

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACIÓN DE  
VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES  
EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: DELGADILLO IPARRAGUIRRE DAVID STIVEN**

**LÍNEA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL:**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico a todas las personas que estuvieron presente día a día durante mi vida universitaria y también se lo dedico a los que ya no están entre nosotros por circunstancias propias de la pandemia.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a nuestro señor por permitirme llegar hasta este momento, en segundo lugar, agradecer a mis padres por su apoyo en todo momento y así brindarme la oportunidad para obtener el título de Ingeniero Civil, en tercer lugar, agradezco a la Universidad Peruana los Andes y a la escuela profesional de Ingeniería Civil, donde compartí momentos muy gratos de mi formación profesional y por último, pero no deja ser tan importante al Ingeniero Christian Mallaupoma Reyes, por haberme guiado durante este proceso.

## CONSTANCIA 141

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“EVALUACIÓN TÉCNICA DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

**Cuyo autor (a)** : David Stiven, Delgadillo Iparraquirre

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil.

**Asesor (a) (es)** : Ing. Christian, Mallaupoma Reyes

Que, fue presentado con fecha 09.03.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 10.03.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

Excluye bibliografía.

Excluye citas.


Excluye cadenas menores de a 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **16%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: Trabajo de Suficiencia Profesional.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 13 de Marzo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Yina Milagro, Ninahuanca Zavala  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo, Flores Espinoza  
Jurado

---

Ing. Carlos Alberto, Gonzales Rojas  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO .....	iv
INDIC .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I .....	17
1. Planteamiento del problema .....	17
1.1. Planteamiento del problema .....	17
1.2. Formulación del problema .....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos: .....	17
1.3. Justificación de la investigación .....	18
1.3.1. Justificación teórica .....	18
1.3.2. Justificación practica .....	18
1.3.3. Justificación metodológica .....	18
1.4. Delimitación .....	18
1.4.1. Espacial .....	18
1.4.2. Temporal .....	18
1.4.3. Económica .....	18
1.5. Objetivos de la investigación .....	19
1.5.1. Objetivo general .....	19
1.5.2. Objetivos específicos .....	19
CAPÍTULO II .....	20
2. Marco teórico .....	20
2.1. Antecedentes de la investigación .....	20
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	20

2.1.2.	Antecedentes internacionales .....	23
2.2.	Marco conceptual .....	24
2.2.1.	Reforzamiento estructural .....	24
2.2.2.	Fallas comunes en elementos estructurales.....	25
2.2.3.	Fallas en vigas .....	27
2.2.4.	Fallas en las cimentaciones.....	28
2.2.5.	Reforzamiento de elementos estructurales.....	29
2.2.6.	Refuerzo de columnas mediante encamisado .....	30
2.2.7.	Reforzamiento estructural incorporando nueros de concreto .....	32
2.2.8.	Refuerzo de vigas mediante encamisado .....	33
2.2.9.	Refuerzos en cimentaciones .....	35
2.2.10.	Cimentación de placas.....	36
2.2.11.	Consideraciones símicas .....	37
2.3.	Definiciones de términos .....	40
2.4.	Hipótesis.....	42
2.4.1.	Hipótesis general .....	42
2.4.2.	Hipótesis específica.....	42
2.5.	Variables.....	42
2.5.1.	Definición conceptual de las Variables.....	42
2.5.2.	Definición operacional de la Variable .....	43
2.5.3.	Operacionalización de variables .....	43
CAPÍTULO III .....		45
3.	Metodología de la investigación .....	45
3.1.	Método de investigación:.....	45
3.2.	Tipo de investigación:.....	45
3.3.	Nivel de la investigación: .....	45
3.4.	Diseño de investigación:.....	45
3.5.	Población y muestra:.....	45
3.5.1.	Población:.....	45
3.5.2.	Muestra: .....	45
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	46
3.6.1.	Técnicas: .....	46
3.6.2.	Instrumentos:.....	46
3.7.	Procesamiento de la información:.....	47

3.8.	Técnica y análisis de datos: .....	47
CAPÍTULO IV .....		48
RESULTADOS .....		48
4.1.	Generalidades .....	48
4.1.1.	Características de la estructura actual: .....	48
4.1.2.	Características de la estructura ampliada: .....	48
4.1.3.	Normas de diseño: .....	48
4.2.	Propiedades de los materiales .....	48
4.2.1.	Concreto: .....	48
4.2.2.	Acero de refuerzo: .....	49
4.3.	Cargas verticales: .....	49
4.3.1.	Carga muerta en pisos típicos: .....	49
4.3.2.	Carga viva en pisos típicos: .....	49
4.3.3.	Carga muerta en azotea: .....	49
4.3.4.	Carga viva en azotea: .....	49
4.4.	Combinaciones de cargas: .....	49
4.5.	Análisis sísmico: .....	50
4.5.1.	Parámetros de diseño sísmicos: .....	50
4.5.2.	Espectros de respuestas: .....	50
4.6.	Modelamiento de la estructura ampliada no reforzada: .....	52
4.6.1.	Definición de materiales: .....	53
4.6.2.	Definiciones de elementos estructurales: .....	53
4.6.3.	Definiendo los casos de carga: .....	57
4.6.4.	Definiciones de masas: .....	58
4.6.5.	Asignación de brazo rígido: .....	58
4.6.6.	Asignación de diafragma rígido: .....	59
4.6.7.	Definición de espectro de respuesta: .....	59
4.6.8.	Definición de carga sísmica: .....	60
4.6.9.	Definición de modos de vibración: .....	61
4.7.	Resultados con la estructura ampliada no reforzada: .....	61
4.7.1.	Desplazamientos laterales: .....	61
4.8.	Propuesta de reforzamiento: .....	62
4.9.	Modelamiento de la estructura ampliada reforzada: .....	62
4.9.1.	Definición de elementos estructurales: .....	62



4.10.	Resultados de la estructura ampliada reforzada: .....	65
4.10.1.	Peso del edificio: .....	65
4.10.2.	Periodo fundamental de vibración: .....	66
<b>4.10.3</b>	<b>Desplazamiento lateral:</b> .....	<b>67</b>
4.10.3.	Cortante basal: .....	68
4.11.	Diseño de la estructura ampliada reforzada: .....	69
4.11.1.	Columna C1: .....	69
4.11.2.	Para columna C2: .....	72
4.11.3.	Columna C3: .....	75
4.12.	Diseño de cimentación ampliada no reforzada: .....	77
4.13.	Modelamiento de la cimentación actual en el programa S.A.F.E: .....	78
4.13.1.	Exportar cargas: .....	78
4.13.2.	Definir suelo: .....	78
4.13.3.	Columna C3: .....	79
4.13.4.	Definir combinación de cargas: .....	79
4.13.5.	Apoyarse sobre el suelo: .....	79
4.13.6.	Punto restringido: .....	80
4.13.7.	Asignando sobrecarga: .....	80
4.14.	Resultados de la cimentación ampliada no reforzada: .....	81
4.14.1.	Presiones sobre las zapatas: .....	81
4.15.	Propuesta de reforzamiento de la cimentación: .....	82
4.16.	Modelamiento de la cimentación ampliada reforzada: .....	82
4.17.	Resultados de la cimentación ampliada reforzada: .....	83
4.17.1.	Presiones sobre las zapatas: .....	83
4.17.2.	Asentamiento de las zapatas: .....	84
4.18.	Diseño de las cimentaciones reforzadas: .....	84
4.18.1.	Diseño de la zapata Z.1.: .....	84
4.18.2.	Diseño de la zapata Z.2: .....	86
4.18.3.	Diseño de la zapata Z3: .....	87
CAPÍTULO V.....		89
5.1.	Descripción de los resultados.....	89
5.1.1.	Características de la estructura actual: .....	89
5.1.2.	Análisis de los elementos estructurales con reforzamiento .....	89
5.1.3.	Discusión de resultados .....	92

CONCLUSIONES .....	94
RECOMENDACIONES.....	95
BILIOGRAFIA.....	96
ANEXOS.....	98
Anexo: 1 Matriz de consistencia .....	99
Anexo: 2 Matriz de Operacionalización de variables .....	100
Anexo: 3 Panel Fotográfico .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Daños estructurales y sus causas más comunes.....	29
Tabla 2 Factor de zona.....	38
Tabla 3 Factor de suelos .....	38
Tabla 4 Categoría de Edificaciones y Factor de Uso.....	39
Tabla 5 Reducción Sísmica según el Sistema Estructural .....	39
Tabla 6 Límites par distorsión de entrepiso.....	40
Tabla 7 Operacionalización de variables .....	43
Tabla 8 Parámetros Sísmicos .....	50
Tabla 9 Tabla Periodo vs Aceleración.....	50
Tabla 10 Elementos estructurales actuales .....	52
Tabla 11 Desplazamientos laterales en el eje X – X .....	61
Tabla 12 Desplazamientos laterales en el eje Y – Y .....	62
Tabla 13 Propuesta de elementos estructurales .....	62
Tabla 14 Peso Del Edificio .....	65
Tabla 15 Periodo fundamental de vibración .....	66
Tabla 16 Desplazamientos laterales en el Eje X – X.....	67
Tabla 17 Desplazamientos laterales en el Eje Y - Y .....	67
Tabla 18 Cortante dinámico en el Eje X – X.....	68
Tabla 19 Cortante dinámico en el Eje Y – Y.....	69
Tabla 20 Cargas de la columna C1 .....	70
Tabla 21 Combinación de cargas de la columna C1.....	70
Tabla 22 Cargas para sismo en el eje X – X para columna C1 .....	71
Tabla 23 Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C1 .....	71
Tabla 24 Cargas de la columna C2 .....	73
Tabla 25 Combinación de cargas de la columna C2.....	73
Tabla 26 Cargas para sismo en el eje X – X para columna C2 .....	73
Tabla 27 Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C2 .....	73
Tabla 28 Cargas de la columna C3 .....	75
Tabla 29 Combinación de cargas de la columna C3.....	75
Tabla 30 Cargas para sismo en el eje X – X para columna C3 .....	76
Tabla 31 Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C3 .....	76
Tabla 32 Dimensiones de las zapatas actuales .....	77

Tabla 33 Dimensiones de las zapatas propuestas .....	82
Tabla 34 Comparación de los desplazamientos con y sin reforzamiento .....	89
Tabla 35 Resuena de los despeamientos.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fallas comunes en columnas .....	26
Figura 2 Fallas comunes en vigas .....	27
Figura 3 Reforzamiento global del sistema. ....	30
Figura 4 Reforzamiento del sistema a nivel elemento. ....	30
Figura 5 Encamisado de columnas .....	31
Figura 6 Encamisado de una cara de la columna .....	31
Figura 7 Detalles de muro de concreto .....	33
Figura 8 Muro de relleno y Conexión de un muro de concreto .....	33
Figura 9 Encamisado de tres o cuatro caras de la viga .....	34
Figura 10 Mapa de Zonificación del Perú.....	37
Figura 11 Espectros Pseudos-Aceleraciones .....	52
Figura 12 Definiendo los concretos $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ .....	53
Figura 13 Definiendo los aceros $F_y= 4200\text{kg/cm}^2$ ” .....	53
Figura 14 Definiendo las columnas C.1.....	54
Figura 15 Definiendo la vigas principales V.P. ....	54
Figura 16 Definiendo la vigas de amarres .....	55
Figura 17 Definición de vigas chatas.....	55
Figura 18 Definición de vigas en voladizos.....	56
Figura 19 Definiciones de losa aligeradas .....	56
Figura 20 Definición de losa de escalera .....	57
Figura 21 Definiciones de casos de carga.....	57
Figura 22 Definiciones de las masas.....	58
Figura 23 Definiciones de brazos rígidos .....	58
Figura 24 Asignaciones de diafragmas rígidos para cada pisos .....	59
Figura 25 Espectros de respuesta en el programa E.T.A.B.S. ....	59
Figura 26 Definiciones de cargas sísmicas en el eje X - X.....	60
Figura 27 Definiciones de cargas sísmicas en el eje Y - Y.....	60
Figura 28 Definiciones de modos de vibraciones .....	61
Figura 29 Columnas C.1. reforzada .....	63
Figura 30 Columnas C.2. reforzada .....	63
Figura 31 Columna C.3. reforzada.....	63
Figura 32 Vigas principales actual.....	64

Figura 33 Vigas secundarias actuales .....	64
Figura 34 Vigas chatas actuales .....	65
Figura 35 Vigas de voladizos actuales .....	65
Figura 36 Valores del coeficiente C.....	67
Figura 37 Diagramas de interacciones para sismos en el eje X – X de columna C1.....	72
Figura 38 Diagramas de interacciones para el sismo en el eje Y – Y de columna C1 .....	72
Figura 39 Diagramas de interacciones para el sismo en el eje X – X de columnas C2.....	74
Figura 40 Diagramas de interacciones para sismos en el eje Y – Y de columnas C2” .....	74
Figura 41 Diagramas de interacción para sismos en el eje X – X de columnas C3.....	77
Figura 42 Diagramas de interacción para sismos en el eje Y – Y de columnas C3.....	77
Figura 43 Exportandos las cargas del programa E.T.A.B.S. al S.A.F.E.....	78
Figura 44 Módulo de balasto .....	78
Figura 45 Carga de servicio en el programa S.A.F.E. ....	79
Figura 46 Carga de servicio en el programa S.A.F.E .....	79
Figura 47 Cimentaciones sobre el suelo .....	80
Figura 48 Restringiendo puntos .....	80
Figura 49 <i>Asignando carga muerta</i> .....	81
Figura 50 <i>Asignando carga viva</i> .....	81
Figura 51 Presiones en la cimentación existente .....	82
Figura 52 Cimentación reforzada.....	83
Figura 53 Presiones sobre las zapatas reforzadas .....	83
Figura 54 Asentamiento de las zapatas reforzadas .....	84
Figura 55 Cuantilla de acero en el eje X – X.....	85
Figura 56 Cuantilla de acero en el eje Y – Y .....	86
Figura 57 Zapata reforzaba (Z1).....	90
Figura 58 Zapata reforzaba (Z2).....	90
Figura 59 Zapata reforzaba (Z3).....	91
Figura 60 Columna reforzada (C1).....	91
Figura 61 Columna reforzada (C2).....	92
Figura 62 Columna reforzada (C3).....	92

## RESUMEN

El problema general de esta investigación es; ¿Qué efectos produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso y a los periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?, de la misma manera tuvo el objetivo general: Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso y a los periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación., con esto se propuso la hipótesis general: Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento estructural y las derivas entre piso, periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación, en cuanto a la metodología, el método científico fue aplicado en esta investigación; donde la muestra de estudio fue para esta presente investigación la muestra fue la vivienda ubicada en la calle Miraflores número 512-A, todo esto llegó a la conclusión principal: el adecuado reforzamiento influye para que la rigidez de la estructura ocasione, que la deriva entre pisos sea mayor al 0.007 para estructuras de concreto armado, por consiguiente, la estructura presentará un comportamiento adecuado en la ocurrencia de un movimiento sísmico; debido a que, en un inicio se tuvo un excedente del 80% en su deriva máxima, y, que a partir de la aplicación del reforzamiento propuesto, se llegó a un máximo del 8.2% en la deriva máxima.

**Palabras claves:** reforzamiento estructural, ampliación de una vivienda

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What effects does an adequate structural reinforcement produce between the drifts between floors, periods of the structural system of a 2-story building for an extension?, In the same way, it had the general objective: Determine the effects that produces an adequate structural reinforcement between the drifts between floors, periods of the structural system of a 2-story building for an extension, with this the general hypothesis was proposed: There are significant effects between adequate structural reinforcement and the drifts between floors, periods of the structural system of a 2-story building for an extension, in terms of methodology, the research method was the scientific method, the type of research was applied, the level was explanatory, the design was non-experimental and with respect to the population was made up of all the clandestine construction houses in the province of Hua ncayo and the study sample was for this present investigation, the sample was the house located at Miraflores street number 512-A, all this reached the main conclusion: that the reinforcement influences the rigidity of the structure causing the drift between floors be better than 0.007, for reinforced concrete structures, therefore, the structure will have a good behavior during a seismic movement, because initially it had an 80% excess in its maximum drift and later applying the reinforcement we are below the maximum drift by 8.2%.

**Keywords:** structural reinforcement, expansion of a house



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación estuvo enfocada a la evaluación técnica del reforzamiento estructural para ampliar una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en la ciudad de Huancayo, donde los elementos estructurales de concreto armado son considerados piezas muy importantes en una estructura porque estos se encargan de soportar cargas y desplazamientos por lo cual deben tener un buen diseño, es muy importante durante la etapa constructiva, la evaluación de estos elementos estructurales para las ampliaciones y reforzamientos de viviendas familiares, de modo minucioso, lo que lleva a este tema de investigación, para la presente investigación y plantearse sobre el problema de aplicarle un estudio de evaluación para las viviendas de ubicadas específicamente en el barrio de primera cuadra de Giráldez, por poseer las características aparentemente accesibles a la información y la que constituye una zona de crecimiento poblacional, además de hallarse en una zona con viviendas que cumplen con los requisitos para los estudios de evaluación, por esto se tomó esta zona teniendo como fin último el salvaguardar la vida de su población, para el desarrollo de la presente investigación se dividió en 5 capítulos según el siguiente detalle:

**Capítulo I:** Se plantea el estado situacional de la problemática de la investigación, planteando los problemas, objetivos, justificación y las delimitaciones.

**Capítulo II:** Se darán a conocer los antecedentes internacionales, nacionales; junto con los fundamentos y las hipótesis, las cuales son parametrizados por las variables de estudio, propios de esta investigación.

**Capítulo III:** Se detalla la metodología científica empleada, también se definió las técnicas de recolección, con los que se realizará el procesamiento de datos recolectados con el instrumento escogido para el estudio.

**Capítulo IV:** Se muestran los resultados obtenidos durante la investigación para ser estandarizados o parametrizados según las normativas actuales de construcción, así como el proceso metodológico propio en aspectos técnicos de construcción.

**Capítulo V:** Se muestra las discrepancias entre los resultados obtenidos en investigación similares propias del nuestro marco teórico.

**Bach.** Delgadillo Iparraguirre David Stiven

# CAPÍTULO I

## 1. Planteamiento del problema

### 1.1. Planteamiento del problema

En todo América Latina donde se construyen edificaciones con concreto armado tienden la necesidad de ampliar sus áreas, 2 factores relacionados directamente el primero es la creciente densidad población y lo otro es la reducción de espacios urbanos, para esto proponemos como un ejemplo donde se evaluarán técnicamente estos reforzamientos estructurales. El Perú está dentro de una región con alta concurrencia sísmica, es debido a esa razón que las construcciones deben fundamentarse con un diseño sismo-resistente, con el fin de que la edificación hecha llegue a sostenerse ante cualquier sismo de gran magnitud.

### 1.2. Formulación del problema

#### 1.2.1. Problema general

¿Qué efectos produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso, periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?

#### 1.2.2. Problemas específicos:

- ¿Qué efecto produce un adecuado reforzamiento de las columnas entre las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?
- ¿Qué efecto produce un adecuado reforzamiento entre la cimentación de un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?
- ¿Cómo determinar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?

### **1.3. Justificación de la investigación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

Esta tesis resolverá el problema, el cual es materia de investigación; ya que, serán métodos reproducibles que se aplicarán en cualquier acontecimiento de la realidad.

#### **1.3.2. Justificación práctica**

Esta tesis resolverá problemas en el campo de ejecución de la construcción por lo que la densidad población aumenta cada vez y no se encuentra áreas de vivienda segura.

#### **1.3.3. Justificación metodológica**

La presente investigación tuvo una metodología propia en el proceso que busco una ampliación de una vivienda que inicialmente estaba destinada para 2 niveles, donde se realizó una evaluación estructural previa para un adecuado diagnóstico de la estructura a ampliar, todo esto para lo parámetros propios de la normativa actual del Perú.

### **1.4. Delimitación**

#### **1.4.1. Espacial**

Este trabajo, se encuentra delimitado en el Jr. Miraflores 512-A del distrito y provincia de Huancayo, Región Junín.

#### **1.4.2. Temporal**

La investigación se formuló entre mayo y octubre del año 2022, acorde a lo establecido en el cronograma planteado.

