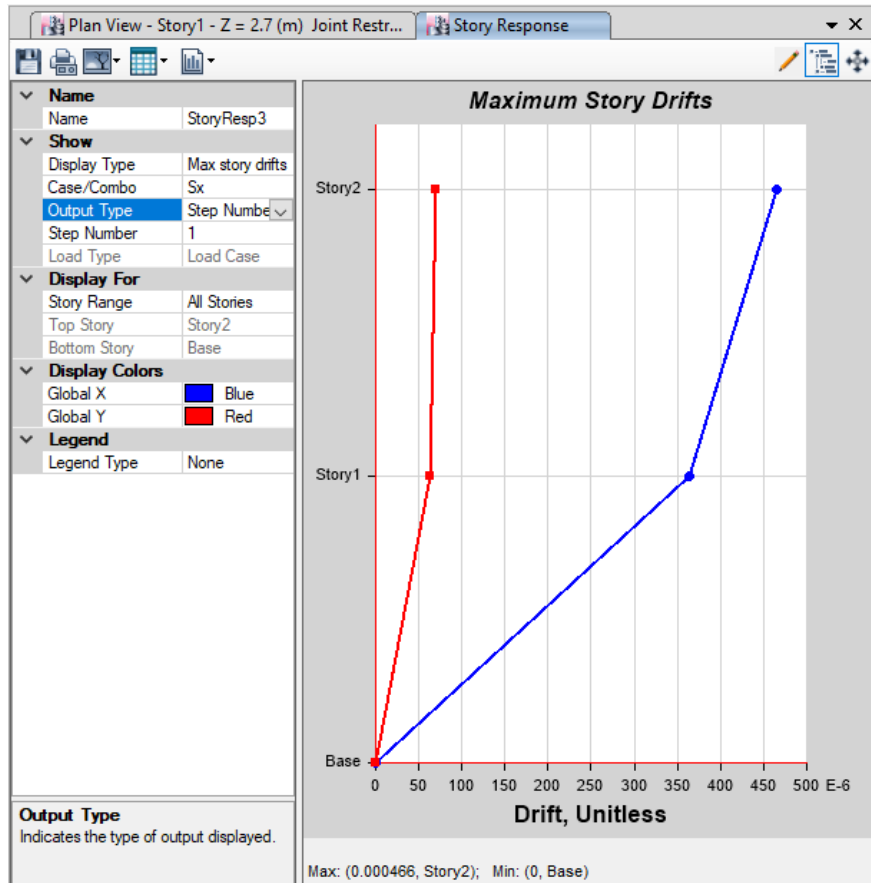
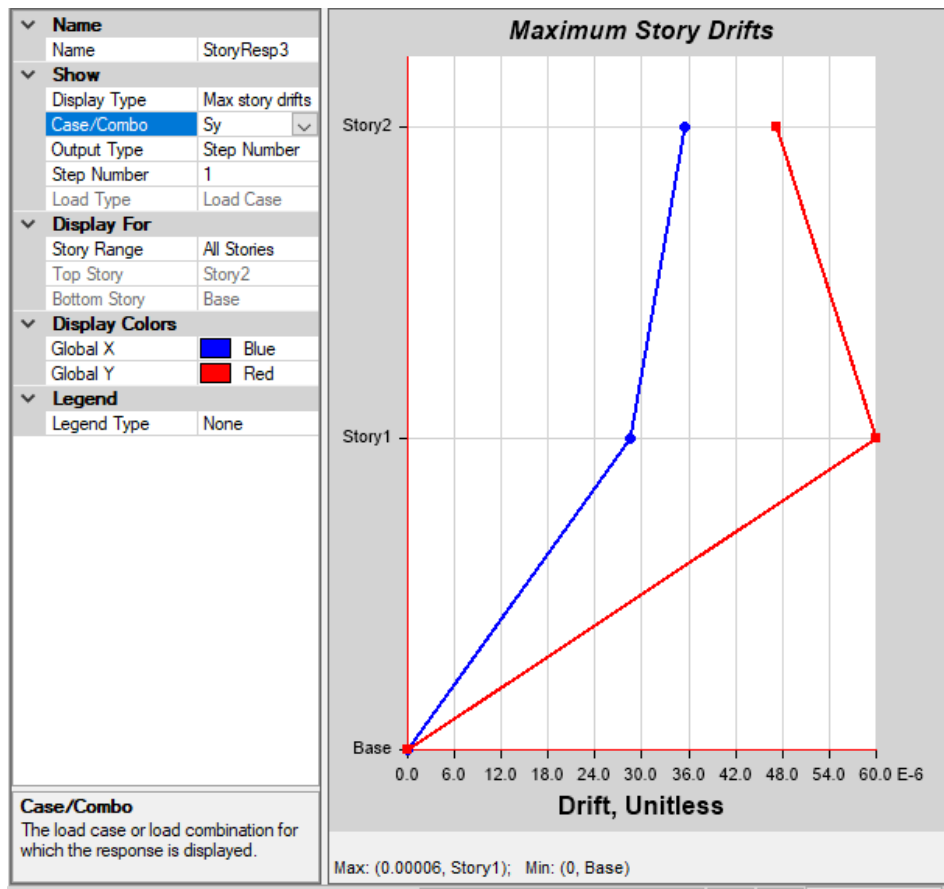