#### **1.4.3. Económica**

La investigación estuvo financiada al 100% por el tesista, teniendo como presupuesto general, la suma aproximada de s/ 4800.00.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso, y de los periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar los efectos que produce un reforzamiento adecuado de las columnas entre las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.
- Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento entre la cimentación de un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.
- Analizar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación, con los resultados obtenidos de las simulaciones.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

- a) (Aranzabal Sologuren & Arroyo Saavedra, 2015), con: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismorresistente del hospital Casimiro Ulloa empleando la norma e.030-2014”, para obtener el título profesional de ingeniero civil, de la Universidad Ricardo Palma de la escuela profesional de Ingeniería Civil, llega a las siguientes conclusiones: (1) Se evaluó la estructura del Hospital Casimiro Ulloa llegando a la conclusión que no cumple con los desplazamientos laterales máximos que exige la norma E.030-2014, por lo que la estructura tiene que ser reforzada, (2) Al evaluar las alternativas de reforzamiento se llegó a la conclusión que se usará muros de corte como método de reforzamiento.
- b) (Benigno Montero & Gamarra Gutierrez, 2018), con: “Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018”, obtuvo el título de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo en la escuela profesional de Ingeniero civil, en donde llegó a las conclusiones: (1) Se establecieron los desplazamientos máximos con el proceso dinámico modal espectral adquiridos con el software Etabs 2016, (2) Se determinó que las Fuerzas Cortantes Dinámicas en X e Y, siendo  $X = 633.6984$  Ton y  $Y = 643.091$  Ton, (3) Se pudo comprobar la deriva inelástica en X-X, siguiendo los lineamientos de la Norma E. 030, cuya deriva límite del concreto armado es 0.007, con un valor de deriva máxima en X-X de 0.00813 el cual no cumple con lo permitido, (4) La excentricidad tanto en X-X como en Y-Y, demuestra que, la rigidez y el centro de masa deberán ser menos de 0.05 de longitud; sin embargo, el valor que se obtuvo estuvo por encima de lo permitido, (5) En cuanto a la vivienda

multifamiliar, se concluyó que cierta fracción de los muros no cumplieron con los lineamientos de la N. E. 030, a lo cual se requirió aplicar un método de reforzamiento, para brindarle mayor carga a la vivienda, (6) Las principales fuentes por la que se tendría que reforzar el muro, probablemente hayan sido: las irregularidades dentro de la configuración estructural, ya sea, en los sentamientos, o en la ocurrencia de sismos, entre otras razones que provocan que los muros presenten fallas, (7) En la actualidad existen varios métodos de reforzamiento que pueden ser aplicados en el Perú, empero, en este antecedente, se determinó el uso de mallas electrosoldadas (8) La pésima configuración estructural, la deficiencia en la calidad de materiales, la inexperiencia en mano de obra; entre otras cosas son causantes de que muchas viviendas puedan sufrir grandes daños ante cualquier evento sísmico.

- c) (Timoteo Huancayo, 2018), En su trabajo de investigación: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma – Junín.”, para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Católica Sede Sapientiae de la escuela profesional de Ingeniero civil, llegó a las siguientes conclusiones: (1) De las viviendas observadas y analizadas en la periferia de la ciudad de Tarma en la región Junín, se concluye que, frente a solicitaciones sísmicas establecidas, se comprueba que las viviendas de dos pisos construidas en tapial presentan una vulnerabilidad alta, principalmente por desconocimiento por parte de los constructores y propietarios, de los diferentes problemas de estructuración y configuración sísmica, (2) Las viviendas de tapial seleccionadas pueden considerarse como representativas, guardando características arquitectónicas y estructurales similares, estas se han agrupado en viviendas rectangulares y en forma de “L” siendo por su distribución en planta las más comunes de la zona. Las viviendas de la periferia de la ciudad de Tarma tienen una tipología que tratan de adecuarse a la zona sísmica a pesar de ser de dos niveles y ubicarse

sobre pendientes de hasta 75%, (3) De las dos tipologías analizadas, las viviendas en forma de “L” tienen una vulnerabilidad alta en un 100%, mientras las viviendas rectangulares tienen vulnerabilidad media de 52.2% y 47.8% de vulnerabilidad alta. El índice de daño tomando como referencia tres aceleraciones (0.20g, 0.26 y 0.33g) se observa que para la aceleración de 0.20g las viviendas en “L” sufren daños severos presentando costos de reparación mayor al costo del edificio mientras que para la aceleración de 33g, la vivienda entra en un estado de colapso total. En viviendas rectangulares el índice de daño para 0.20g es fuerte, requiriéndose el desalojo del edificio por seguridad, y para 0.30g la vivienda debe ser declarada en ruinas, (4) Los resultados muestran el comportamiento sísmico de las viviendas seleccionadas, que sometidas a un sismo real (Ica 2007, Lima 1974 y Moquegua 2001) presentan las mismas tendencias y comportamiento. Es de esperarse que durante un sismo de 0.35g colapsen muchas viviendas, debido a que los muros del segundo nivel sufren mayores aceleraciones y no están preparados para recibir esfuerzos y desplazamientos, la debilidad de las conexiones entre muros se da porque el techo no funciona como diafragma además que las uniones se encuentran agrietadas y la falta de arriostres. La falla por volteo en segundos pisos es una falla potencial debido a que con un mínimo agrietamiento los muros se encuentran en vibración independiente y al no estar unidos entre ellos presentan grandes posibilidades de caer y destruir la vivienda en un sismo severo. Las viviendas en L son las viviendas más vulnerables ya que presentan mayores desplazamientos y esfuerzos, generando fallas por flexión perpendicular al plano del muro por agrietamiento horizontal y vertical, (5) Para mejorar el comportamiento de estos muros longitudinales de segundo nivel se debe mejorar la estabilidad de estos mediante la reducción del desplazamiento lateral y la unión de ellos, de esta forma se mejorará notablemente su comportamiento en un sismo severo. Un refuerzo de unión en el techo para generar unión en la parte superior de los muros

es una solución económica y factible en periferia de la ciudad de Tarma.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) (Oviedo, S., 2010) con el artículo “Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado”. Recalca que la práctica debida, en el proceso de reparación y reforzamiento en las estructuras, es la mejor forma para obtener la reducción de pérdidas de recursos humanos y materiales. Adicionalmente, menciona que cada estructura es y que el método de reforzamiento a aplicar depende de sus características y de lo que requiere para encontrar la mejor solución al problema específico. Este estudio, prioriza a los métodos de reforzamientos, indicando sus ventajas y desventajas, las cuales permitirán escoger el mejor método de reforzamiento.
- b) (Villamarin,E. ; Yañez,E., 2010), en su investigación: “Reforzamiento sísmico de estructuras aporricadas, regulares en planta y regulares en elevación”, hizo un estudio de vulnerabilidad y reforzamiento sísmico a 3 estructuras, donde, después de indicar una lista de alternativas, seleccionó la mejor. En esta investigación se determinó que la mejor alternativa fue la de incorporar muros de corte; ya que, estos lograron que se redujera en gran intensidad la deriva del piso y añadieron rigidez a la estructura.
- c) (Rosero, L., 2013) en: “Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (fiber reinforced polymers). Estudio que se aplicó, en un caso de reforzamiento en una losa y columnas de un auditorio, en donde presentó un diseño con tejidos FFRP; en esta tesis aplicó específicamente el reforzamiento en la losa de los mencionados ambientes pertenecientes al Liceo Municipal Fernández Madrid. Esta investigación se centró en las FRP, donde hace énfasis en los materiales compuestos y saca provecho de la resistencia, la ligereza y su comportamiento para su aplicación en próximos proyectos. Indica la importancia de entender el comportamiento de la fibra, en conjunto con el hormigón y el acero, con este estudio se busca consolidar un sistema de procesos, que deberán ser seguidos, con el fin de lograr una



intervención en la estructura de la vivienda, priorizando así su aplicación en las edificaciones a base de concreto armado.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Reforzamiento estructural

Es el incremento en la capacidad de las estructuras, con la adición de ciertos elementos. En este proceso, se mejoran las características de las estructuras originales. También es considerado como la operación que se realiza para mejorar el desempeño de la estructura de dicho elemento a comparación del original desempeño (Soto, E., 2008):

(Rosero, L., 2013), con “Reforzamiento de Estructuras de Hormigón Armado con FRP”, indica las principales y más comunes necesidades del refuerzo requerido, como:

- El cambio de uso de la edificación; con esta medida se podría llegar a sostener cargas mayores a las que se previó en el original diseño o que la disposición de las mismas, lleguen a ser muy distintas a las que se consideró en un diseño inicial. Una muestra, sería que, de acuerdo al diseño original, se cuenta con ambientes que están destinados a funcionar como oficinas, estos podrán ser cambiados por ambientes destinados a ser almacenes o bodegas; ya que, estos cuentan con una carga de mayor servicio.
- La aplicación de asentimientos diferenciales; ya que, este fenómeno ocasiona problemas dentro de la cimentación debido a los inconvenientes en los tipos de suelos que no son considerados dentro del estudio y diseño correspondiente. Son errores que se dan durante la fase del diseño, los cuales pueden comprometer la durabilidad y resistencia de la edificación; o, errores producidos en la ejecución, que son ocasionados por la ausencia de personal altamente calificado para dicha actividad o para el proceso de la fiscalización.
- Los problemas causados por el deterioro y la degradación de los materiales usados para la construcción. Los cuales podrían deberse a principalmente dos causas, siendo estos: El tiempo de duración y la exposición a agentes bioquímicos; como: oxidación de metal, la cual

llega a producir la corrosión dentro del refuerzo que por motivos desconocidos podrán encontrarse expuesto al ambiente.

- El cambio y descarte parcial o total de algunos elementos estructurales. Teniendo como ejemplo, aberturas nuevas en las losas que se usan entre piso, debido a, el requerimiento de una grada de última instancia o de un ducto residual, etc.
- Los daños ocasionados por accidentes, como: la explosión, incendios, impactos, etc. Los cuales pueden llegar a disminuir o eliminar la capacidad de resistencia de la estructura o de sus elementos.
- El cambio de la normativa, reglamentos o códigos del diseño y construcción de una estructura.

Dichos factores indicados por (Rosero, L., 2013), nos guían a examinar cualquier estructura y encontrar la manera técnica más conveniente para poder actuar sobre ella; ya que, los métodos requeridos para la realización del reforzamiento estructural a través del uso de distintos métodos y materiales, harán que la estructura sea segura y resistente.

### 2.2.2. **Fallas comunes en elementos estructurales**

La ejecución que se lleva a cabo incorrectamente en la construcción de los elementos de la estructura y la ampliación hecha inadecuadamente, puede ocasionar daños mayores. Particularmente, si se desea elaborar un reforzamiento con objetivos de ampliación, se necesita conocer los errores más comunes, los cuales se deben evitar, para dicho conocimiento, en las siguientes figuras se mostrarán dichos errores:



Figura 1 Fallas comunes en columnas  
Fuente: Modificado de (Torrealva, D., 2007)

De acuerdo a (Soto, E., 2008), los errores más observados en la construcción de las columnas, son:

- El agrietamiento diagonal en la mitad de la altura; el cual se debe a las fuerzas cortantes junto a los patrones cruzados por las deformaciones cíclicas.
- El riguroso daño en el concreto, debido a, los numerosos periodos de deformaciones inelásticas a los que se expusieron, y por la reducción de la capacidad vertical, ocasionado por un detallado del refuerzo transversal.
- La contribución de los muros que no son parte de la estructura a la rigidez lateral de la construcción, perjudica en las estructuras donde el muro fue extendido de manera parcial, debido a, la altura del entrepiso y la columna; ya que, disminuyó

la longitud libre de la columna y aumentó su rigidez; por tanto, ocasión una mayor fuerza cortante.

### 2.2.3. Fallas en vigas

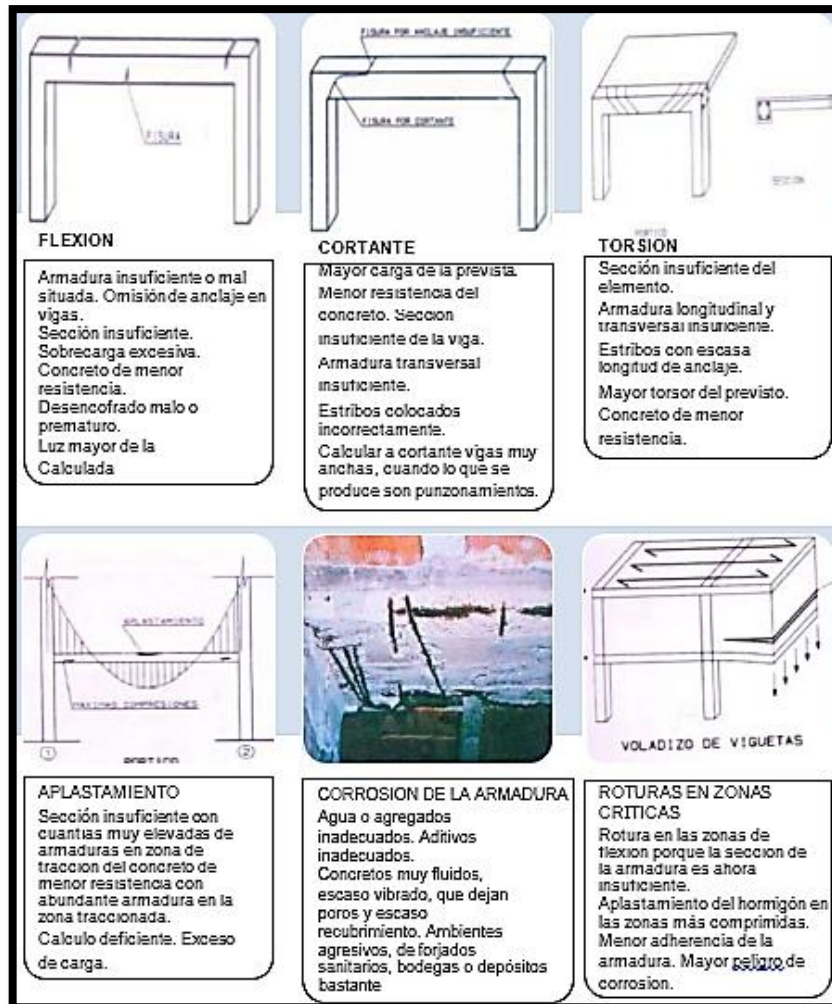


Figura 2 Fallas comunes en vigas  
Fuente: Modificado de (Torrealva, D., 2007)

- Agrietamiento diagonal con una distancia reducida a la conexión viga-columna.
- Aplastamiento al concreto que se encuentra cerca de la conexión, por las fuerzas grandes de flexión, todo esto debido a un sismo.
- Desconchamiento del concreto, causado a la producción del pandeo del refuerzo longitudinal o por el exceso de la capacidad del mismo.

#### 2.2.4. **Fallas en las cimentaciones**

Estas, se deben al deterioro del cimiento, como el principal elemento de construcción estructural, el cual se deriva de la inicial insuficiencia o por la reducción de la capacidad de carga, los cambios de uso, las ampliaciones, etc.

- Defectos de la construcción y/o las estructuras.
- Poca capacidad del terreno.
- Modificaciones en las cargas.
- Daño del cimiento.
- Rellenos asentados compactados con baja intensidad; debido a la inundación ocasionada por un accidente.
- Terrenos con suelos arcillosos – limosos.
- Cimiento heterogéneo.
- Actividades derivadas de movimientos en los edificios que colindan con la estructura.
- Gran cantidad de asientos diferenciales con suelos expansivos.

Adicionalmente, en caso de cimientos profundo, se puede indicar lo siguiente:

- Existe un inadecuado reconocimiento geotécnico.
- La interpretación incorrecta del reconocimiento geotécnico.
- La destrucción ocasionada por algunos agentes agresivos.

En la Tabla a continuación, se dan a conocer de manera resumida los daños de las estructuras, en los que más se incurren, en los que se pondrá mayor énfasis durante todo el proceso de reforzamiento.

Tabla 1  
Daños estructurales y sus causas más comunes

<b>Elemento estructural</b>	<b>Tipo de daño</b>	<b>Causa más común</b>
<b>Columnas</b>	Grietas inclinadas y verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto, pandeo del acero de refuerzo.	Cortante flexocompresión adherencia, flexocompresión
<b>Vigas</b>	Grietas inclinadas y verticales, roturas de estribos, rotura del refuerzo, aplastamiento del concreto.	Cortante o Torsión, Flexión
<b>Unión viga- columna</b>	Grietas inclinadas, falla por adherencia del refuerzo de vigas.	Cortante
<b>Sistemas de piso</b>	Grietas alrededor de columnas en losas, grietas longitudinales.	Penetración flexión
<b>Muros de concreto</b>	Grietas inclinadas y horizontales, aplastamiento del concreto, pandeo del acero de refuerzo.	Cortante flexocompresión o deslizamiento, flexocompresión
<b>Muros de mampostería</b>	Grietas inclinadas; verticales en las esquinas y en el centro, grietas horizontales	Flexión volteo deslizamiento

Fuente (Iglesias, J. ; Robles, F. ; De la Cera, J. ; Oscar, M. ; González, C., 1985)

### 2.2.5. Reforzamiento de elementos estructurales

Diferentes criterios de comportamiento llevan a diferentes conceptos de refuerzo, además que el entorno puede obligar a un tipo de solución particular. Agrupamos el reforzamiento basándonos en el criterio de modificar global o parcialmente el sistema estructural. Reforzamiento a nivel estructural: Implica modificaciones globales al sistema estructural. Las modificaciones globales comúnmente incluyen la adición de muros estructurales. En este enfoque, se aumenta la ductilidad del sistema estructural para satisfacer estados límites.

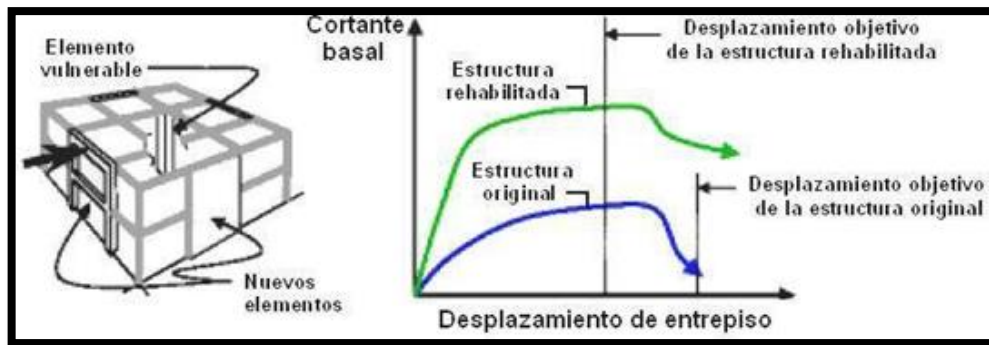


Figura 3 Reforzamiento global del sistema.  
Modificado de (Moehle, J., 2000)

Rehabilitación a nivel elemento: Es un cambio que se realiza a nivel elemento, el cual puede incluir métodos como el encamisado de acero, láminas sintéticas con fibras (FRP) o concreto.

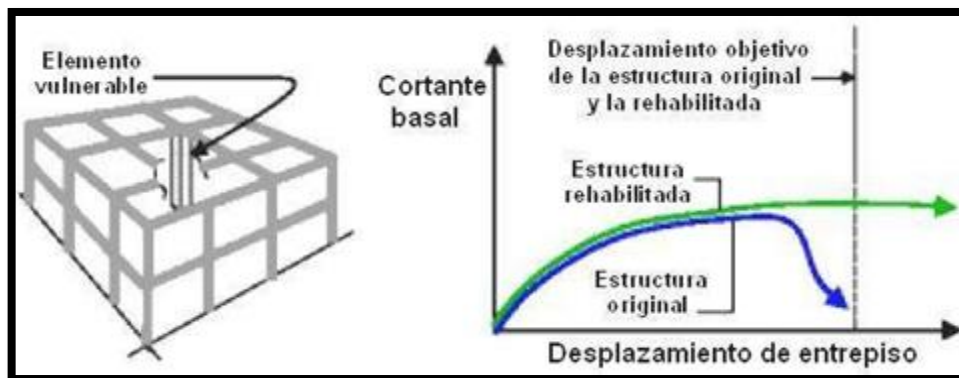


Figura 4 Reforzamiento del sistema a nivel elemento.  
Modificado de (Moehle, J., 2000).

En este estudio, la muestra es una estructura considerada como pequeña, la cual estará centrada en el reforzamiento de los elementos estructurales, como: reforzamiento de vigas y columnas mediante el método del encamisado y las FRP.

#### 2.2.6. Refuerzo de columnas mediante encamisado

Generalmente se realiza debido a que la sección no cumple con la sección suficiente para transmitir cargas, el proceso consiste en vaciar una columna que embeba a la existente, el concreto nuevo generalmente es de alta resistencia por lo que la capacidad es casi siempre superior a la existente,

adicionalmente, es un sistema que resiste a factores medioambientales o ataques que podrían afectar su durabilidad.

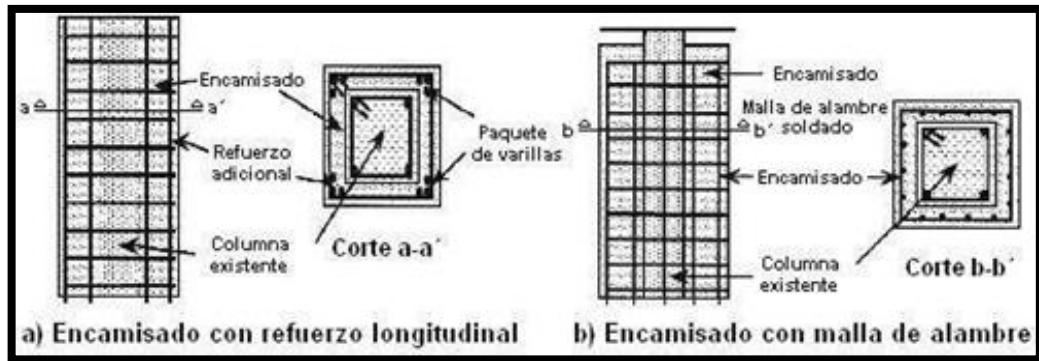


Figura 5 Encamisado de columnas  
(Aguilar, J.; Breña, S.; Del Valle, E.; Iglesias, J.; Picado, M.; James M., 1996)

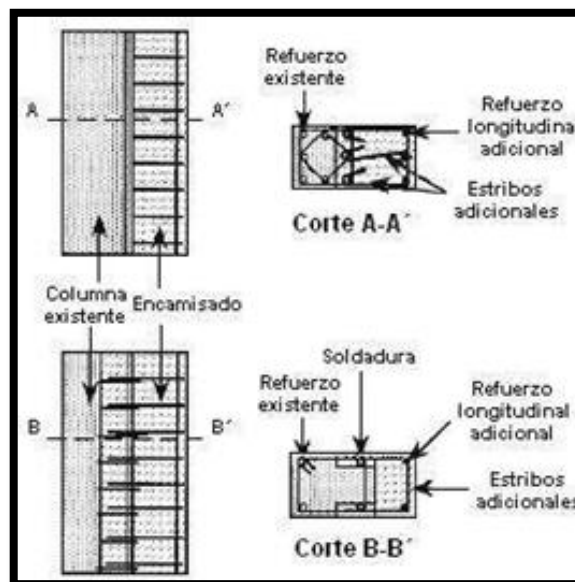


Figura 6 Encamisado de una cara de la columna  
(Aguilar, J.; Breña, S.; Del Valle, E.; Iglesias, J.; Picado, M.; James M., 1996)

Las sugerencias para el proceso de construcción, son tomadas del ACI 369R-11, 2011, como, por ejemplo:

- Para asegurar una mejor adherencia entre el concreto fresco y el ya existente, la superficie del elemento deberá estar rugosa y limpia, lo cual promoverá que se desarrolle un comportamiento monolítico.



- El tamaño máximo y el revenimiento del agregado grueso, deberán aplicarse según la existente separación mínima entre el reforzamiento y la mínima distancia del concreto que ya existe y la cimbra.
- En cuanto a las columnas, el reforzamiento longitudinal deberá extenderse entre la losa del entrepiso, para brindar la continuidad y mejorar la resistencia a la flexión en el elemento y sus extremos.
- Debe revisarse el requerimiento de sobreponer los elementos de conexión que aseguren la transmisión de los esfuerzos cortantes en el encamisado y el elemento que se quiera reforzar, todo esto, en caso de que el encamisado se encuentre incompleto.
- Para asegurar el comportamiento monolítico de un elemento encamisado, se requiere poseer un mecanismo adecuado de transferencia cortante dentro de la zona de contacto en el encamisado y el elemento ya existente; con el objetivo de evitar el movimiento relativo entre el reforzamiento de las columnas y el encamisado del concreto.
- En caso de que se encamise solo la columna en el entrepiso, se logrará un aumento en la resistencia frente a la carga axial y la fuerza de corte, adicionalmente de un comportamiento dúctil, pero sin alterar la original resistencia de flexión.
- Para aumentar la resistencia de flexión se requiere agrandar el encamisado mediante la losa, alargando el acero longitudinal e incrementando ciertos estribos que atravesarán las vigas.
- Será posible encamisar hasta tres lados, en caso de que existan limitaciones en el espacio. En dicho caso, se podrá acudir a la aplicación de ganchos, conectores entre el reforzamiento longitudinal o los estribos que fueron soldados.

#### 2.2.7. **Reforzamiento estructural incorporando muros de concreto**

Se usa este método, en caso de que se necesite disminuir los desplazamientos, en combinación con la introducción de muros, se puede lograr el aumento en la resistencia a las fuerzas laterales. La inclusión, por lo general, se elabora con concreto armado, en los límites que se

encuentran marcados por las columnas y vigas. Para poseer un daño mínimo en la viga, se requerirá taladrar solamente el diámetro requerido por la varilla longitudinal del muro de corte que atravesará a la misma; es recomendable picar el concreto de la viga con el fin de que la armadura longitudinal llegue a tener la continuidad necesaria; para que la armadura longitudinal del muro muestre un gran armado relacionado con la viga (Villamarin, E. ; Yañez,E., 2010).

En la siguiente figura se mostrarán los detalles de los muros de corte incluidos.

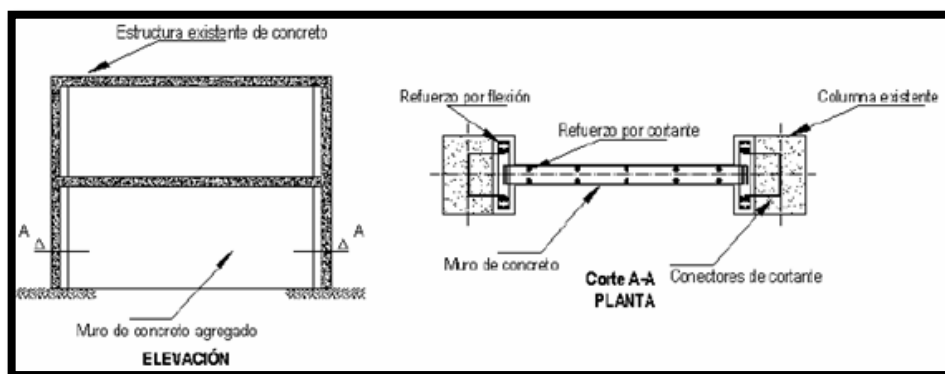


Figura 7 Detalles de muro de concreto (Aguilar,J.; Breña,S.; Del Valle,E.; Iglesias,J.; Picado, M.; James M., 1996)

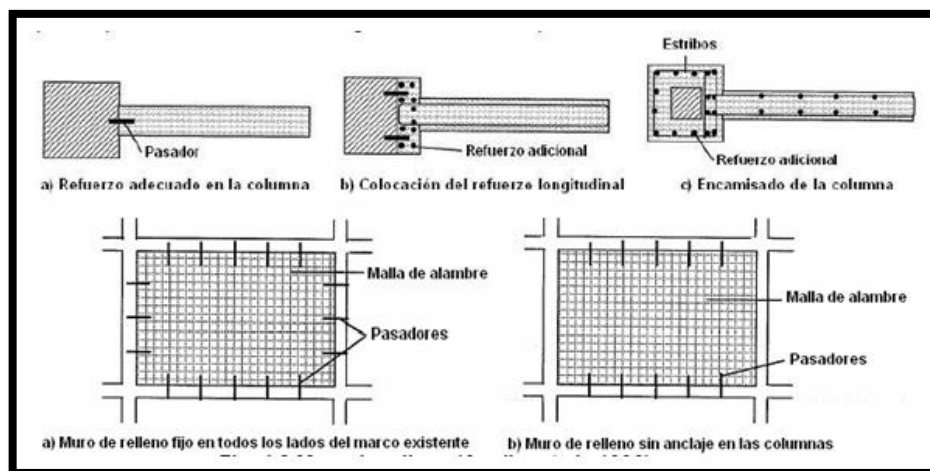


Figura 8 Muro de relleno y Conexión de un muro de concreto (Aguilar,J.; Breña,S.; Del Valle,E.; Iglesias,J.; Picado, M.; James M., 1996)

### 2.2.8. Refuerzo de vigas mediante encamisado

Se aplica siempre y cuando la sección no se encuentra dentro de lo indicado o recomendado, o si; debido a, la modificación de arquitectura no acepta

apoyos extra, empero si el aumento de sección de vigas, de modo, que así se aprovechará el aumento del área para aguardar las armaduras a flexión brindando así a la viga la resistencia mayor a la que ya existe. En caso de que solo se requiera aumentar la resistencia a la flexión positiva (ACI 369R-11, 2011), el encamisado irá superpuesto en la cara inferior de la viga, en caso, de que el encamisado se coloque e 3 o 4 lados de la viga, incrementará la resistencia dentro de los momentos positivo y negativo, tanto como la resistencia a cortante. El encamisado tendrá que incluirse a lo largo de toda la viga y el refuerzo longitudinal, el cual deberá ser continuo, y, que se podrá tener como resultado, atravesando el refuerzo adicional mediante la unión viga - columna (ACI 369R-11,2011).

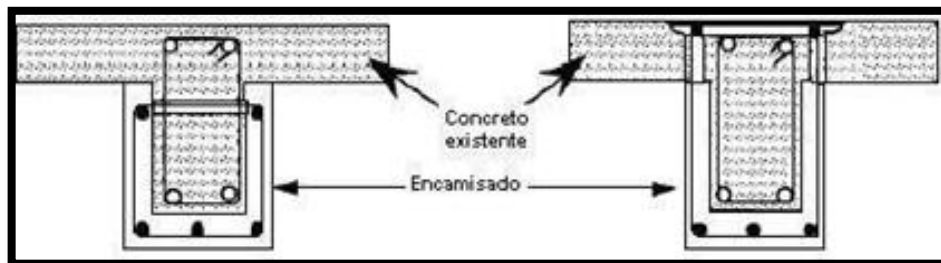


Figura 9 Encamisado de tres o cuatro caras de la viga  
(Aguilar, J.; Breña, S.; Del Valle, E.; Iglesias, J.; Picado, M.; James M., 1996)

Proceso de construcción. Modificado de (APLIKA PERU, 2014)

- Descargar la viga
- Apuntalar las losas y la viga
- Desbastar con mucho cuidado las caras de la viga para lograr ubicar las barras
- Perforar las vigas con el fin de anclar las barras
- Limpiar y llegar a humedecer correctamente
- Insertar un puente de adherencia, en caso de que se requiera unir las superficies
- Introducir nuevas barras y estribos
- Aplicar encofrados
- Concreto o grout debe poseer aditivo expansor
- Curado húmedo

Según (UNDP/UNIDO, 1983), para realizar el encamisado de vigas con concreto, pueden existir unas cuantas recomendaciones, las cuales se presentará a continuación:

- La nueva armadura deberá ser calculada para el momento total; debido a que, la armadura antigua posee por lo general un límite desconocido.
- Se debe comprobar las tensiones y aplicar con cuidado el acero que resta, esto, en caso de que no se desee recrecer la viga.
- Encamisar toda la longitud de la viga.
- Utilizar un encamisado con un mínimo espesor de 8 cm, en caso de que se trate de un concreto premezclado y solo de 4 cm en caso, de que sea concreto lanzado.

#### 2.2.9. Refuerzos en cimentaciones

El refuerzo, es aplicado cuando la sección de apoyo es la requerida, empero la cimentación es la incorrecta debido a la mala ejecución que se tuvo o por el deterioro por el tiempo. Las sustituciones empleadas en mayor cantidad para el reforzamiento, son la introducción de ciertas armaduras y la inyección de lechada o mortero de cemento. La ampliación, se puede lograr la cimentación correcta y se llega a conservar correctamente, pero la sección de apoyo no es suficiente, en este caso se requerirá la ampliación de la cimentación con el fin de lograr la superficie con el apoyo más conveniente. Para estos casos, solo existen dos tipos de ampliaciones, las cuales son: las laterales y por debajo. Adicionalmente, se tendrá que mejorar el terreno, como un complemento; la ampliación es realizada cuando exista escaso dimensionado; ya que, el principal problema es la relación existente entre las cimentaciones nuevas y antiguas; esto, en combinación con la evaluación de asientos de una nueva cimentación conjunta. Para lograr la adecuada ampliación de las cimentaciones por lo general se deberá realizar:

- Una preparación de las caras laterales, es decir, un recrecido en los cantos.

- Recojo de cargas a través del punteo superior del cimiento que ya existe, y transmitirlo al ensanche del perímetro del cimiento, por lo general, dicho puente se elabora con vigas de acero.
- La disposición de las losas, esta medida podrá ser tomada en un caso extremo; es decir, en caso de que se llegue a macizar espacio en las zapatas bajas o encima de las zapatas, sobre la zapata resulta complicado sustentar la conexión existente entre las zapatas y las losas que se añadieron.
- La disposición de vigas; este es el espacio en recrecer las zapatas y la disposición de losas, la idea es transmitir las cargas a elementos lineales conectados con unos cuantos elementos.
- Realización del recalce de muros con zapatas corridas, lo cual, por lo general se elabora con huecos que se encuentran separados, siendo el siguiente paso el punteo para llegue a existir una conexión.
- La combinación de los recalces que ya fueron mencionados, lo que quiere decir, por el recrecido de algunas zapatas vigas, a este proceso se le llama, recalce mixto.

#### 2.2.10. Cimentación de placas

La cimentación de placas, tiene como objetivo principal, realizar la transmisión de los esfuerzos generados por la superestructura a una superficie del terreno. Tiene como funciones principales, prevenir y controlar los asentamientos primarios o la rotación excesiva, adicionalmente, deberá estar a cargo de brindar seguridad para probables volteos y deslizamientos que puedan incurrir dentro de la superestructura.

En el diseño de las cimentaciones, el suelo es un factor importante; ya que, con su geomorfología se determinarán los esfuerzos requeridos, los cuales determinarán que elemento de cimentación tenga un comportamiento ideal para que la superestructura pueda resistir ciertos fenómenos sísmicos; debido a, las características y estructura del tipo de suelo del terreno, se pueden determinar los distintos tipos de cimentaciones, dependiendo estas de las características mecánicas, de la cohesión, del ángulo de rozamiento

interno y de la magnitud de las cargas que existen en el terreno. Donde, con esos datos se podrá calcular la capacidad que porta, la cual, junto con el grado de homogeneidad del terreno, se podrá determinar o sugerir el tipo de cimentación más adecuado. En lo posible, lo recomendable, es aplicar la cimentación superficial; debido a que, es el tipo de cimentación con menos costos operativos y su ejecución resulta menos complicada que los demás tipos.

#### 2.2.11. Consideraciones sísmicas

a) **Zonificación (Z):** Perú está compuesto por 4 zonas, como se presentará en la Figura 10. Donde la zonificación que se presenta se encuentra fundamentada en la repartición espacial de los movimientos sísmicos estudiados, sus rasgos más representativos de los mismos y la atenuación de los ya mencionados con la distancia del epicentro. (Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 030, 2018, pág. 8).



Figura 10 Mapa de Zonificación del Perú  
(Fuente: RNE, E. 030)

Cada una de las zonas mostradas, están denominados por un factor Z, donde Z es explicada por la aceleración máxima horizontal en un suelo rígido, con la probabilidad del 10% de poder ser excedida dentro de 50 años (Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 030, 2018, pág. 8).

Tabla 2  
Factor de zona

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

(Fuente: RNE, E. 030)

b) **Parámetros de suelo (S)**

Tabla 3  
Factor de suelos

FACTOR DE SUELO “S”				
LO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

(Fuente: RNE, E. 030)

- c) **Categoría de las edificaciones y factor de uso (U):** Toda estructura deberá estar clasificada de acuerdo a las categorías que se encuentran establecidas en la Tabla 4. Donde el factor de importancia o uso (U), será empleado de acuerdo a la categorización. Siendo que, para las edificaciones que posean un aislamiento sísmico en la base, se considerará un U=1(Reglamento Nacional de Edificaciones, E. 030, 2018, pág. 14).

Tabla 4  
Categoría de Edificaciones y Factor de Uso

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
<b>A</b> <b>Edificaciones Esenciales</b>	A1: Establecimientos de salud. Ubicados en las zonas sísmicas 4 y 3 que alojen servicios.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Hospitales no comprendidos en la categoría A1, etc. - Puertos, Estaciones de seguridad nacional - Instalaciones de electricidad, reservorios y PTARs. grandes hornos, fábricas. Edificios en centros educativos y de salud no incluidos en la categoría A.	1.5
<b>B</b> <b>Edificaciones Importantes</b>	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas; teatros, estadios, centros comerciales, etc. o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos.	1.3
<b>C</b> <b>Edificaciones Comunes</b>	Edificaciones comunes: viviendas, oficinas, hoteles, etc., los cuales no corran riesgos adicionales de factores medioambientales.	1.0
<b>D</b> <b>Edificaciones Temporales</b>	Construcciones provisionales.	Ver nota 2

(Fuente: RNE, E. 030)

- d) **Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)**: Los procesos de las estructuras, son clasificados de acuerdo a los materiales usados y el sistema de estructuración que resiste a los sismos, en todo el análisis, como se mostrará en la Tabla 5 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018, pág. 21)

Tabla 5  
Reducción Sísmica según el Sistema Estructural

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción $R_0$
Acero:	
<b>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</b>	8
<b>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</b>	7
<b>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</b>	6
<b>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</b>	8
<b>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</b>	6
<b>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</b>	8



Concreto Armado:	
<b>Pórticos</b>	8
<b>Dual</b>	7
<b>De muros estructurales</b>	6
<b>Muros de ductilidad limitada</b>	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(Fuente: RNE, E. 030)

- e) **Desplazamientos laterales relativos permisibles:** De acuerdo a SENCICO NPT-E030, (2014, pp. 27); el desplazamiento relativo máximo de entrepiso no excederá la fracción de la altura existente del entrepiso, donde, dichos límites se presentarán en la Tabla 6:

Tabla 6  
Límites par distorsión de entrepiso

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>(<math>\Delta i / h_{ei}</math>)</b>
<b>Concreto Armado</b>	0,007

Fuente: Sencico NPT-E030, (2014, pp. 27)

### 2.3. Definiciones de términos

- **Análisis Estructural:** Existen dos tipos de análisis, siendo estos: El análisis estático y el análisis dinámico modal espectral. El análisis se realiza teniendo en cuenta el modelo de comportamiento en sentido lineal y elástico, junto a la reducción de las sollicitaciones sísmicas.
- **Ductilidad:** Es la capacidad que tiene un elemento que posee para lograr deformarse sin disminuir su capacidad resistente, lo que quiere decir, que dicho elemento logra deformarse dentro del rango inelástico.
- **Diafragma rígido competente:** Es un factor que asegura la estructura y su integridad, para distribuir las fuerzas horizontales de manera proporcional a los elementos verticales.
- **Incremento de resistencia:** Vega, C. (2010, p.11) indica que, los muros de corte, pueden llegar a ser los muros de concreto vaciado in situ, los muros prefabricados y ciertos muros conformados por placas de acero añadidos con pórticos con muro o pórticos solos.

- **Incremento de ductilidad:** Vega, C. (2010, p.11) se refiere a que; para incrementar la ductilidad al reforzamiento se puede hacer uso de ciertos métodos, los cuales en el momento de vaciar los muros de corte, a estos se les puede agregar las placas de acero; para que durante el encamisado, se pueda aplicar mallas soldadas o el encamisado a base de placas de acero. Todos los elementos mencionados, deberán ser vaciados en el lugar de reforzamiento ya determinado o se podrán usar muros pre vaciados, para poder reforzar dichas vigas a través del encamisado a base de acero estructural para brindarle más ductilidad a la estructura.
- **Técnicas de reforzamiento estructural:** Existen distintos tipos de reforzamiento estructural, donde para aplicar uno o varios tipos de este se deberá tener en cuenta el diagnóstico de la estructura que haya sido efectuado por un profesional. Este proceso tendrá que ser capaz de brindar a la estructura la combinación más adecuada entre rigidez, resistencia y ductilidad, la cual deberá asegurar el mejor comportamiento posible ante los futuros movimientos sísmicos.
- **Simetría:** Es el proceso de localizar la cercanía entre el centro de masa y el centro de rigidez; adicionalmente, se deberá conservar la simetría en planta y elevación.
- **Sismo:** Vega, C. (2010, p.12) menciona que, el sismo se puede definir como el movimiento existente de vibraciones en el suelo o dentro de la corteza terrestre, el cual es producido por la energía mecánica que se emite de la capa superior de la corteza terrestre, dentro de la liberación de la deformación que se acumuló dentro de un volumen limitado. Por ejemplo, el pase de un trailer, tren podrán causar una vibración pequeña dentro de la superficie terrestre, donde este fenómeno puede ser relacionado como un temblor o un microsismo, al igual que una erupción volcánica puede ocasionar un macrosismo.
- **Resistencia:** Es la capacidad que posee un sistema de estructura, la cual permite que se pueda resistir cargas grandes, sin llegar al colapso en conjunto.
- **Rigidez:** Es la capacidad de oposición a ciertas deformaciones, las cuales pueden ser lineales o angulares. Su medida llega a ser la rigidez de la estructura, la cual deberá ser cuantificada para el control de las deformaciones excesivas, las cuales podrán ser ocasionadas por un sismo de alto grado.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento estructural y las derivas entre piso, y los periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.