Figura 61: Máximo desplazamiento de entrespacio de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X. Fuente: propia.

**Tabla 21.** Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje X.

VIVIENDA N° 3 - SISMO EN X										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>Ok!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>Ok!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.



**Figura 62:** Máximo desplazamiento de entresuelo de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y. Fuente: propia.

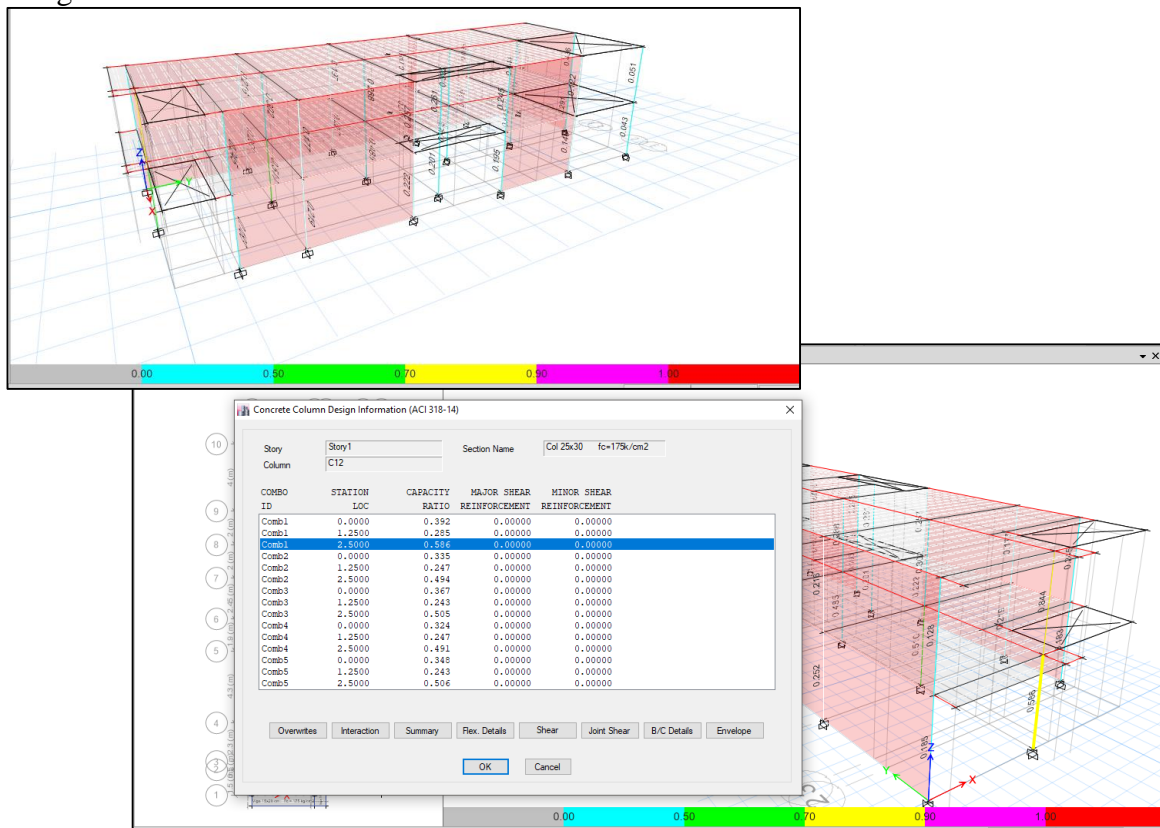
**Tabla 22.** Cálculos de desplazamiento lateral de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado – Sismo en eje Y.

VIVIENDA N° 3 - SISMO EN Y										
	EJE X - (R=7.20)					EJE Y - (R=2.70)				
	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.007-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.007	$\Delta$	0.75R	$\Delta * 0.75R$	$0.005-\Delta * 0.75R$	Limite - 0.005
<b>1er Nivel</b>	0.002344	5.4	0.0126576	-0.0056576	<b>Ok!</b>	0.000098	2.025	0.00019845	0.00480155	<b>Ok!</b>
<b>2do Nivel</b>	0.002114	5.4	0.0114156	-0.0044156	<b>Ok!</b>	0.000082	2.025	0.00016605	0.00483395	<b>Ok!</b>

Fuente: propia.

### 3.21.2. Verificación de columnas existentes luego del reforzamiento

Luego de reforzada la estructura se verificó los ratios máximos actualizados.



**Figura 63:** Ratios en columnas de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado.

Fuente: propia.

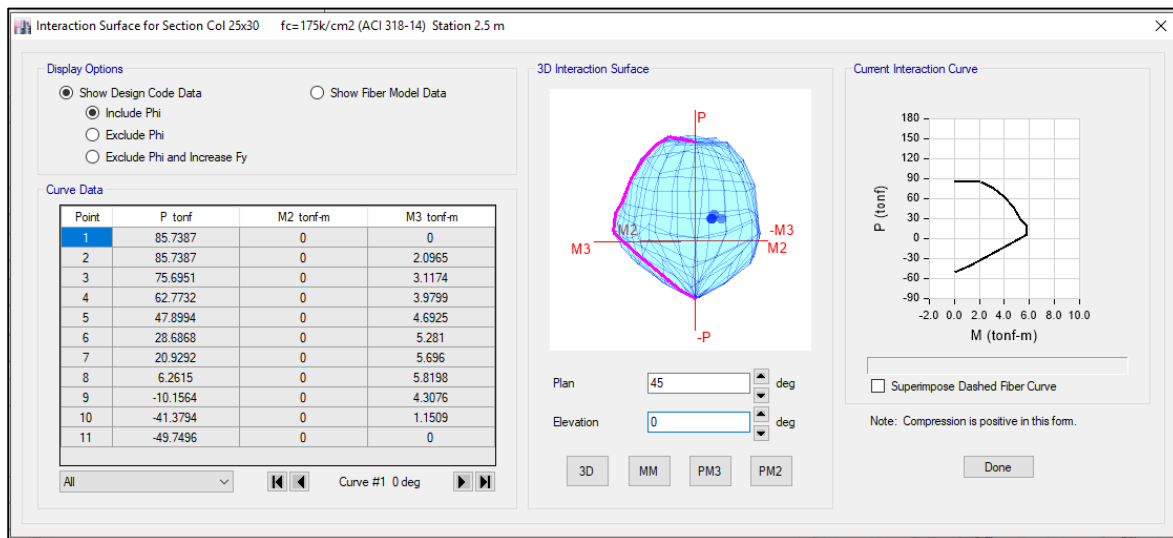


Figura 64: Diagrama de interacción la Columna de la vivienda 3 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