### 2.4.2. Hipótesis específica

- Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento de las columnas y las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.
- Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento entre la cimentación y el sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.
- Un adecuado procesamiento de los resultados influye para determinar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las Variables

#### **Variable independiente (X)**

**Reforzamiento de los elementos estructurales:** Es el rendimiento de la estructura, el cual incluye ciertos daños causados a los componentes estructurales, durante la ocurrencia del sismo que fue considerado en el diseño, de tal modo que; haya un espacio antes de la ocurrencia de un colapso de la estructura parcial o total y pueden producirse lesiones, pero se espera que el riesgo general de lesiones fatales sea bajo (OPS, 1993). Los elementos, componentes, conexiones y sistema estructural, deben diseñarse según el criterio de restitución de la capacidad de resistencia. En los casos de refuerzo, deben ser diseñados según el resultado y el criterio que se haya establecido en el análisis estructural; adicionalmente, los

soportes temporales y los apuntalamientos, que se encuentran dañados o no, también deberán ser diseñados (OPS, 1993).

**Variable dependiente (Y)**

**Ampliación de una vivienda:** Resulta ser la extensión física de las viviendas de forma horizontal y vertical con el objetivo de incorporar nuevos recintos cerrados por parte de los habitantes, incrementando así su superficie original; estas se deben registrar respecto al porcentaje del área total y de las características de la viviendas (OPS, 1993).

**2.5.2. Definición operacional de la Variable**

$$Y = F(x)$$

**Variable independiente (X)**

**Reforzamiento de los elementos estructurales:** El software ETABS y SAFE proporcionara valores una vez que se definan los valores a modelar sobre las dimensiones de elemento estructural y cuantificar los desplazamientos laterales.

**Variable dependiente (Y)**

**Ampliación de una vivienda:** Dependerá de los parámetros de las normas E030 - E060 y los parámetros que establece el reglamento de edificaciones una vez que sea evaluado los elementos estructurales que serán reforzados.

**2.5.3. Operacionalización de variables**

Tabla 7  
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>1: Variable Independiente</b> <b>Reforzamiento de los elementos estructurales</b>	Los elementos estructurales componentes, sus conexiones y el sistema estructural en su conjunto deben ser diseñados de	El software ETABS y SAFE proporcionara valores una vez que se definan los valores a modelar sobre las dimensiones de elemento	Análisis Sísmico	Densidad de los muros Estabilidad de muros al volteo	Fluxómetro Esclerómetro Escala de Richter
			Refuerzo	Proceso constructivo Carga máxima Cargas adicionales	Reportes del software ETABS

	acuerdo con el criterio de restitución de capacidad resistente.	estructural y cuantificar los desplazamientos laterales	Apuntamiento	Cargas distribuidas Rigidez Resistencia	Reportes del software ETABS
			Análisis Sísmico	Densidad de los muros Estabilidad de muros al volteo	Fluxómetro Esclerómetro Escala de Richter
<b>1: Variable Dependiente</b>  <b>Ampliación de una vivienda</b>	Es la extensión física de las viviendas originales de manera horizontal y vertical a fin de incorporar nuevos recintos cerrados a la vivienda por parte del habitante, aumentando su superficie original, éstas son registradas en cuanto al porcentaje del total del área original de la vivienda y sus características.	Dependerá de los parámetros de las normas E030 - E060 y los parámetros que establece el reglamento de edificaciones una vez que sea evaluado los elementos estructurales que serán reforzados	Capacidad del suelo	Kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo de laboratorio
			Materiales de construcción	Ladrillo de arcilla Lebrillo Cemento Agregado	Esclerómetro
			Licencia de construcción	Resolución y autorización para los niveles	Tiene No tiene

Fuente de elaboración propia

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología de la investigación

#### 3.1. Método de investigación:

El método de investigación para esta investigación fue el método científico, el cual elimina ciertos procesos que manipulan la realidad, con el fin de imponer ciertos prejuicios (Ccanto Mallma & Ccanto Mallma, 2013).

#### 3.2. Tipo de investigación:

Se utilizó el tipo de investigación aplicada, porque se tiene como objetivo principal resolver problemas con el único fin de cambio (Cid Sandoval Méndez, 2007, pág. 83) .

#### 3.3. Nivel de la investigación:

Para esta investigación el nivel fue explicativo; debido a que, se llegó a asociar dos variables para la predicción de la variable dependiente a partir del comportamiento de la variable independiente (Hernández Fernández, 2007).

#### 3.4. Diseño de investigación:

Para esta investigación su diseño fue no experimental; ya que, no se manipuló con ciertas intenciones la variable independiente, la cual fue medida para lograr los objetivos de la investigación (Hernández Fernández, 2007).

#### 3.5. Población y muestra:

##### 3.5.1. Población:

Sampieri, (2014), indica que: una población es un grupo de los casos que llegan a concordar con ciertas especificaciones (pág. 65). Para esta tesis se determinó como población por todas las viviendas de construcción clandestinas de la provincia de Huancayo.

##### 3.5.2. Muestra:

La Muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, según carrasco (2005, p. 243) considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. Para esta presente

investigación la muestra fue la vivienda ubicada en la calle Miraflores número 512-A.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas:

Según (Carrasco Díaz., 2006, pág. 283), la observación directa, permite recopilar información objetiva acerca de los rasgos de las determinadas unidades de análisis, en este estudio, la observación realizada se hizo en el predio a reforzar los elementos de la estructura.

##### a) Observación directa:

Las técnicas de recolección están referidas a las distintas formas de obtener la información, la técnica que se utilizará en esta investigación será la observación directa, ya que, según (Licda. Mae. Quinteros, 2013), la técnica es el conjunto de procedimientos que dejan que el investigador se pueda fijar en la relación existente con el sujeto u objeto de la investigación que se viene realizando.

##### b) Análisis documentario:

En este proceso, se recurrió a investigaciones y/o artículos relacionados con el tema, con el fin de sustentar los conceptos existentes; adicionalmente, se hizo la revisión bibliográfica, la cual se usó para profundizar el conocimiento que se adquirió como investigador.

#### 3.6.2. Instrumentos:

De acuerdo a (Carrasco Díaz., 2006, pág. 313), la ficha de observación, es empleada para el registro de ciertos datos que son generados como el resultado del trato directo entre el observador o investigador y la realidad determinada. Para (Hernández Sampieri, 2014, pág. 102) el instrumento de medición, se aplica para registrar los datos que se pueden observar.

- Pruebas estandarizadas:

La utilización de las pruebas estandarizadas nos ayudó a poder determinar si los desplazamientos laterales están dentro de lo permitido por la norma E 030, con la ayuda de las normas técnicas.

- Ensayo de esclerómetro norma ASTM c 805. Esclerometría

- Ensayo de corte directo NTP 339.171 (ASTM d3080) ensayo directo
- Reglamento nacional de edificaciones decreto supremo N° 011-2006-vivienda.

### **3.7. Procesamiento de la información:**

Esta investigación tuvo una serie de procesos, para lograr el procesamiento de información, empezando con la recopilación de información de planos, datos de la capacidad portante y los resultados de ensayo de esclerometría.

### **3.8. Técnica y análisis de datos:**

Para la elaboración del análisis de la investigación, comenzó con la revisión bibliográfica, para la realización del marco teórico para elaborar la hipótesis, después se hizo la recolección de los datos como la capacidad portante y los resultado de la esclerometría con esto se obtuvieron datos parametrizados en tablas, donde se utilizó el software Microsoft Excel, y constatar con el software de diseño el AUTOCAD, para pasar al software de modelación ETABS y responde a la hipótesis para proceder a describir eh interpretar cada uno de los resultados.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Generalidades**

##### **4.1.1. Características de la estructura actual:**

La estructura corresponde a una vivienda multifamiliar con una altura de 8.10m dividido en 3 niveles de 2.70m cada uno. Los dos primeros niveles cuentan con 12 columnas de 25x25cm, 8 vigas principales de 25x40cm, 9 vigas de amarre de 25x20cm, 8 vigas chatas de 25x20cm, 6 vigas en voladizo de 15x20cm, una losa aligerada de 20cm de altura y una caja de escalera. La azotea cuenta con 4 columnas de 25x25cm, 2 vigas principales de 25x40cm, 2 vigas de amarre de 25x20cm, 2 vigas chatas de 25x20cm, una viga de voladizo de 15x20cm y una losa aligerada de 20cm de altura.

##### **4.1.2. Características de la estructura ampliada:**

A los descritos anteriormente se sumarán 2 niveles con las mismas características del segundo nivel tanto en planta como en elevación.

##### **4.1.3. Normas de diseño:**

Se consideró como código básico para el diseño de la estructura, el Reglamento Nacional de Edificaciones con las siguientes normas técnicas:

- Norma Técnica de Edificaciones E.020 “Cargas”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.30” Diseño Sismorresistente”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.50” Suelos y Cimentaciones”
- Norma Técnica de Edificaciones E.060 “Concreto Armado”

#### **4.2. Propiedades de los materiales**

##### **4.2.1. Concreto:**

- Resistencia a la compresión ( $F'c$ ): 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 217370.65 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico ( $\gamma_c$ ): 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson: 0.20

#### 4.2.2. Acero de refuerzo:

- Límite de fluencia ( $F_y$ ): 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad ( $E$ ): 2100000 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico ( $\gamma_y$ ): 78450 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson: 0.30

#### 4.3. Cargas verticales:

##### 4.3.1. Carga muerta en pisos típicos:

- Losa aligerada: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Acabados: 100 kg/m<sup>2</sup>
- Tabiquería: 100 kg/m<sup>2</sup>

##### 4.3.2. Carga viva en pisos típicos:

- Viviendas: 200 kg/m<sup>2</sup>
- Corredores y escaleras: 200 kg/m<sup>2</sup>

##### 4.3.3. Carga muerta en azotea:

- Losa aligerada: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Acabados: 50 kg/m<sup>2</sup>
- Parapeto: 200 kg/m

##### 4.3.4. Carga viva en azotea:

- Viviendas: 100 kg/m<sup>2</sup>

#### 4.4. Combinaciones de cargas:

La verificación de la capacidad de los elementos de concreto armado se basó en un procedimiento de cargas amplificadas, conforme a la NTE E.060, las cuales se muestra a continuación:

- U.1.: 1.4.C.M. + 1.7.C.V.
- U.2.: 1.25.C.M. + 1.25.C.V. ± 1.S.X.
- U.3.: 1.25.C.M. + 1.25.C.V. ± 1.S.Y.
- U.4.: 0.90.C.M. ± 1.S.X.
- U.5.: 0.90.C.M. ± 1.S.Y.
- E.N.V.O.L.V.E.N.T.E: U.1. + U.2. + U.3. + U.4. + U.5.

#### 4.5. Análisis sísmico:

Las estructuras no presentan las irregularidades tanto en planta como en elevación; pero se encuentra ubicado en la zona 3 de la zonificación determinada, de igual forma, no se tiene registros de aceleraciones del terreno, por tanto, se analizará dinámicamente el modal espectral.

##### 4.5.1. Parámetros de diseño sísmicos:

Se determina los parámetros de diseño según la norma E.030 vigente los cuales se muestran a continuación:

Tabla 8  
Parámetros Sísmicos

DESCRIPCIÓN	TIPO	VALOR
Factor de zona (Z)	Zona 3	0.35
Factor de uso (U)	C	1.00
Factor de suelo (S)	Intermedio	1.15
Periodo de zona (TL)		2.00
Periodo de Plataforma (TP)		0.60
Factor de reducción (R)	Pórtico	8.00
Factor de Irregularidad (Ia)		1.00
Factor de Irregularidad (Ip)		1.00

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.5.2. Espectros de respuestas:

Los Espectros-Pseudos fueron creados para las direcciones; ya que, el sistema estructural corresponde a pórticos en los ambos ejes.

Tabla 9  
Tabla Periodo vs Aceleración

T	C	Sax-x	Say-y
0.020	2.50	0.126	0.126
0.040	2.50	0.126	0.126
0.060	2.50	0.126	0.126
0.080	2.50	0.126	0.126
0.100	2.50	0.126	0.126
0.120	2.50	0.126	0.126
0.140	2.50	0.126	0.126
0.160	2.50	0.126	0.126
0.180	2.50	0.126	0.126

<b>0.200</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.250</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.300</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.350</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.400</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.450</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.500</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.550</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.600</b>	2.50	0.126	0.126
<b>0.650</b>	2.31	0.116	0.116
<b>0.700</b>	2.14	0.108	0.108
<b>0.750</b>	2.00	0.101	0.101
<b>0.800</b>	1.88	0.094	0.094
<b>0.850</b>	1.76	0.089	0.089
<b>0.900</b>	1.67	0.084	0.084
<b>0.950</b>	1.58	0.079	0.079
<b>1.000</b>	1.50	0.075	0.075
<b>1.100</b>	1.36	0.069	0.069
<b>1.200</b>	1.25	0.063	0.063
<b>1.300</b>	1.15	0.058	0.058
<b>1.400</b>	1.07	0.054	0.054
<b>1.500</b>	1.00	0.050	0.050
<b>1.600</b>	0.94	0.047	0.047
<b>1.700</b>	0.88	0.044	0.044
<b>1.800</b>	0.83	0.042	0.042
<b>1.900</b>	0.79	0.040	0.040
<b>2.000</b>	0.75	0.038	0.038
<b>2.250</b>	0.59	0.030	0.030
<b>2.500</b>	0.48	0.024	0.024
<b>2.750</b>	0.40	0.020	0.020
<b>3.000</b>	0.33	0.017	0.017
<b>4.000</b>	0.19	0.009	0.009
<b>5.000</b>	0.12	0.006	0.006
<b>6.000</b>	0.08	0.004	0.004
<b>7.000</b>	0.06	0.003	0.003
<b>8.000</b>	0.05	0.002	0.002
<b>9.000</b>	0.04	0.002	0.002
<b>10.000</b>	0.03	0.002	0.002

Fuente: Elaboración propia.

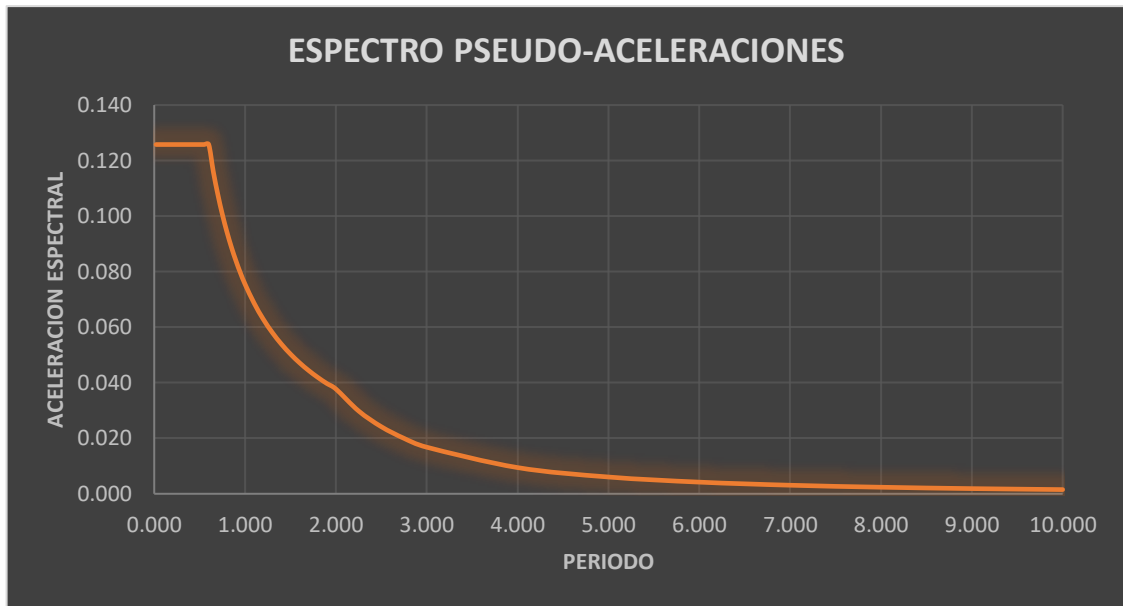


Figura 11 Espectros Pseudos-Aceleraciones  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. Modelamiento de la estructura ampliada no reforzada:

Modelamiento de la estructura ampliada no reforzada en el programa ETABS V.9.7.4, en primer lugar, se modelará la estructura ampliada con las dimensiones de las columnas y vigas actuales, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 10  
Elementos estructurales actuales

Descripción	Símbolo	Dimensiones
Columna	C1	0.25x0.25
Viga principal	VP	0.25x0.40
Viga secundaria	VS	0.25x0.20
Viga chata	VCH	0.25x0.20
Viga voladiza	VB	0.15x0.20

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se analizará para la determinación de si cumple con los requerimientos mínimos, para que el diseño de las estructuras tenga un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en 1.3. De la norma E.030 del RNE. En caso la estructura no cumpla con los requisitos señalados, se va a proponer y modular un reforzamiento para los elementos estructurales.

El modelamiento se realizó en Tn-m como unidades básicas.

#### 4.6.1. Definición de materiales:

Material Property Data	
Material Name	CONCRETO
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Type of Design	Concrete
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.2446
Weight per unit Volume	2.4
Modulus of Elasticity	2173706.51
Poisson's Ratio	0.15
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	945089.79
Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Specified Conc Comp Strength, f'c	2100
Bending Reinf. Yield Stress, fy	42000
Shear Reinf. Yield Stress, fys	42000
Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>
Shear Strength Reduc. Factor	
Display Color	Cyan
OK	Cancel

Figura 12 Definiendo los concretos  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$   
Fuente: Elaboración propia.

Material Property Data	
Material Name	ACERO
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Type of Design	Steel
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.7997
Weight per unit Volume	7.845
Modulus of Elasticity	2100000
Poisson's Ratio	0.3
Coeff of Thermal Expansion	1.170E-05
Shear Modulus	807692.31
Design Property Data	
Minimum Yield Stress, Fy	42000
Minimum Tensile Strength, Fu	42000
Cost per Unit Weight	42000
Display Color	Green
OK	Cancel

Figura 13 Definiendo los aceros  $Fy= 4200\text{kg/cm}^2$   
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2. Definiciones de elementos estructurales:

- a. **Columnas:** Las columnas de la investigación son de 25x25cm, por tal razón, serán señaladas como C1.

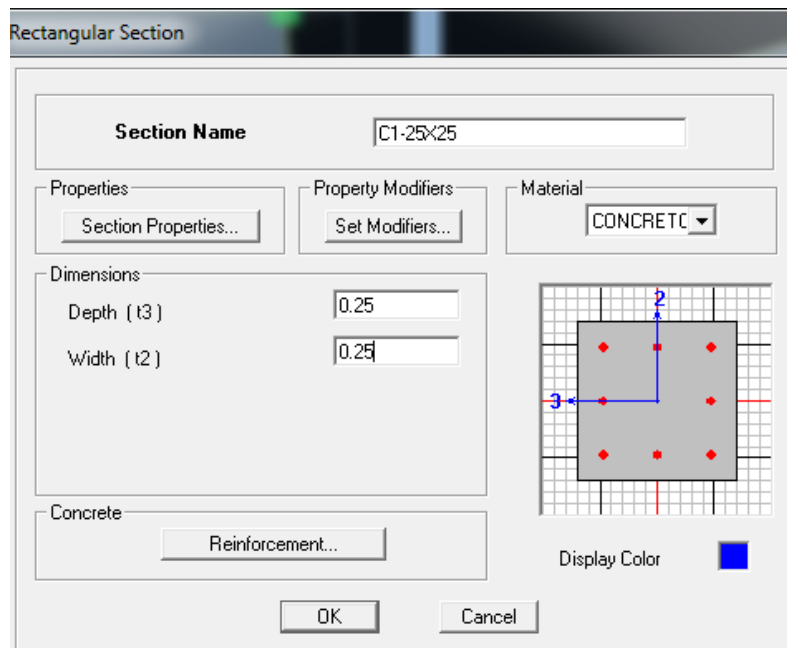


Figura 14 Definiendo las columnas C.1.  
Fuente: Elaboración propia.

**b. Viga principal:** Tienen medidas de 25x40cm y se señalarán como VP.

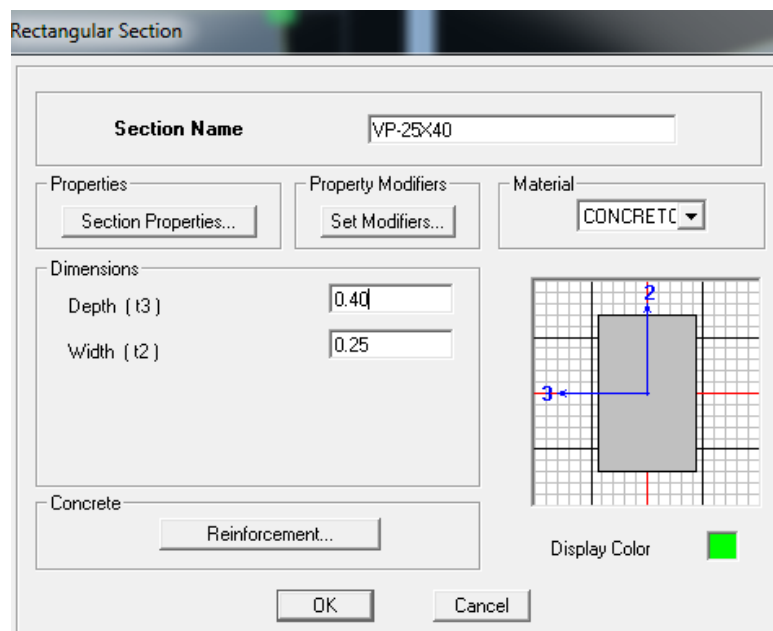


Figura 15 Definiendo la vigas principales V.P.  
Fuente: Elaboración propia.

**c. Viga de amarre:** Tienen medidas de 25x20cm y serán señaladas con VS.

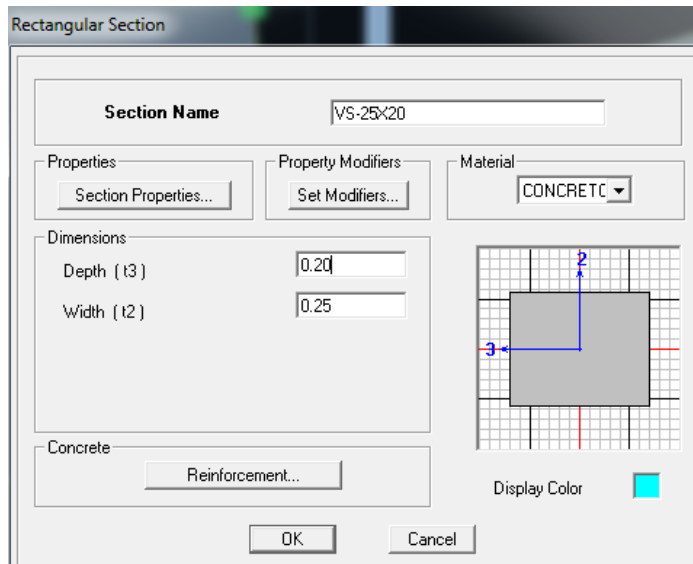


Figura 16 Definiendo la vigas de amarres  
Fuente: Elaboración propia.

- d. Viga chata:** Estas, tienen las medidas de 25x20cm y será simbolizadas por V.C.H.

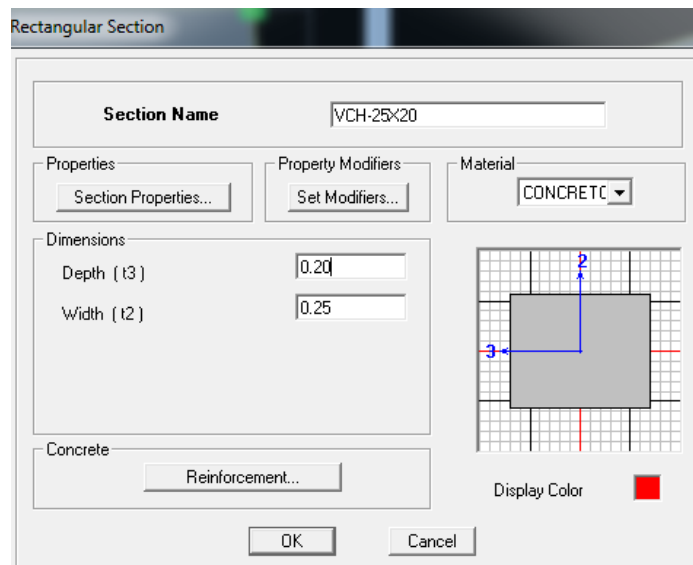


Figura 17 Definición de vigas chatas  
Fuente: Elaboración propia.

- e. Viga de voladizo:** Son de 15x20cm y se les identificará por VB.



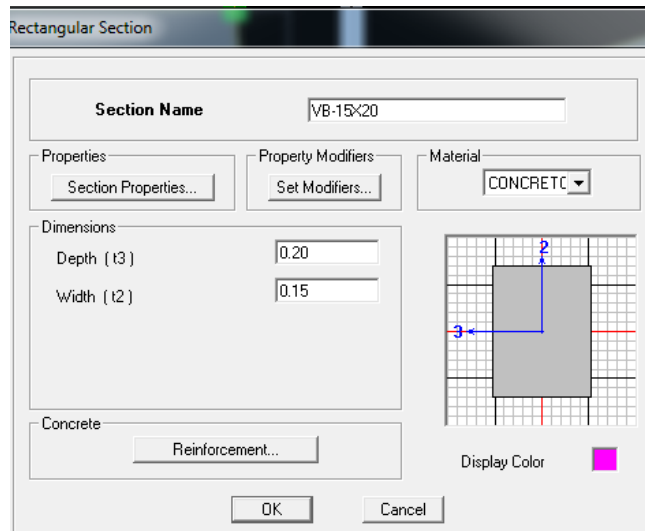


Figura 18 Definición de vigas en voladizos  
Fuente: Elaboración propia.

- f. **Losa aligeradas:** Se creó un aligerado con 0.001m de altura; debido a que, se le asignara las cargas correspondientes.

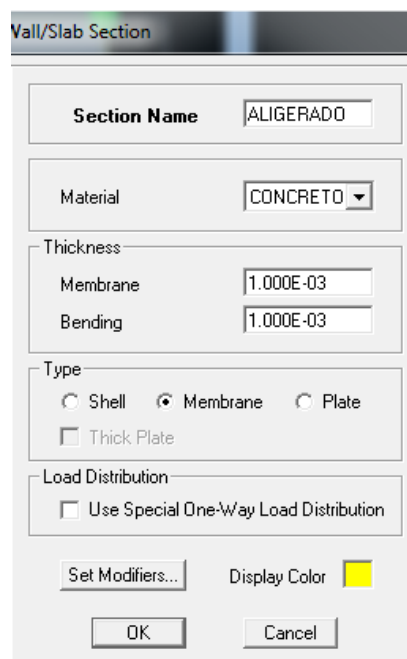


Figura 19 Definiciones de losa aligeradas  
Fuente: Elaboración propia.

- g. **Losa de escalera:** Así mismo de la manera que en ítem anterior, elaboramos unas losas de escaleras de 0.001m de altura, a las cuales se les asignará las cargas más adelante.

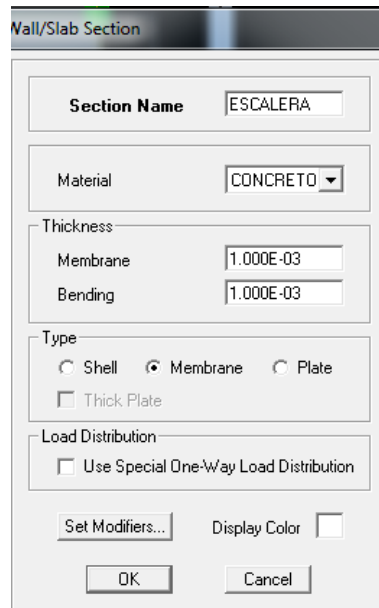


Figura 20 Definición de losa de escalera  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.3. Definiendo los casos de carga:

Las simbologías estarán definidas por:

- a. **Muerta:** Estas simbologías abarcaran al peso de los elementos que son parte de la estructura.
- b. **Viva:** Estas simbologías abarcaran a las cargas vivas en los pisos típicos.
- c. **C.M.:** Estas simbologías abarcaran al peso de los elementos no estructurales.
- d. **Vivaup:** Estas simbologías abarcaran a las cargas vivas en la azotea.

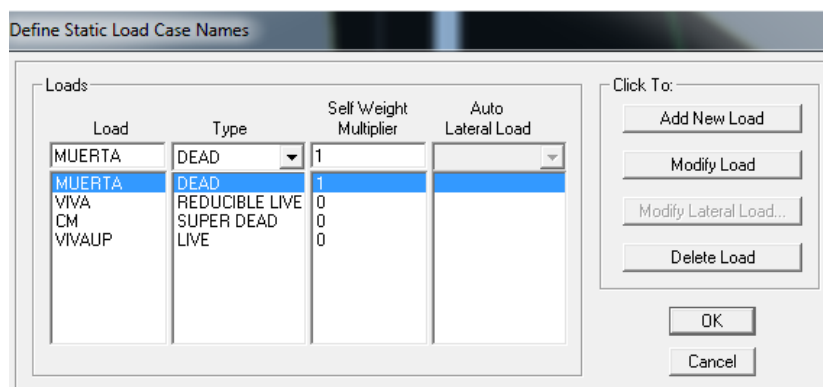


Figura 21 Definiciones de casos de carga  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.4. Definiciones de masas:

Las edificaciones pertenecen a la categoría C de la norma E.0.3.0. del reglamento nacional de edificaciones, por tanto, se considerará el 25% de la carga viva y el 100% de la carga muerta.

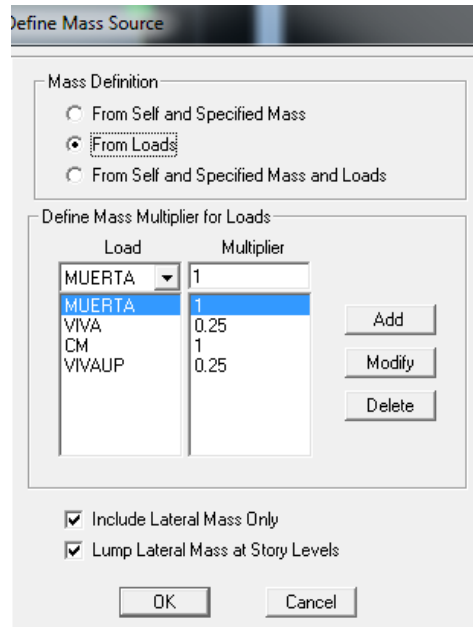


Figura 22 Definiciones de las masas  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.5. Asignación de brazo rígido:

Se demanda una estructura que tenga la capacidad de volver a su estado original, después de haber sido sometido a una deformación, a lo cual, el factor de rigidez = 1.

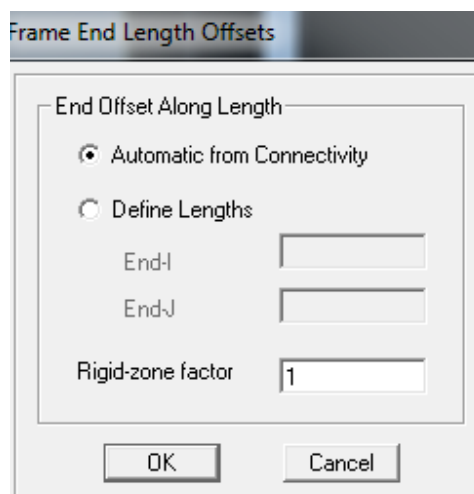


Figura 23 Definiciones de brazos rígidos  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.6. Asignación de diafragma rígido:

Se elaboró un diafragma rígido por piso.

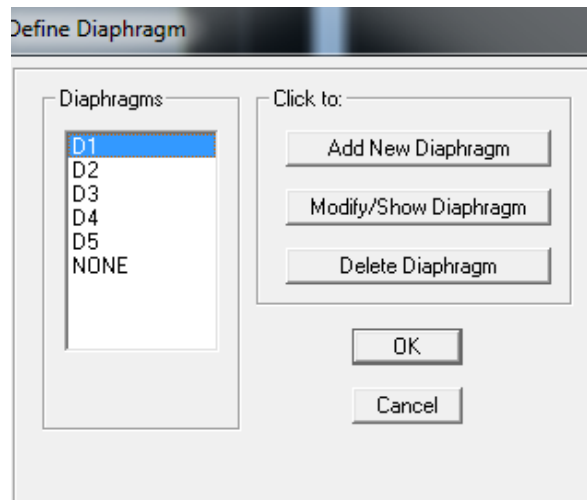


Figura 24 Asignaciones de diafragmas rígidos para cada pisos  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.7. Definición de espectro de respuesta:

Se creó un solo espectro Pseudo-Aceleraciones, porque el tipo de sistema estructural de ambas direcciones corresponde a los pórticos.

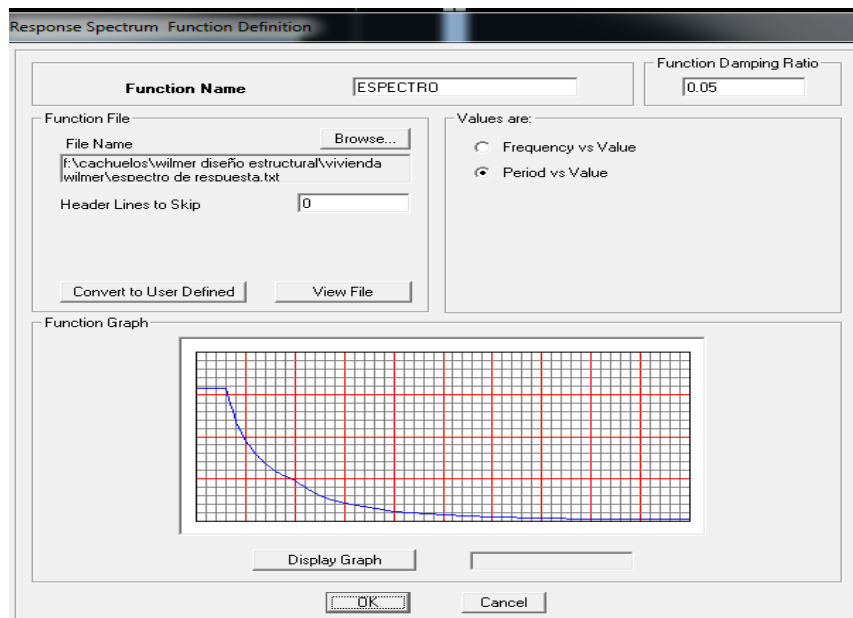


Figura 25 Espectros de respuesta en el programa E.T.A.B.S.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.8. Definición de carga sísmica:

Se estableció dos tipos de carga sísmica, DINXX que corresponde al eje X – X y DINYY correspondiente al eje Y – Y.

The screenshot shows the 'Response Spectrum Case Data' dialog box for case 'DINXX'. The 'Spectrum Case Name' is 'DINXX'. Under 'Structural and Function Damping', the 'Damping' is set to 0.05. In the 'Modal Combination' section, 'CQC' is selected. The 'Directional Combination' section has 'SRSS' selected. The 'Input Response Spectra' table is as follows:

Direction	Function	Scale Factor
U1	ESPECTRC	9.81
U2		
UZ	ESPECTRC	6.54

The 'Excitation angle' is 0. The 'Eccentricity' section has 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' set to 0.05 and an 'Override Diaph. Eccen.' button.

Figura 26 Definiciones de cargas sísmicas en el eje X - X

Fuente: Elaboración propia.

The screenshot shows the 'Response Spectrum Case Data' dialog box for case 'DINYY'. The 'Spectrum Case Name' is 'DINYY'. Under 'Structural and Function Damping', the 'Damping' is set to 0.05. In the 'Modal Combination' section, 'CQC' is selected. The 'Directional Combination' section has 'SRSS' selected. The 'Input Response Spectra' table is as follows:

Direction	Function	Scale Factor
U1		
U2	ESPECTRC	9.81
UZ	ESPECTRC	6.54

The 'Excitation angle' is 0. The 'Eccentricity' section has 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' set to 0.05 and an 'Override Diaph. Eccen.' button.

Figura 27 Definiciones de cargas sísmicas en el eje Y - Y

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.9. Definición de modos de vibración:

La edificación posee 5 niveles y se consideró 3 modos por nivel, haciendo un total de 15 modos de vibración.

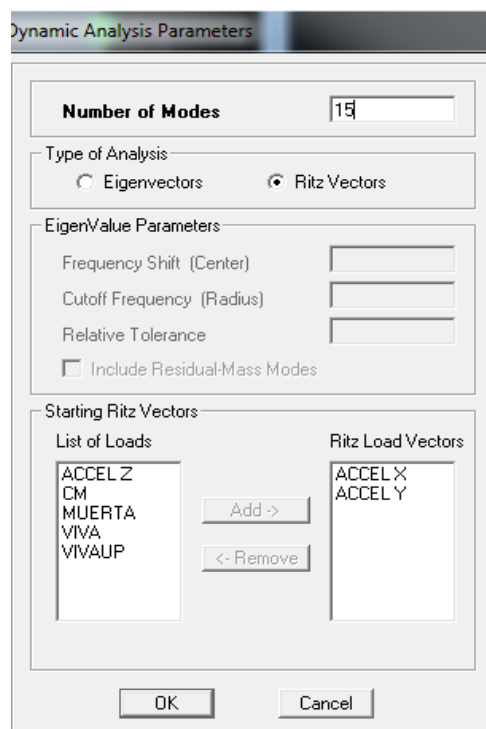


Figura 28 Definiciones de modos de vibraciones  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7. Resultados con la estructura ampliada no reforzada:

##### 4.7.1. Desplazamientos laterales:

Los desplazamientos laterales para edificaciones, se determinan por un factor del 0.75R a los resultados obtenidos en el análisis lineal, los cuales no deben ser mayores a 0.007 para estructuras de concreto armado. Donde dichos resultados se mostrarán en la Tabla 11 :

Tabla 11  
Desplazamientos laterales en el eje X – X

STORY	UX CM	Desplazamientos elásticos	Altura de pisos	Desplazamientos inelásticos	Comprobación con la norma
STORY5	3.1180	18.708	270	0.0088	NO CUMPLE
STORY4	2.7239	16.343	270	0.0104	NO CUMPLE
STORY3	2.2566	13.540	270	0.0163	NO CUMPLE
STORY2	1.5239	9.143	270	0.0199	NO CUMPLE
STORY1	0.6275	3.765	270	0.0139	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12  
Desplazamientos laterales en el eje Y – Y

Story	UY cm	desplazamientos elásticos	altura de pisos	desplazamientos inelásticos	comprobación con la norma
STORY5	1.8486	11.092	270	0.0022	OK
STORY4	1.7476	10.486	270	0.0054	OK
STORY3	1.5035	9.021	270	0.0096	NO CUMPLE
STORY2	1.0723	6.434	270	0.0126	NO CUMPLE
STORY1	0.5068	3.041	270	0.0113	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 11 y 12, los desplazamientos laterales exceden el máximo admisible de 0.007; determinando así que la estructura es flexible y está en riesgo de colapsar ante un fenómeno sísmico. A lo cual, se deberá reforzar ciertos elementos de la estructura, para lograr la rigidez óptima de dicha estructura.

#### 4.8. Propuesta de reforzamiento:

Con el objetivo de rigidizar la estructura, en la Tabla 13 se propondrá las dimensiones para los elementos estructurales; siendo estas:

Tabla 13  
Propuesta de elementos estructurales

Descripción	Símbolo	Dimensiones
<b>Columna</b>	C1	0.35x0.35
<b>Columna</b>	C2	0.35x0.35
<b>Columna</b>	C3	0.35x0.35
<b>Viga principal</b>	VP	0.25x0.40
<b>Viga secundaria</b>	VS	0.25x0.20
<b>Viga chata</b>	VCH	0.25x0.20
<b>Viga voladiza</b>	VB	0.15x0.20

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9. Modelamiento de la estructura ampliada reforzada:

##### 4.9.1. Definición de elementos estructurales:

- a. **Columnas C.1., C.2. y C.3.:** Las columnas son de 35x35cm, las cuales se identificarán con C.1., a las columnas principales, C.2., a las columnas laterales y C.3. a las columnas esquineras.

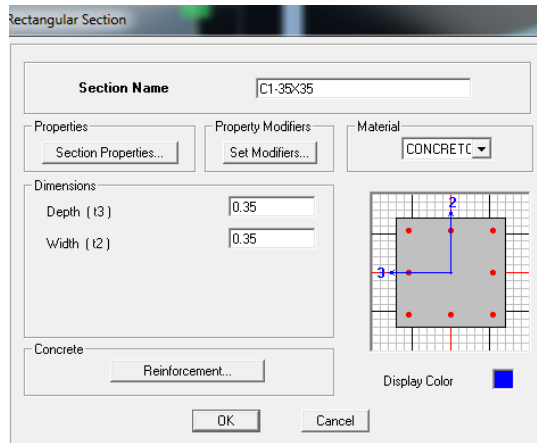


Figura 29 Columnas C.1. reforzada  
Fuente: Elaboración propia.

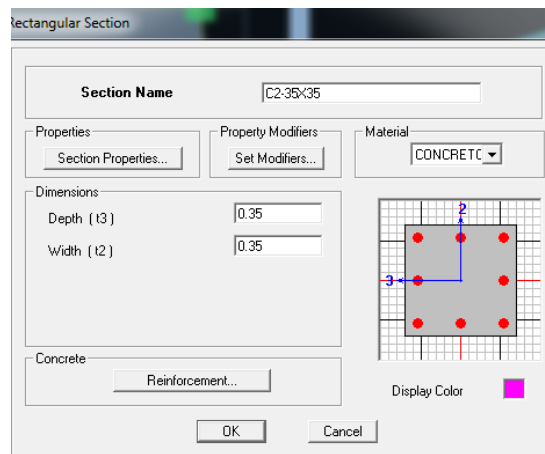


Figura 30 Columnas C.2. reforzada  
Fuente: Elaboración propia.