### 3.21.3. Vista renderizada de vivienda (situación actual y reforzada)

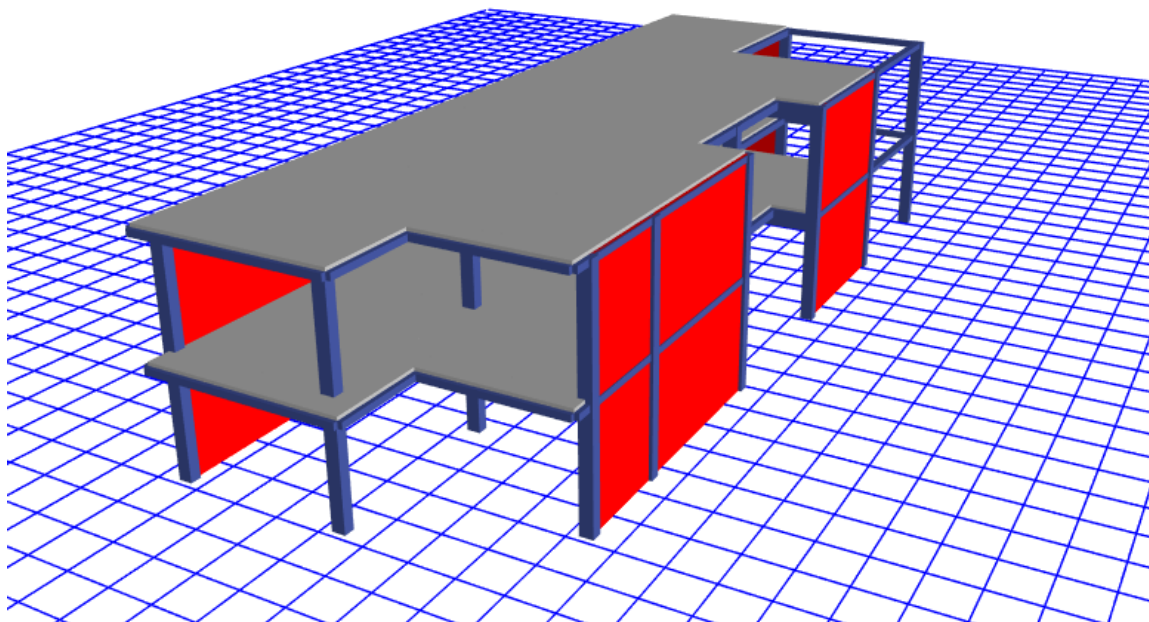
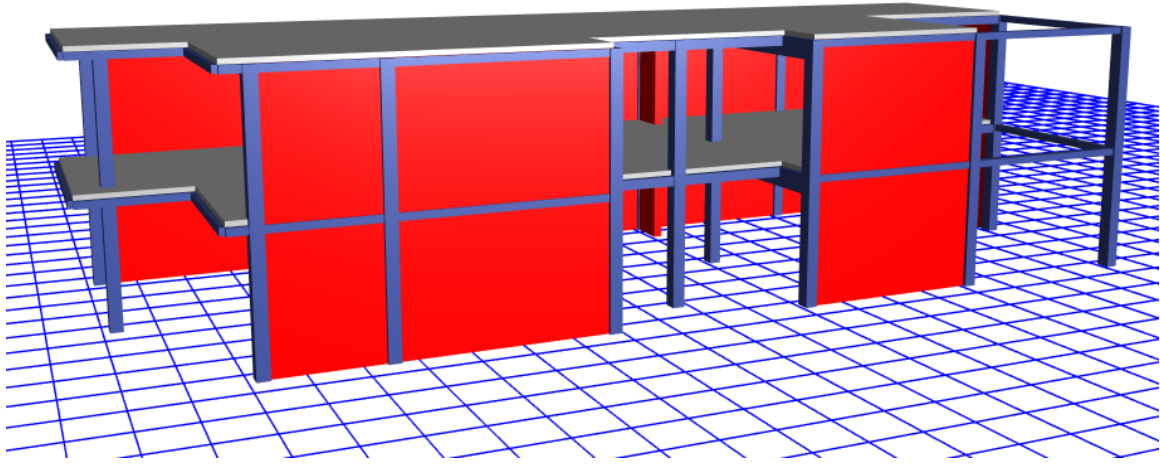


Figura 65: Vista renderizada de la vivienda 3 en situación actual. Fuente: propia.



*Figura 66:* Vista renderizada de vivienda 2 reforzada con placa de concreto armado. Fuente: propia.

#### **IV. DISCUSIÓN**

BECERRA, Richard. Riesgo sísmico de las edificaciones en la urbanización Horacio Zevallos de Cajamarca - 2015, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2015. La presente tesis concuerda con el autor con respecto a que la aplicación de placas de concreto armado reduce la vulnerabilidad sobre el riesgo sísmico de las viviendas, ya que rigidiza y aumenta la resistencia de la estructura en ambos pisos. Además, en comparación con las diversas tentativas y/o métodos de reforzar una estructura, esta forma es la más conveniente tanto por tiempo como por economía.

LAUCATA, Johan. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013. Concuerdo con el autor en la afirmación que las viviendas autoconstruidas no satisfacen, en muchas ocasiones, las condiciones necesarias en la Norma E – 030 de diseño sismo resistente ya que los desplazamientos son mayores a lo establecido y su vulnerabilidad sísmica es alta. Esto en la mayoría de los casos debido a un mal proceso constructivo por falta de experiencia y/o falta de criterios estructurales. Además, muchas veces se emplea materiales de baja calidad.