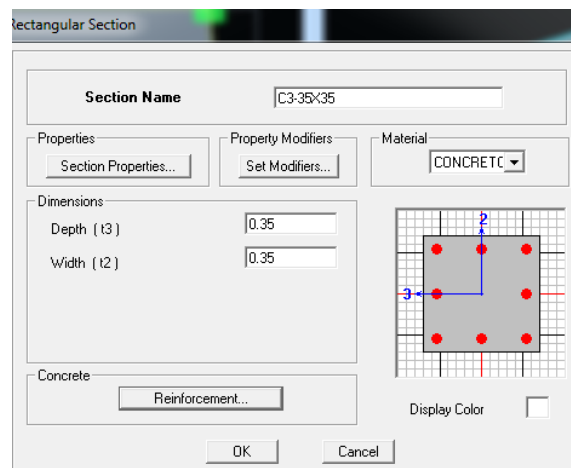


Figura 31 Columna C.3. reforzada  
Fuente: Elaboración propia.



- b. **Viga principal VP:** Las vigas principales seguirán poseyendo las mismas dimensiones.

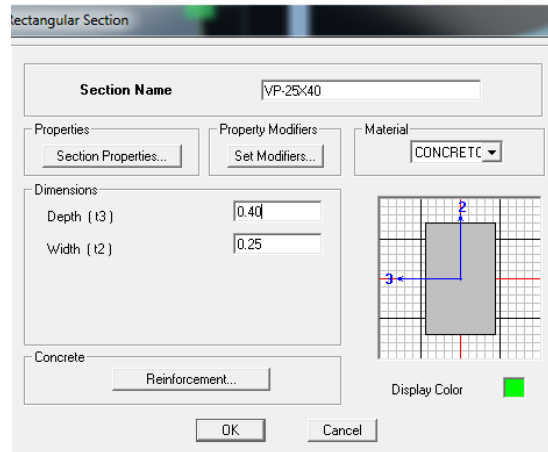


Figura 32 Vigas principales actual  
Fuente: Elaboración propia.

- c. **Viga secundaria VS:** Estas vigas continuas teniéndose las mismas dimensiones.

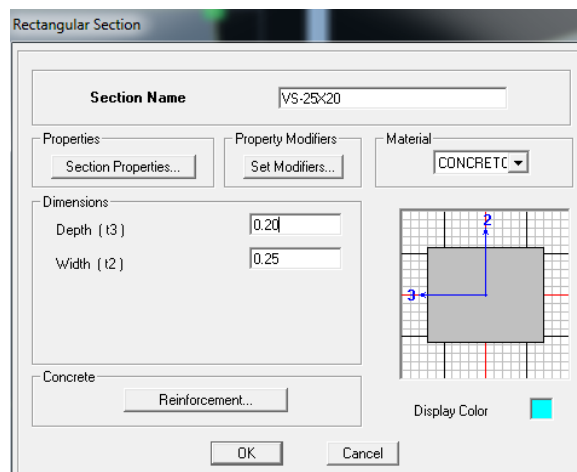


Figura 33 Vigas secundarias actuales  
Fuente: Elaboración propia.

- d. **Viga chata VCH:** Se mantienen con las mismas medidas.

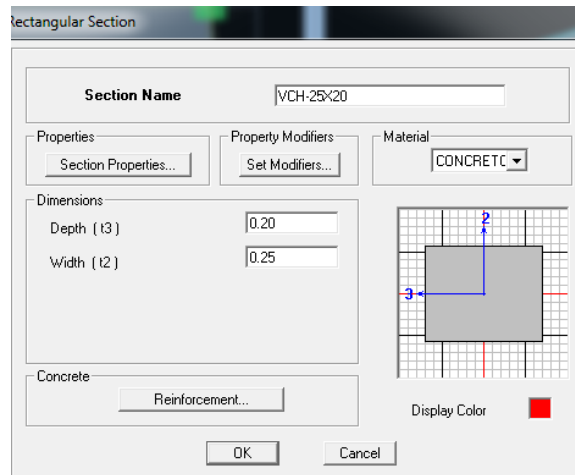


Figura 34 Vigas chatas actuales  
Fuente: Elaboración propia.

- e. **Viga voladiza:** Se mantienen con las mismas medidas.

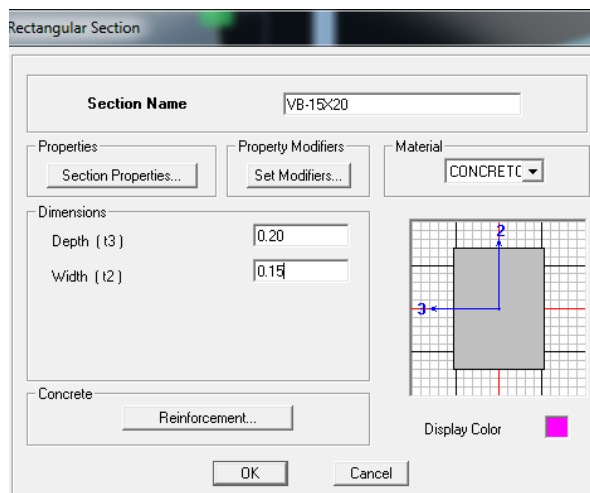


Figura 35 Vigas de voladizos actuales  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10. Resultados de la estructura ampliada reforzada:

##### 4.10.1. Peso del edificio:

Este dato fue obtenido directamente del programa ETABS, el cual nos servirá más adelante para calcular la cortante estática.

Tabla 14  
Peso Del Edificio

STORY	DIAPHRAGM	Mass X	Mass Y
		tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m
Story5	D5	8.8229	8.8229
Story4	D4	8.8229	8.8229
Story3	D3	8.8229	8.8229

<b>Story2</b>	D2	7.6357	7.6357
<b>Story1</b>	D1	0.8309	0.8309
P.E.S.O. D.E.L. E.D.I.F.I.C.I.O. (Tn)		<b>342.72</b>	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2. Periodo fundamental de vibración:

Como se pueden observar en la tabla 15, el periodo en el eje X – X es de 0.496 seg y en el eje Y – Y es de 0.540 seg.

Tabla 15  
Periodo fundamental de vibración

Case	Mode	Period	UX	UY
		sec		
Modal	1	0.54	0.065	83.907
Modal	2	0.496	67.136	0.042
Modal	3	0.454	17.624	0.026
Modal	4	0.171	0.007	10.636
Modal	5	0.159	8.631	0.005
Modal	6	0.145	1.733	0.002
Modal	7	0.098	0	3.409
Modal	8	0.092	2.943	0
Modal	9	0.083	0.342	0
Modal	10	0.076	0	1.128
Modal	11	0.074	0.275	0.003
Modal	12	0.071	0.51	0
Modal	13	0.061	0.001	0.838
Modal	14	0.06	0.725	0.001
Modal	15	0.057	0.01	0.002
<b>P.E.R.I.O.D.O. EN "X"</b>		<b>0.496</b>		
<b>P.E.R.I.O.D.O. EN "Y"</b>		<b>0.54</b>		

Fuente: Elaboración propia.

El periodo fundamental de vibración nos ayudara a determinar el coeficiente C, según la Figura siguiente.

En nuestro caso tenemos un periodo de plataforma (Tp) igual a 0.60 y este valor es mayor a los periodos de ambas direcciones por lo tanto C será igual a 2.50.

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

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

Figura 36 Valores del coeficiente C  
Fuente: Norma E.030 del RNE.

#### 4.10.3 Desplazamiento lateral:

Como se mencionó en la parte anterior, el desplazamiento máximo para las estructuras de concreto armado es 0.007.

Tabla 16  
Desplazamientos laterales en el Eje X – X

Story	UX	Desplazamientos elásticos	Altura de pisos	Desplazamientos inelásticos	Comprobación
	cm				
<b>STORY5</b>	1.066	6.397	270	0.004	<b>OK</b>
<b>STORY4</b>	0.884	5.305	270	0.0031	<b>OK</b>
<b>STORY3</b>	0.743	4.459	270	0.0051	<b>OK</b>
<b>STORY2</b>	0.515	3.089	270	0.0064	<b>OK</b>
<b>STORY1</b>	0.226	1.354	270	0.005	<b>OK</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17  
Desplazamientos laterales en el Eje Y - Y

Story	UY	Desplazamientos elásticos	Altura de pisos	Desplazamientos inelásticos	Comprobación
	cm				
<b>STORY5</b>	1.248	7.489	270	0.002	<b>OK</b>
<b>STORY4</b>	1.159	6.955	270	0.0064	<b>OK</b>
<b>STORY3</b>	0.873	5.238	270	0.0068	<b>OK</b>
<b>STORY2</b>	0.565	3.389	270	0.0063	<b>OK</b>
<b>STORY1</b>	0.282	1.691	270	0.0063	<b>OK</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 16 y 17, los desplazamientos inelásticos equivalen a valores menor a 0.007, por lo cual, la estructura es

rígida y tendrá un comportamiento sísmico acorde al numeral 1.3. de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### 4.10.3. Cortante basal:

Para estructuras regulares se aplica el 80% del cortante estático, el cual debe ser menor que el cortante dinámico del primer piso.

Para calcular el cortante estático hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$VS = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Vs: Cortante estático.

P: Peso del edificio.

Con la aplicación de la ecuación (1) y los datos de las tablas n° 18 y n° 19 obtenemos una cortante estática igual a 43.11Tn, este resultado al ser multiplicado por 0.80 nos brinda un cortante estático reducido igual a 34.49Tn.

#### A. Cortante basal dinámica en el eje X – X:

Tabla 18  
Cortante dinámico en el Eje X – X

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX
			TONF	TONF
Story5	DINXX Max	Bottom	0	1.84
Story4	DINXX Max	Bottom	0	14.73
Story3	DINXX Max	Bottom	0	26.51
Story2	DINXX Max	Bottom	0	34.78
Story1	DINXX Max	Bottom	0	38.79

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en tabla 18, la cortante basal dinámica en el primer piso es de 38.79Tn, el cual es mayor que el cortante estático reducido, a lo cual, se pasará al diseño.

## B. Cortante basal dinámica en el eje Y – Y:

Tabla 19  
Cortante dinámico en el Eje Y – Y

Story	Load Case/Combo	LOCATION	P	VY
			TONF	TONF
Story5	DINY Y Max	Bottom	0	1.74
Story4	DINY Y Max	Bottom	0	14.02
Story3	DINY Y Max	Bottom	0	25.2
Story2	DINY Y Max	Bottom	0	32.96
Story1	DINY Y Max	Bottom	0	36.61

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior observamos una cortante basal dinámica en el primer piso de 36.61Tn el cual es mayor a la cortante estática reducida, por lo tanto, pasamos a diseño.

### 4.11. Diseño de la estructura ampliada reforzada:

Como se mencionó anteriormente las columnas de la estructura existente son de 25x25cm y actualmente cuentan con su área de acero respectivo. Por lo tanto, el diseño de la estructura reforzada consistirá en el aumento del área del acero disponible, hasta lograr el área de acero requerido para cada columna .

#### 4.11.1. Columna C1:

Las columnas C1 poseen un área de acero de 7.62cm<sup>2</sup>, fraccionados en 6 varillas de ½”, de acuerdo a la recomendación de la norma E.060, donde el área mínima de acero debería ser el 1% de la sección transversal de la columna, por tanto, para una columna de 35x35cm el área del acero mínimo será 12.35cm<sup>2</sup>.

Para el reforzamiento de la columna se estableció que se deberá aumentar 4 varillas de 5/8” que suman un área de 7.92cm<sup>2</sup>, quedando de la siguiente manera:

$$4 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' + 6 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Con el refuerzo propuesto, se verificará su resistencia mediante el programa E.T.A.B.S., en donde se deberán seguir los siguientes pasos:

- En el siguiente cuadro se observa las cargas de la columna C1 (carga axial, momento en el eje X – X y momento en el eje Y – Y respectivamente).

Tabla 20  
Cargas de la columna C1

STORY	PIER	LOAD CASE/COMBO	P	M2	M3
P.I.S.O.1.	C.1.0.	CARGA.MUERTA	41.82	-0.37	0.22
P.I.S.O.1.	C.1.0.	CARGA-VIVA	10.54	-0.16	0.08
P.I.S.O.1.	C.1.0.	D.I.N.X.X.	6.15	0.68	5.37
P.I.S.O.1.	C.1.0.	D.I.N.Y.Y.	3.31	5.58	0.19

Fuente: Elaboración propia.

- Como siguiente paso se realiza las combinaciones de cargas utilizando los datos de la columna anterior para un sismo en el eje X – X y el eje Y – Y, los resultados se observan en la siguiente tabla:

Tabla 21  
Combinación de cargas de la columna C1

COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	76.55	-0.68	0.51
<b>SISMO EN X - X</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	71.69	0.06	5.79
	1.25(CM+CV)-SISXX	59.33	-1.21	-4.93
	0.9CM+SISXX	43.83	0.34	5.58
	0.9CM-SISXX	31.47	-0.93	-5.13
<b>SISMO EN Y - Y</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	68.9	4.98	0.62
	1.25(CM+CV)-SISYY	62.12	-6.12	0.25
	0.9CM+SISYY	41.04	5.25	0.41
	0.9CM-SISYY	34.26	-5.85	0.04

Fuente: Elaboración propia.

- Ahora se calcularán las cargas para el sismo negativo de ambos ejes, para lo cual, se usarán los datos de la tabla 23 con el signo opuesto, logrando así los resultados que se mostrarán en la Tabla 22.

Tabla 22  
Cargas para sismo en el eje X – X para columna C1

<b>SISMO EN X - X</b>				
<b>COMBINACIONES</b>	<b>COMBOS</b>	<b>P</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	1.4C.M.+1.7C.V.	76.55	-0.68	0.51
<b>SISMO POSITIVO</b>	1.25(C.M.+C.V.)+SISXX	71.69	0.06	5.79
	1.25(C.M.+C.V.)-SISXX	59.33	-1.21	-4.93
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	43.83	0.34	5.58
	0.9CM-SISXX	31.47	-0.93	-5.13
<b>SISMO NEGATIVO</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	71.69	-0.06	-5.79
	1.25(CM+CV)-SISXX	59.33	1.21	4.93
	0.9CM+SISXX	43.83	-0.34	-5.58
	0.9CM-SISXX	31.47	0.93	5.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23  
Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C1

<b>SISMO EN Y - Y</b>				
<b>COMBINACIONES</b>	<b>COMBOS</b>	<b>P</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	1.4CM+1.7CV	76.55	-0.68	0.51
<b>SISMO POSITIVO</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	68.9	4.98	0.62
	1.25(CM+CV)-SISYY	62.12	-6.12	0.25
	0.9CM+SISYY	41.04	5.25	0.41
	0.9CM-SISYY	34.26	-5.85	0.04
<b>SISMO NEGATIVO</b>	1.25(C.M.+C.V.)+S.I.S.Y.Y	68.9	-4.98	-0.62
	1.25(CM+CV)-S.I.S.Y.Y.	62.12	6.12	-0.25
	0.9.C.M.+S.I.S.Y.Y.	41.04	-5.25	-0.41
	0.9.C.M.-S.I.S.Y.Y.	34.26	5.85	-0.04

Fuente: Elaboración propia.

- Para finalizar, se diseña el diagrama de interacción en el programa ya mencionado, para la columna C1 con el área de acero planteado, cuyo resultado se mostrará en la figura 37:



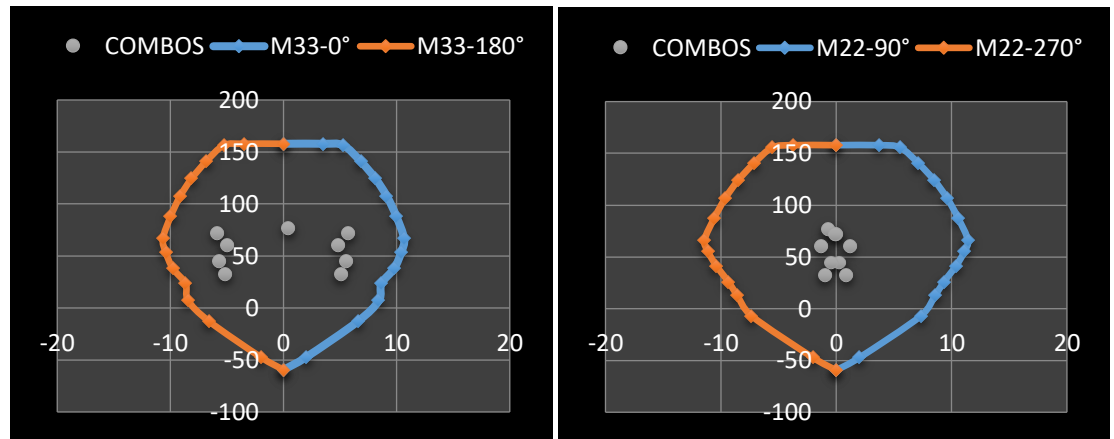


Figura 37 Diagramas de interacciones para sismos en el eje X – X de columna C1  
Fuente: Elaboración propia.

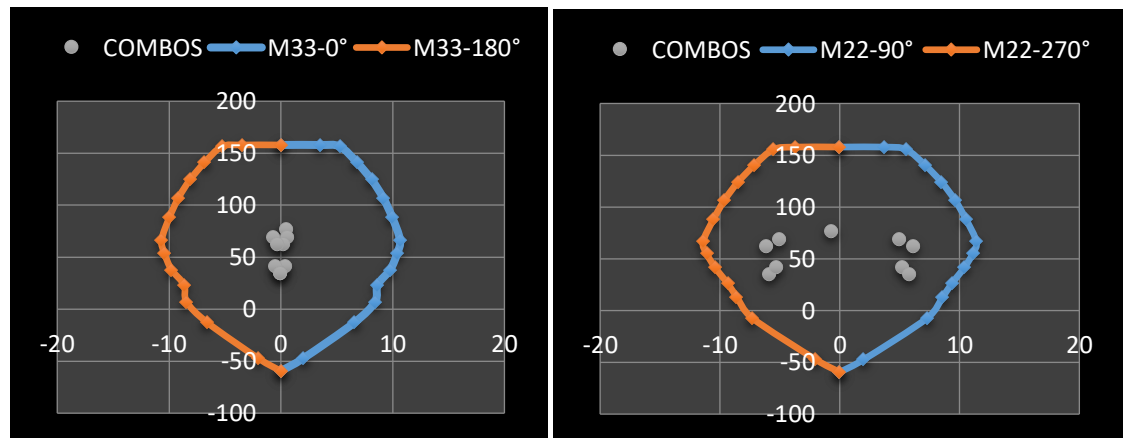


Figura 38 Diagramas de interacciones para el sismo en el eje Y – Y de columna C1  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figuradas presentadas, las cargas (puntos de color gris), se encuentran en los diagramas de interacción, por tanto, el refuerzo planteado es el correcto para sostener las fuerzas axiales y los momentos asignados a las columnas C1.

#### 4.11.2. Para columna C2:

Las C2, poseen un área de acero de 6.50cm<sup>2</sup>, divididos en 4 varillas de 1/2" más 2 varillas de 3/8", como se recalco en puntos anteriores, para una columna de 35x35 el refuerzo mínimo es 12.25cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se decidió aumentar el refuerzo quedando de la siguiente manera:

$$8 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' + 4 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

Este refuerzo se analizará siguiendo los mismos pasos del ítem 4.11.1, a lo cual, los resultados de dicho análisis se mostrarán en la Tabla 24.

Tabla 24  
Cargas de la columna C2

STORY	PIER	LOAD CASE/COMBO	P	M2	M3
P.I.S.O.1	C.5.	CARGA-MUERTA	-26.75	-0.26	-0.49
P.I.S.O.1	C.5.	CARGA-VIVA	-6.22	-0.08	-0.17
P.I.S.O.1	C.5.	D.I.N.X.X.	7.45	2.63	4.15
P.I.S.O.1	C.5.	D.I.N.Y.Y.	3.37	6.01	0.18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25  
Combinación de cargas de la columna C2

COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	48.02	-0.53	-0.95
SISMO EN X - X	1.25(CM+CV)+SISXX	48.68	2.17	3.35
	1.25(CM+CV)-SISXX	33.74	-3.07	-4.96
	0.9CM+SISXX	31.55	2.38	3.72
	0.9CM-SISXX	16.61	-2.86	-4.59
SISMO EN Y - Y	1.25(CM+CV)+SISYY	44.59	5.57	-0.63
	1.25(CM+CV)-SISYY	37.83	-6.47	-0.97
	0.9CM+SISYY	27.46	5.78	-0.26
	0.9CM-SISYY	20.7	-6.26	-0.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26  
Cargas para sismo en el eje X – X para columna C2

SISMO EN X – X				
COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4 C.M.+1.7.C.V.	48.05	-0.53	-0.95
SISMO POSITIVO	1.25.(C.M.+CV)+S.I.S.X.X.	48.65	2.17	3.33
	1.25(CM+CV)-S.I.S.X.X.	33.71	-3.07	-4.95
	0.9.C.M.+S.I.S.X.X.	31.56	2.38	3.73
	0.9.C.M.-S.I.S.X.X.	16.60	-2.86	-4.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27  
Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C2

SISMO EN Y - Y				
COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4 C.M.+1.7.C.V.	48.01	-0.52	-0.94
SISMO POSITIVO	1.25(C.M.+C.V.)+S.I.S.Y.Y	44.58	5.56	-0.64
	1.25(C.M.+C.V.)-S.I.S.Y.Y	37.82	-6.46	-0.96
	0.9.C.M.+S.I.S.Y.Y.	27.45	5.77	-0.25
	0.9.C.M.-S.I.S.Y.Y.	20.8	-6.25	-0.5
SISMO NEGATIVO	1.25(C.M.+C.V.)+S.I.S.Y.Y	44.59	-5.57	0.63
	1.25(C.M.+C.V.)-S.I.S.Y.Y	37.83	6.47	0.97
	0.9.C.M.+S.I.S.Y.Y.	27.46	-5.78	0.26
	0.9.C.M.-S.I.S.Y.Y.	20.7	6.26	0.6

Fuente: Elaboración propia

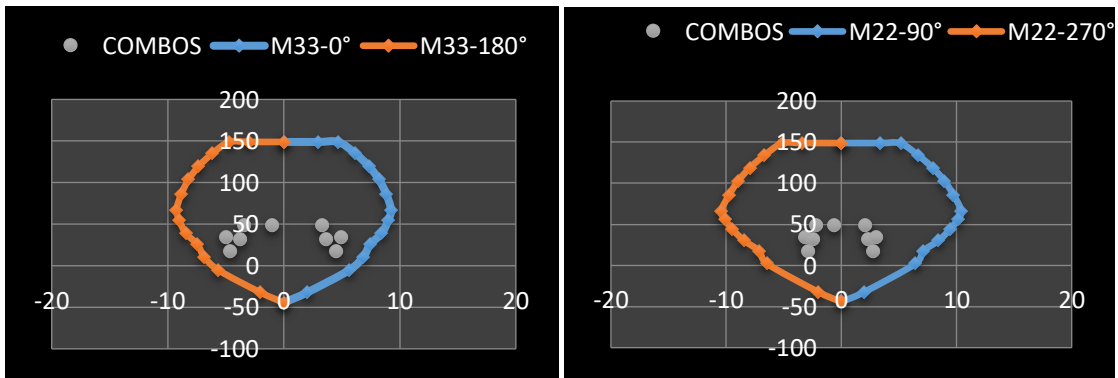


Figura 39 Diagramas de interacciones para el sismo en el eje X – X de columnas C2  
Fuente: Elaboración propia.

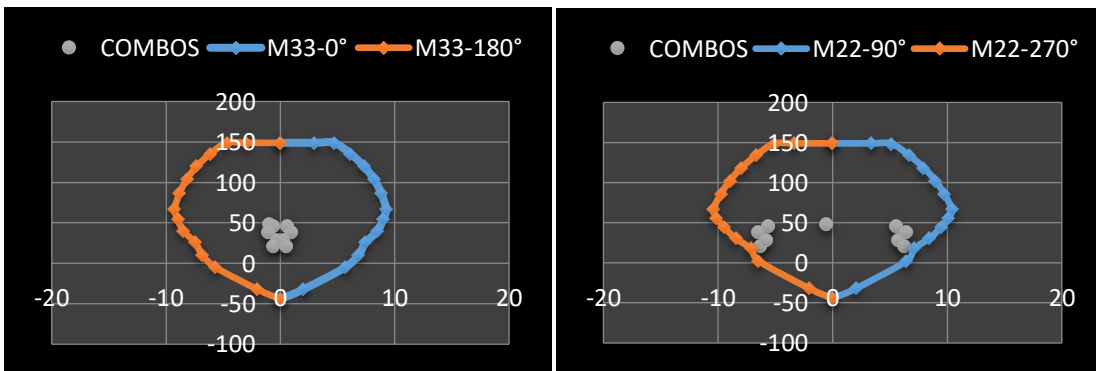


Figura 40 Diagramas de interacciones para sismos en el eje Y – Y de columnas C2''  
Fuente: Elaboración propia.

Como se observó, las cargas están en los diagramas de interacción, por tanto, el reforzamiento que se planteó fue el correcto.

#### 4.11.3. Columna C3:

Las columnas C3 son las que resisten menor carga en la estructura y tienen un área de acero actual de 5.08cm<sup>2</sup> divididos en 4 varillas de 1/2", como ya sabes que el área mínima para una columna de 35x35 es igual a 12.25cm<sup>2</sup>, se aumentó el refuerzo quedando de la siguiente manera:

$$8 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2'' + 4 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$$

Con los pasos del ítem 4.11.1, analizamos la columna C3, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 28  
Cargas de la columna C3

STORY	PIER	LOAD CASE/COMBO	P	M2	M3
PISO1	C6	CARGA-MUERTA	-19.58	-0.2	-0.37
PISO1	C6	CARGA-VIVA	-3.99	-0.06	-0.11
PISO1	C6	D.I.N.X.X.	6.11	2.24	5.12
PISO1	C6	D.I.N.Y.Y.	8.9	5.07	0.47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29  
Combinación de cargas de la columna C3

COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4.C.M.+1.7.C.V.	34.2	-0.38	-0.7
SISMO EN X - X	1.25(CM+CV)+S.I.S.X.X.	35.57	1.92	4.52
	1.25(C.M.+CV)-S.I.S.X.X	23.35	-2.56	-5.72
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	23.73	2.06	4.79
	0.9C.M.-S.I.S.X.X	11.51	-2.41	-5.45
SISMO EN Y - Y	1.25(C.M.+CV)+S.I.S.Y.Y.	38.36	4.75	-0.13
	1.25(C.M.+CV)-S.I.S.Y.Y	20.56	-5.39	-1.07
	0.9C.M.+S.I.S.Y.Y	26.52	4.89	0.14
	0.9C.M.-S.I.S.Y.Y	8.72	-5.24	-0.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30  
Cargas para sismo en el eje X – X para columna C3

SISMO EN X - X				
COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4.C.M.+1.7C.V.	34.2	-0.38	-0.7
SISMO POSITIVO	1.25(C.M.+C.V.)+S.I.S.X.X.	35.57	1.92	4.52
	1.25(C.M.+C.V.)-S.I.S.X.X.	23.35	-2.56	-5.72
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	23.73	2.06	4.79
SISMO NEGATIVO	0.9C.M.-S.I.S.X.X.	11.51	-2.41	-5.45
	1.25(C.M.+CV)+S.I.S.X.X.	35.57	-1.92	-4.52
	1.25(C.M.+CV)-S.I.S.X.X.	23.35	2.56	5.72
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	23.73	-2.06	-4.79
	0.9CM.-S.I.S.X.X.	11.51	2.41	5.45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31  
Cargas para sismo en el eje Y – Y para columna C3

SISMO EN Y - Y				
COMBINACIONES	COMBOS	P	M2	M3
	1.4.C.M.+1.7C.V.	34.2	-0.38	-0.7
SISMO POSITIVO	1.25(C.M.+C.V.)+S.I.S.X.X.	38.36	4.75	-0.13
	1.25(C.M.+C.V.)-S.I.S.X.X.	20.56	-5.39	-1.07
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	26.52	4.89	0.14
	0.9C.M.-S.I.S.X.X.	8.72	-5.24	-0.8
SISMO NEGATIVO	1.25(C.M.+CV)+S.I.S.X.X.	38.36	-4.75	0.13
	1.25(C.M.+CV)-S.I.S.X.X.	20.56	5.39	1.07
	0.9C.M.+S.I.S.X.X.	26.52	-4.89	-0.14
	0.9CM.-S.I.S.X.X.	8.72	5.24	0.8

Fuente: Elaboración propia.

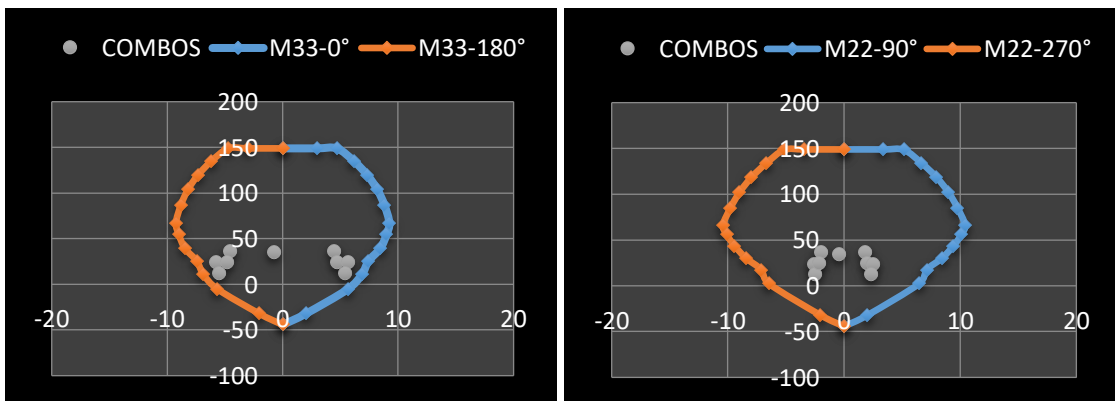


Figura 41 Diagramas de interacción para sismos en el eje X – X de columnas C3  
Fuente: Elaboración propia.

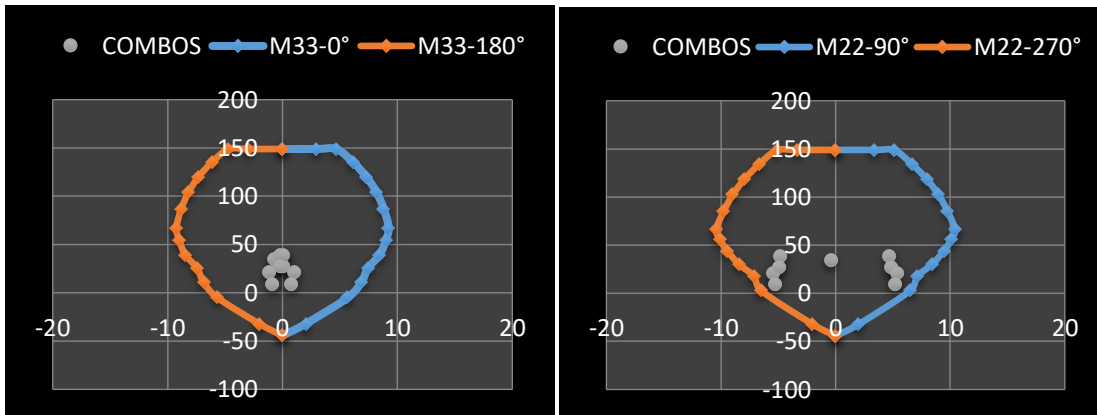


Figura 42 Diagramas de interacción para sismos en el eje Y – Y de columnas C3  
Fuente: Elaboración propia.

En los diagramas de interacción se observa que las cargas se encuentran en la resistencia gráfica de la columna, por tanto, el reforzamiento que se planteó fue el correcto.

#### 4.12. Diseño de cimentación ampliada no reforzada:

La estructura cuenta actualmente con zapatas aisladas con las siguientes dimensiones:

Tabla 32  
Dimensiones de las zapatas actuales

TIPO DE ZAPATA	DIMENSIONES DE LA ZAPATA (m)	ALTURA DE LA ZAPATA (m)
Zapata Z1	1.50x1.50	0.6
Zapata Z2	1.20x1.20	0.6
Zapata Z3	1.00x1.00	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar las zapatas se hará uso del SAFE 2016, con el cual se determinará si las actuales dimensiones resultan capaces de poder soportar las grandes cargas de la estructura reforzada, en caso de que salga negativo el resultado, se propondrá una cimentación nueva para la estructura.

#### 4.13. Modelamiento de la cimentación actual en el programa S.A.F.E:

##### 4.13.1. Exportar cargas:

Exportaremos la carga C.M., muerta, viva, V.I.V.A.U.P., D.I.N.X.X. y D.I.N.Y.Y. del programa E.T.A.B.S. al programa S.A.F.E.

Por temas de practicidad, se creó la carga muerta, la cual es la suma de la C.M., teniendo así mismo la carga viva, siendo esta la suma de la carga viva y V.I.V.A.U.P.

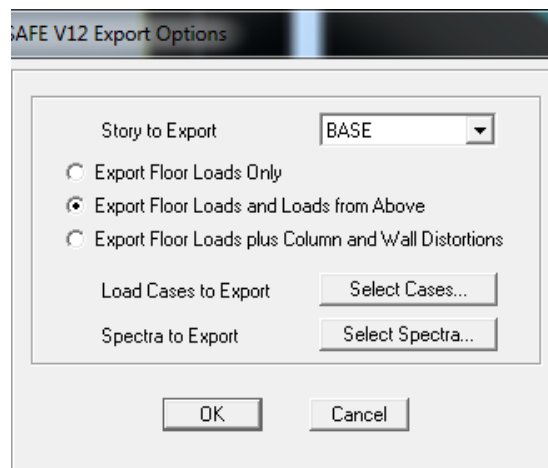


Figura 43 Exportando las cargas del programa E.T.A.B.S. al S.A.F.E  
Fuente: Elaboración propia.

##### 4.13.2. Definir suelo:

Según el estudio de mecánica de suelos, la capacidad portante del terreno es  $1.60\text{kg/cm}^2$  a una profundidad de 1.50m. Dicha capacidad portante tiene un módulo de balasto igual a  $3280\text{kg/cm}^3$  el cual será importado en el programa SAFE.

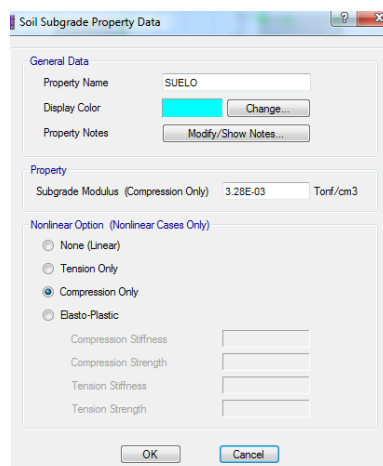


Figura 44 Módulo de balasto  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.3. Columna C3:

Es la suma de la CM y CV.

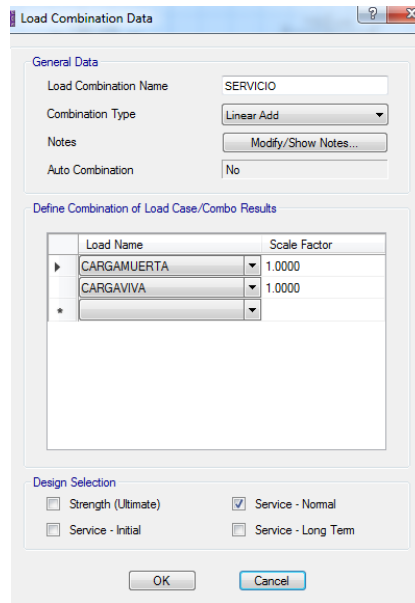


Figura 45 Carga de servicio en el programa S.A.F.E.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.4. Definir combinación de cargas:

Se procedió a crear las 5 primeras combinaciones que mencionamos cuales se muestran a continuación:

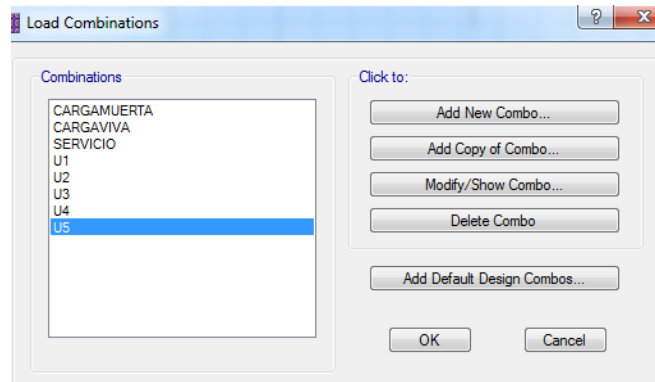


Figura 46 Carga de servicio en el programa S.A.F.E

Fuente: Elaboración propia.

Terminando con los pasos anteriores, se modularán las zapatas existentes en cada uno de los puntos de carga.

#### 4.13.5. Apoyarse sobre el suelo:

La cimentación deberá estar apoyada en el suelo que fue creado en puntos anteriores.



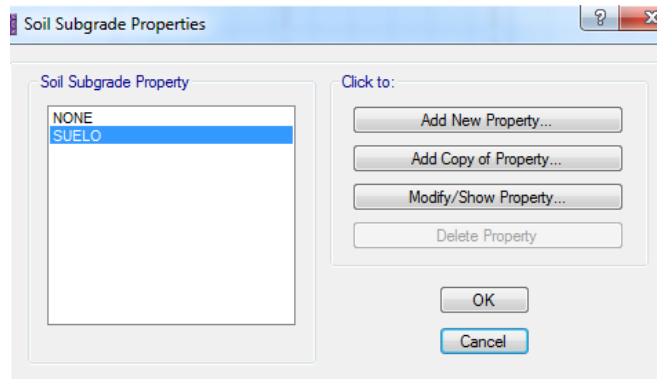


Figura 47 Cimentaciones sobre el suelo  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.6. Punto restringido:

Restringiremos la traslación en X, Y, la rotación en Z.

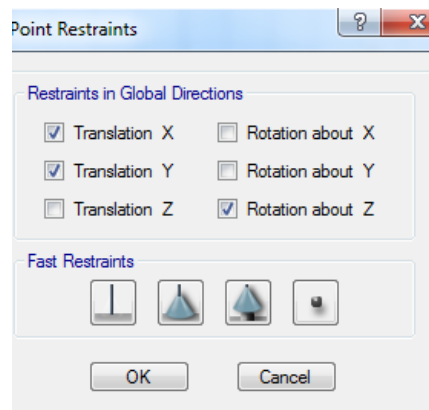


Figura 48 Restringiendo puntos  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.7. Asignando sobrecarga:

El peso específico del terreno es de  $1.05 \text{ Tn/m}^3$ , de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, este valor deberá multiplicarse por la altura de relleno, la cual es  $0.70 \text{ m}$ , obteniendo de ese modo una CM de  $0.74 \text{ Tn/m}^2$ . Para una vivienda la CV en la cimentación es de  $0.20 \text{ Tn/m}^2$ .

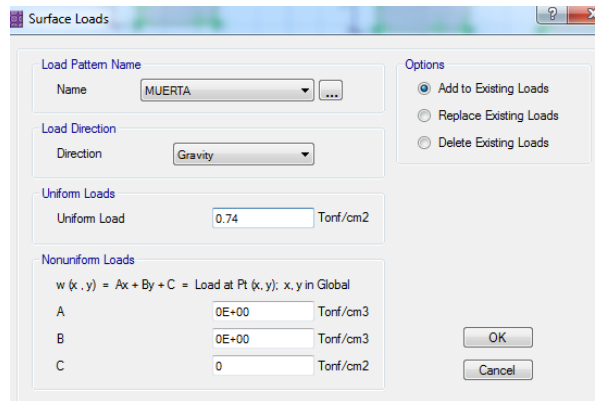


Figura 49 *Asignando carga muerta*  
Fuente: Elaboración propia.

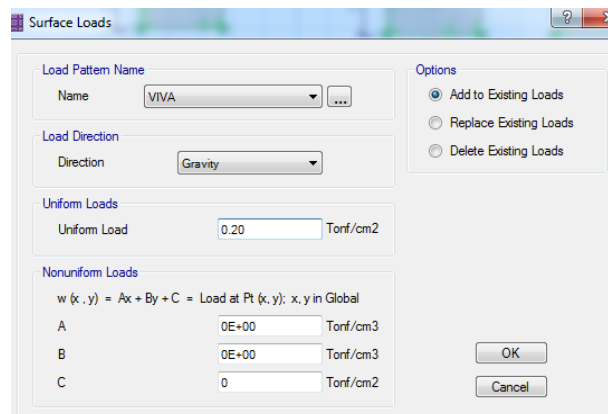


Figura 50 *Asignando carga viva*  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.14. Resultados de la cimentación ampliada no reforzada:

##### 4.14.1. Presiones sobre las zapatas:

Según los estudios de mecánica de suelos y la norma E.050, la presión máxima en una zapata es 1.20 veces la capacidad portante.

En nuestro caso para una capacidad portante igual a 1.60kg/cm<sup>2</sup>, la presión máxima es igual a 19.20Tn/m<sup>2</sup>.