FLORES, Rogelio. Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería, 2015. Estoy de acuerdo con el autor respecto a la afirmación de que las viviendas autoconstruidas son más vulnerables ante los efectos sísmicos debido a la falta de criterios estructurales para la realización del proyecto. Además, concuerdo con la afirmación de que el proceso de reforzamiento con la opción de Placas de Concreto es el más viable para estos casos.



## **V. CONCLUSIONES:**

Según los resultados, se evidencia que el reforzamiento con placas de concreto armado logra disminuir el desplazamiento máximo de las viviendas, ya que, inicialmente el desplazamiento tiene un valor de  $X=0.0129978$ , el cual excede el límite máximo estipulado en la norma (Concreto Armado – 0.007) y luego del reforzamiento, el desplazamiento tiene un valor de  $X=0.006123$  con el cual se estaría cumpliendo el límite máximo indicado anteriormente. Del mismo modo, se confirma que las placas de concreto redujeron los desplazamientos máximos en un **45%** menos de los actuales. Cabe resaltar que los desplazamientos en el eje Y, para el caso de las 03 viviendas no sobrepasan el límite máximo establecido en la norma E – 030, el valor para estructura de albañilería confinada es de 0.005; esto se debe a que tiene muros portantes de ladrillos King Kong 18 huecos con un aparejo de soga, los cuales brindan rigidez de manera adecuada.

Las cargas axiales y la fuerza cortante en las columnas en el eje longitudinal disminuyen al 85% en su totalidad, esto se debe a que las placas de concreto armado rigidizan la estructura para las cargas laterales de sismo y disminuye las cargas actuantes porque se distribuyen en toda la longitud de la reduciendo así el impacto del peso de la estructura. Las fuerza cortante en las columna más esforzada varía entre los valores de 3.24 Tn a 0.0053 Tn y las cargas axiales disminuyen de 14.36 Tn a 3.55 Tn; además, la columna con mayor sollicitación por flexo-compresión sí cumple con los requerimientos de resistencia. Contemplando estos valores y teniendo en consideración la reducción de esfuerzos, podemos afirmar que las placas sí reducen el posible daño estructural generado por sismo en las viviendas.

Tras lo investigado, se realizó un análisis de costos general y una tentativa de reforzamiento con otra opción además de placas de concreto, en este caso se propuso el ensanchamiento de columnas de concreto. Mediante la verificación de columnas, notamos que para el caso de las 03 viviendas, el reforzamiento incrementa considerablemente.

Debería considerarse la ampliación de 03, 05 y 04 columnas respectivamente para cada una de las viviendas, haciendo el reforzamiento insostenible. Así mismo, recalco que el reforzamiento con placas de concreto armado es la solución óptima tanto en cuestión de tiempo como en costo puesto que este método de reforzamiento se ejecutaría en menor tiempo y con un menor gasto tanto en material como en mano de obra.

**VII. RECOMENDACIONES:**

Es recomendable realizar ensayos que determinen con certeza la resistencia del concreto en las estructuras, así como determinar el tipo y calidad de aceros empleados para cada elemento.

Se debe realizar el ensayo de extracción de diamantina de 4" para conocer con exactitud la resistencia del concreto en las estructuras de estas viviendas. Esto ayudaría a obtener el desempeño de la estructura de manera más acertada.

Así mismo, debe considerarse que el grado de reforzamiento para estas estructuras y el análisis realizado, fue en base a la situación actual de las viviendas, con las cargas actuales, si en un futuro, dichas viviendas cambian su uso, será necesario realizar un nuevo análisis teniendo en consideración lo antes expuesto para garantizar el adecuado desempeño sísmico y controlar que no se sobrepase los límites establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones E – 030.

**VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- ABANTO, Flavo. 2009. Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos, 2015. pág. 47. Segunda Edición.
- ACEROS AREQUIPA, 2015. ¿Cómo verificar la resistencia a la compresión del concreto? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] [http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion\\_17/mucho-ojo-al-reglamento-resistencia-a-la-compresion-del-concreto.html](http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_17/mucho-ojo-al-reglamento-resistencia-a-la-compresion-del-concreto.html)
- ACEROS AREQUIPA, 2015. Muros de concreto armado (Placas) [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/construccion-de-viviendasaprende-linea/construccion-de-viviendasboletin-construyendo/edicion-15/construccion-de-viviendasboletin-construyendoedicion-15capacitandonos-muros-de-concreto-armado.html>
- ACEROS AREQUIPA, 2015. Procedimientos para elaborar probetas de concreto [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] [http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion\\_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html](http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html)
- ANGLES, Paola. Comparación del comportamiento a carga lateral cíclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2008.
- ARIAS, Fidas. 1999. El proyecto de investigación, 2006. pág. 19. Editorial Episteme. Tercera Edición.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, 1984. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de

mampostería [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.]  
[http://www.preventionweb.net/files/7661\\_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf](http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart1.pdf)

- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, 1984. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.]  
[http://www.preventionweb.net/files/7661\\_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart2.pdf](http://www.preventionweb.net/files/7661_ManualdecasasdemamposteriaAISredpart2.pdf)
- BECERRA, Richard. Riesgo sísmico de las edificaciones en la urbanización Horacio Zevallos de Cajamarca - 2015, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2015.
- CABRERA, Elmer. Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2003.
- DE LA TORRE, Pedro. Diseño de un edificio de vivienda de 6 niveles en concreto armado. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2009.
- DIARIO EL CORREO, 2015. ¿Cómo construir una casa segura? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <https://diariocorreo.pe/ciudad/como-construir-una-casa-segura-561745/>
- DIARIO GESTION, 2016. ¿Qué características debe cumplir una vivienda para ser sismo-resistente? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/caracteristicas-debe-cumplir-vivienda-sismo-resistente-147540>



- FLORES, Rogelio. Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería, 2015.
- HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2006. Metodología de la Investigación Científica [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] [file:///C:/Users/USER/Downloads/UCVTipodeInvestigacionsampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/UCVTipodeInvestigacionsampieri_unidad_1-1.pdf)
- LABORATORIO DE INGENIERIA SISMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 2011. ¿Qué es el daño sísmico estructural? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?id=25>
- LABORATORIO DE INGENIERIA SISMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 2011. ¿Qué es el daño sísmico no estructural? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?id=26>
- LAUCATA, Johan. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo, tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013.
- MORALES, Roberto. 2006. Diseño en concreto armado. Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006. pág. 219. Edición 2006.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 2017. Grupo Editorial Megabyte, 2017. pág. 383. Décima Primera Edición.
- REVISTA ARQHYS, 2012. Resistencia del concreto al corte [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <http://www.arqhys.com/contenidos/resistencia-concreto-corte.html>
- REVISTA ARQUIGRAFICO, 2016. ¿Cómo construir edificaciones resistentes a terremotos? [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <https://arquigrafico.com/como-construir-edificaciones-resistentes-terremotos/>

- RPP NOTICIAS, 2017. Los cinco distritos de Lima con mayor riesgo sísmico por tipo de suelo [En línea] [Citado el: 07 de Octubre de 2017.] <http://rpp.pe/lima/actualidad/los-cinco-distritos-de-lima-con-mayor-riesgo-sismico-por-su-tipo-de-suelo-noticia-988896>

## **IX. ANEXO**

## 9.1. ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO SÍSMICO DE VIVENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA 2017

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente
¿Las placas de concreto armado disminuirán el riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas?	Determinar de qué manera las placas de concreto armado disminuyen el riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas.	Las placas de concreto armado disminuyen el riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas.	Placas de Concreto Armado
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente
¿Las placas de concreto armado disminuirán el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas?	Verificar de qué forma las placas de concreto armado disminuyen el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas.	Las placas de concreto armado disminuyen el desplazamiento máximo de las viviendas autoconstruidas.	Riesgo Sísmico de Viviendas Autoconstruidas
¿Las placas de concreto armado reducirán el daño estructural de las viviendas autoconstruidas?	Verificar de qué forma las placas de concreto armado reducen el daño estructural de las viviendas autoconstruidas.	Las placas de concreto armado reducen el daño estructural de las viviendas autoconstruidas.	
¿Las placas de concreto armado disminuirán el costo de reforzamiento de las viviendas autoconstruidas?	Verificar de qué forma las placas de concreto armado disminuyen el costo de reforzamiento de las viviendas autoconstruidas.	Las placas de concreto armado disminuyen el costo de reforzamiento de las viviendas autoconstruidas.	

## 9.2. ANEXO 2


### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO SÍSMICO DE VIVENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA 2017

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente	Es un muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales. Se llama también muro de corte. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017)	Se elaboró tres corridas sísmicas y se determinó los daños o fallas que sufriría la vivienda con sus datos actuales, con el reforzamiento de placas de concreto armado y con otro tipo de reforzamiento.	Dimensiones	Espesor Altura Longitud
Placas de Concreto Armado			Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Resistencia al corte
			Dosificación del concreto	Cemento Agua Agregados
Variable Dependiente	El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica, también es definido como una función del peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica (Bommer,1998)	Se elaboró una encuesta para medir el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del Distrito de Carabayllo.	Desplazamiento máximo	Configuración Estructural Tipo de Suelo Etabs
Riesgo Sísmico			Daño Estructural	Muro Columna y viga Cimentación
			Costo de Reforzamiento	Calidad de los materiales Control de Calidad Diseño Estructural

### 9.3. ANEXO 3

#### FICHA TÉCNICA

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>FICHA TECNICA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA 2017</b>			
<b>Alumna</b>				<b>Codigo</b>	
<b>Profesión</b>				<b>Escuela</b>	
<b>1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA</b>					
<b>Av</b>				<b>Pasaje</b>	
<b>Jirón</b>				<b>Manzana (Mz)</b>	
<b>Calle</b>				<b>Lote (Lt)</b>	
<b>2. DATOS DE LA VIVIENDA</b>					
<b>Tipo de vivienda</b>				<b>Año de construcción</b>	
<b>N° de pisos</b>				<b>Area</b>	
<b>N° de habitantes</b>					
<b>Obs:</b>					
<b>3. INSPECCION DE CAMPO</b>					
<b>3.1. Tipo de suelo</b>					
<b>3.2. Elementos estructurales</b>					
<b>Cimentación</b>					
<b>Vigas</b>					
<b>Columnas</b>					
<b>Muros</b>					
<b>Obs:</b>					
<b>4. ENSAYOS</b>					
<b>4.1. Ensayos no destructivos</b>					
<b>Ensayo de escalometria</b>					
<b>Ensayo de suelos</b>					
<b>Obs:</b>					





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*VILLALBA PASCUAL, YERANIS CYNTHIA*

INFORME TITULADO:

*PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE CAÑABAYILLO, LIMA 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:

*06/07/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*14 (CATÓLICA)*

  
Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

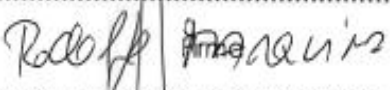
Yo, Rodolfo Marquina Callacna  
 docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte (precisar filial o sede),  
 revisor(a) de la tesis titulada

"Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylla, Lima 2018."

del (de la) estudiante Villalta Palomino Yesenia Cynthia, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha.....

  
 Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 10550435

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO
DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Villalta Palomino Yesenia Cynthia
D.N.I. : 47054849
Domicilio : Mz.M Lt.56 Urb. Santo Domingo 2º Etapa - Carabayllo
Teléfono : Fijo : 4872908 Móvil : 960693829
E-mail : yesenia.villalta.palomino@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[ ] Trabajo de Investigación de Pregrado

[x] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ing. Civil

Carrera : Ing. Civil

[ ] Grado

[x] Título

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Villalta Palomino Yesenia Cynthia

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico
de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo, Lima 2018

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN
ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

[x] Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

[ ] No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma : [Signature]

Fecha : 11/02/19

feedback studio | PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTR... -- /0 < 3 de 4 > ?

**Resumen de coincidencias** X

**19 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida...	2 %
2	tuur.upc.edu	2 %
3	www.coursehero.com	1 %
4	es.scribd.com	1 %
5	ri.ues.edu.sv	1 %



**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CENARA VALLERIA

PAQUETARIO INGENIERIA  
ESTRELLA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TÍTULO**  
PLACAS DE CONCRETO ARMADO PARA LA MEJORA DEL RIESGO  
SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS 199. DISTRITO DE  
CARADAYLLO, LIMA 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**  
DE:  
INGENIERO CIVIL  
AUTORA  
VILHELA FLORENCIO VÁSQUEZ CYSITHA  
ALUMNA  
ING. MAROLINA CALLANA BORDO  
LINEA DE INVESTIGACIÓN  
RIESGO SISMICO Y ESTRUCTURAL

Págs. - año  
2019

Página: 1 de 118 | Número de palabras: 1.5031 | High Resolution | Activado | Text-only Report