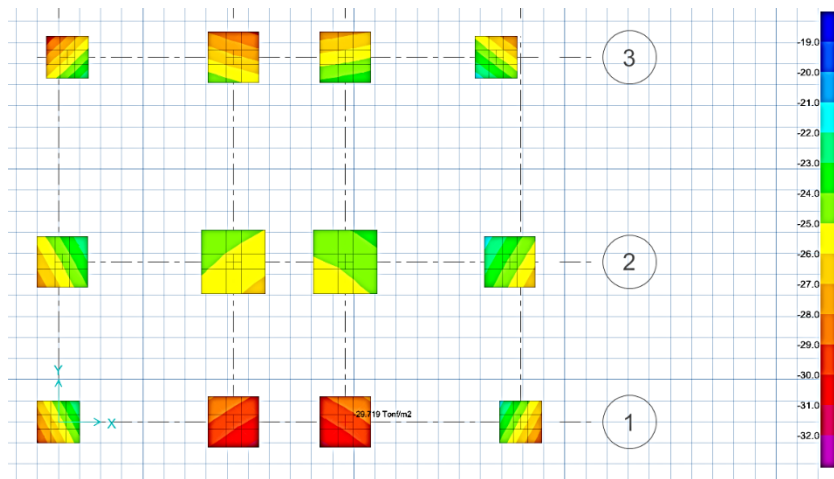


Figura 51 Presiones en la cimentación existente  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior las presiones exceden el máximo permisible por el estudio de mecánica de suelos, por lo tanto, debemos realizar un mejoramiento en la cimentación.

#### 4.15. Propuesta de reforzamiento de la cimentación:

A partir de la observación de las presiones altas en las zapatas, se propuso nuevas dimensiones para estas, las cuales se mostrarán en la Tabla 33.

Tabla 33  
Dimensiones de las zapatas propuestas

TIPO DE ZAPATA	DIMENSIONES DE LA ZAPATA (m)	ALTURA DE LA ZAPATA (m)
Z.A.P.A.T.A Z.1	1.80x1.80	0.6
Z.A.P.A.T.A Z.2	1.50x1.50	0.6
Z.A.P.A.T.A Z.3	1.30x1.30	0.6

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.16. Modelamiento de la cimentación ampliada reforzada:

Se amplió el área de las zapatas en SAFE, hasta llegar a las dimensiones descritas en la tabla n° 33, cuyo resultado se mostrará en la siguiente imagen:

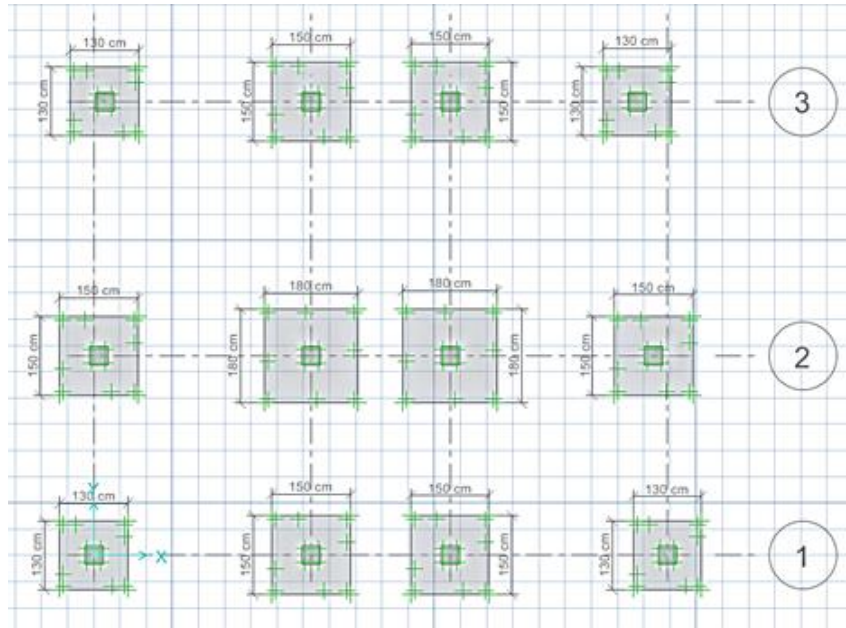


Figura 52 Cimentación reforzada  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.17. Resultados de la cimentación ampliada reforzada:

##### 4.17.1. Presiones sobre las zapatas:

Como mencionamos anteriormente la presión máxima para las zapatas es igual a  $19.20 \text{ Tn/cm}^2$ .

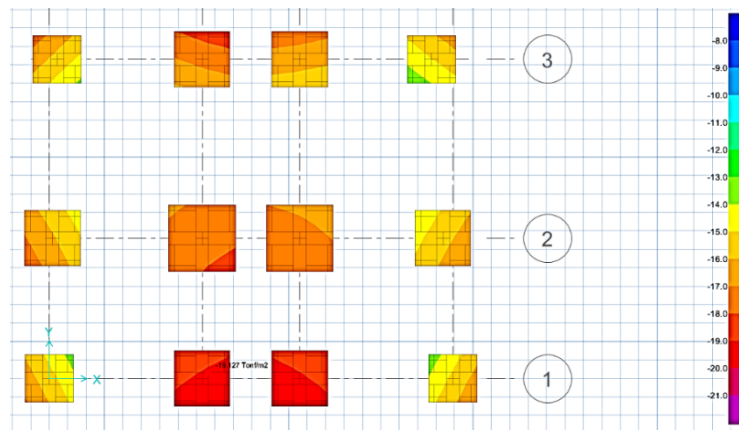


Figura 53 Presiones sobre las zapatas reforzadas  
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar la presión máxima en la zapata más desfavorable es de  $19.13 \text{ Tn/m}^2$ , la cual no supera el valor máximo admisible de  $19.20 \text{ Tn/m}^2$ ; esto de acuerdo el estudio de mecánica de suelos, por ende, las zapatas poseen las dimensiones correctas.

#### 4.17.2. Asentamiento de las zapatas:

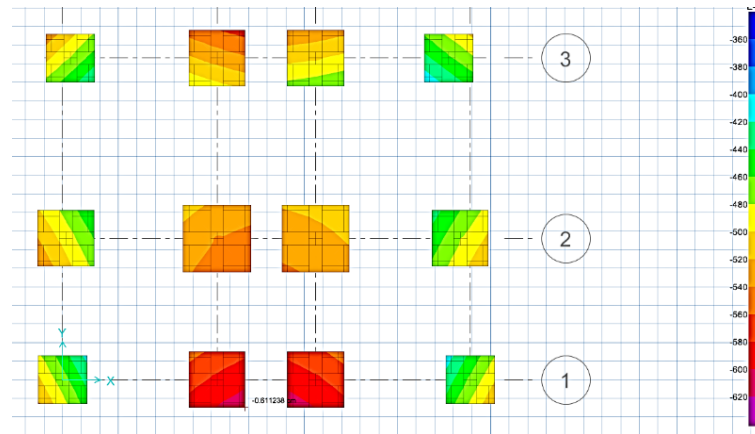


Figura 54 Asentamiento de las zapatas reforzadas

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 54, se muestra un asentamiento máximo de 0.61cm, el cual es menor al asentamiento máximo de 2.54cm (1pulg.), por tal razón, las zapatas poseen las dimensiones correctas.

#### 4.18. Diseño de las cimentaciones reforzadas:

Para diseñar las zapatas, se aplicó el método de Elementos Finitos, para lo cual el estudio se basó en el punto más crítico .

##### 4.18.1. Diseño de la zapata Z.1.:

Las dimensiones de la zapata Z1 reforzada son 1.80 X 1.80m, para las cuales se obtuvo un área de acero de 0.1117cm<sup>2</sup>/cm para ambos ejes.

El área de acero lo calcularemos con la siguiente ecuación:

$$As = \rho * L \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

As: Áreas de acero (cm<sup>2</sup>).

$\rho$ : Cuantillas de diseño.

L: Longitudes de zapata (cm).

Aplicando la formula, hallamos el área de acero para ambos ejes:

$$As = 0.1117 \times 180 = 20.11 \text{ cm}^2$$

$$As = 0.1117 \times 180 = 20.11 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del número de varillas, se usará la siguiente ecuación:

$$n = \frac{As}{Av} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

n: Número de varillas.

Av: Área de la varilla (cm<sup>2</sup>).

Se usarán varillas de 1/2", las cuales poseen un área igual a 1.27cm<sup>2</sup> y después de aplicar la ecuación (3), se obtendrá un número de varillas igual a 15.83, las cuales será redondeada a 16 varillas.

La distribución de acero se calcula con la ecuación siguiente:

$$D = \frac{L-2*r-\emptyset_{acero}}{n-1} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

D: Distribución de acero (cm).

L: Longitud de zapata (cm).

∅ acero: Diámetro del acero (cm).

Aplicando la ecuación n° 4, la distribución de acero queda de la siguiente manera:

Usar en "X": 16 ∅ 1/2" @ 10cm

Usar en "Y": 16 ∅ 1/2" @ 10cm

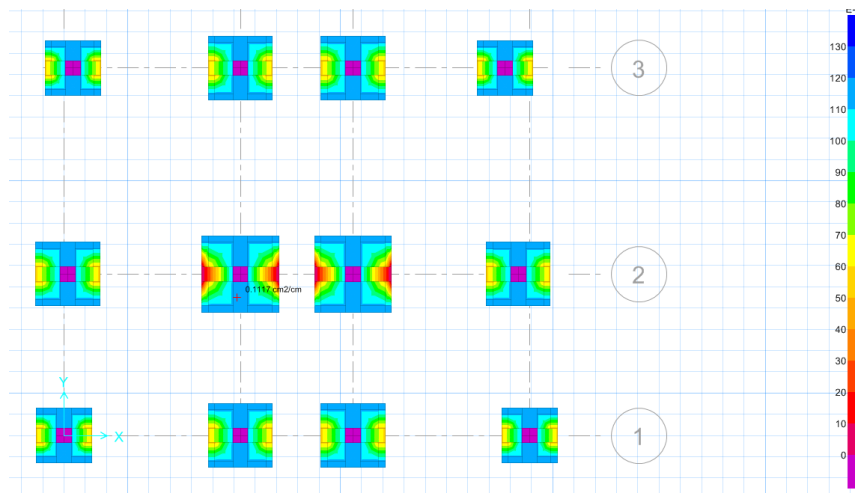


Figura 55 Cuantilla de acero en el eje X – X  
Fuente: Elaboración propia.

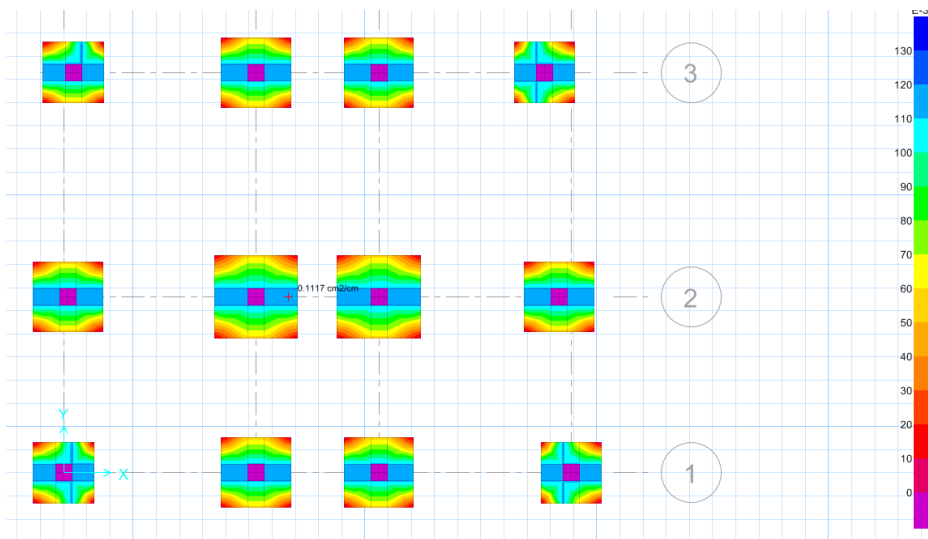


Figura 56 Cuantilla de acero en el eje Y – Y  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.18.2. Diseño de la zapata Z.2:

Las dimensiones de la zapata Z2 reforzada es de 1.50 X 1.50m, para las cuales se obtuvo un área de acero de 0.1117cm<sup>2</sup>/cm para ambos ejes. Después de aplicar la ecuación (2), se calculará el área de acero:

$$A.s.x = 0.1117 \times 150 = 16.76 \text{ cm}^2$$

$$A.s.y = 0.1117 \times 150 = 16.76 \text{ cm}^2$$

Con la ecuación (3), se calculará el número de varillas de acero, para esto se usarán varillas de 1/2" el cual tiene un área de 1.27cm<sup>2</sup>. si dividimos 16.76cm<sup>2</sup> entre 1.27cm<sup>2</sup> nos resulta 13.20 varillas el cual redondeamos a 14 varillas.

Para distribuir el acero utilizamos la ecuación n° 4 y al reemplazar los datos nos resulta lo siguiente:

Usar en "X": 14  $\phi$  1/2" @ 10cm

Usar en "Y": 14  $\phi$  1/2" @ 10cm

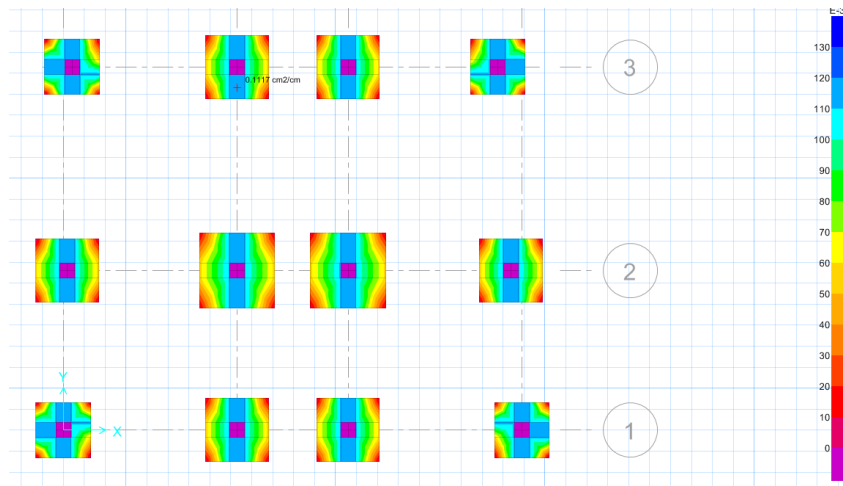


Figura 1 Cuantilla de acero en el eje X – X  
Fuente: Elaboración propia.

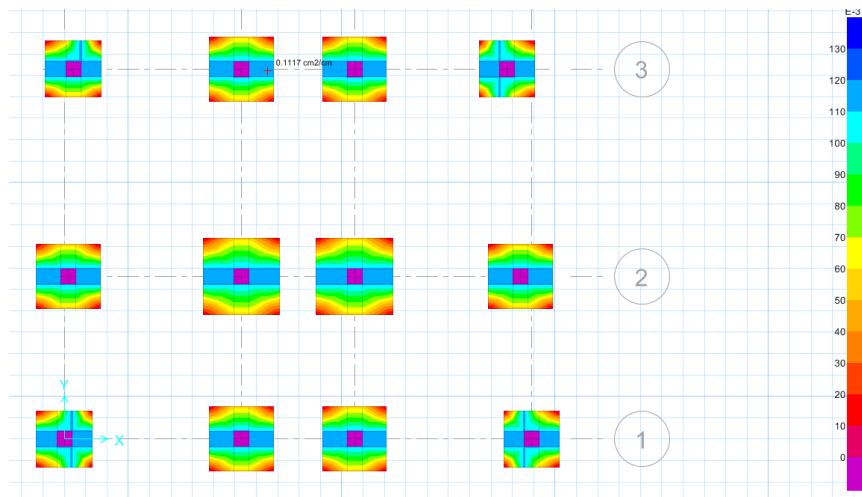


Figura 2 Cuantilla de acero en el eje Y – Y  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.18.3. Diseño de la zapata Z3:

Las dimensiones de la zapata Z3 reforzada son 1.30 X 1.30m, para las cuales se obtuvo un área de acero de 0.1117cm<sup>2</sup>/cm para ambos ejes. Después de aplicar la ecuación (2), se calculará el área de acero:

$$A_{sx} = 0.1117 \times 130 = 14.52 \text{ cm}^2$$

$$A_{sy} = 0.1117 \times 130 = 14.52 \text{ cm}^2$$

Con la ecuación (3), se calculará el número de varillas de acero, para esto utilizaremos varillas de 1/2" el cual tiene un área de 1.27cm<sup>2</sup>. si dividimos 14.52cm<sup>2</sup> entre 1.27cm<sup>2</sup> nos resulta 11.43 varillas el cual redondeamos a 12 varillas.



Para distribuir el acero utilizamos la ecuación n° 4 y al reemplazar los datos nos resulta lo siguiente:

Usar en "X": 12  $\phi$  1/2" @ 10cm

Usar en "Y": 12  $\phi$  1/2" @ 10cm

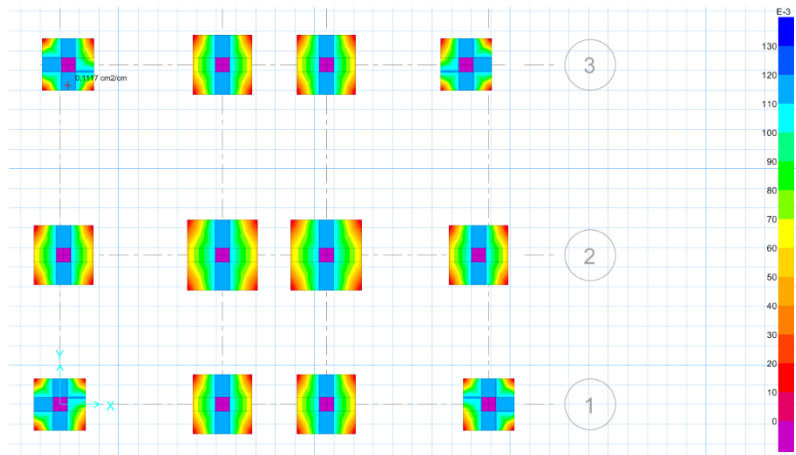


Figura 3 Cuantilla de acero en el eje X - X  
Fuente: Elaboración propia.

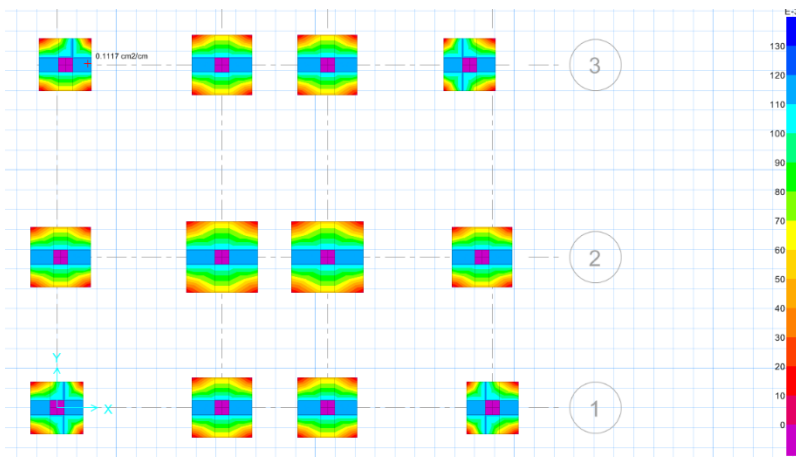


Figura 4 Cuantilla de acero en el eje Y - Y  
Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### 5.1. Descripción de los resultados

#### 5.1.1. Características de la estructura actual:

Con respecto a las derivas de entrepiso, se muestra a continuación unos cuadros comparativos las derivas máximas obtenidas con y sin reforzamiento para la edificación en los cuadros siguientes:

Tabla 34

Comparación de los desplazamientos con y sin reforzamiento

Piso	“Desplazamientos inelásticos” (sin reforzamiento)	“Comprobación con la norma”	“Desplazamientos inelásticos (con reforzamiento)”	“Comprobación con la norma”
P.i.s.o. 5	0.0022	<b>O.K.</b>	0.0040	<b>O.K.</b>
P.i.s.o. 4	0.0054	<b>O.K.</b>	0.0031	<b>O.K.</b>
P.i.s.o. 3	0.0096	<b>NO CUMPLE</b>	0.0051	<b>O.K.</b>
P.i.s.o. 2	0.0126	<b>NO CUMPLE</b>	0.0064	<b>O.K.</b>
P.i.s.o. 1	0.0113	<b>NO CUMPLE</b>	0.0050	<b>O.K.</b>

Fuente propia

Se observa en la Tabla 34, que, al realizar el reforzamiento a la estructura, se ocasiona que los desplazamientos inelásticos estén dentro del valor máximo admisible de 0.007, por ende, se determinará que la estructura será rígida y poseerá un adecuado comportamiento en un movimiento sísmico.

#### 5.1.2. Análisis de los elementos estructurales con reforzamiento

##### a) Zapatas

Las zapatas actualmente no se encuentran dimensionadas adecuadamente, para lograr el soporte de las cargas de la edificación ocasionadas por las altas presiones, razón por la cual, en un futuro se podrá tener fallas en la estructura.

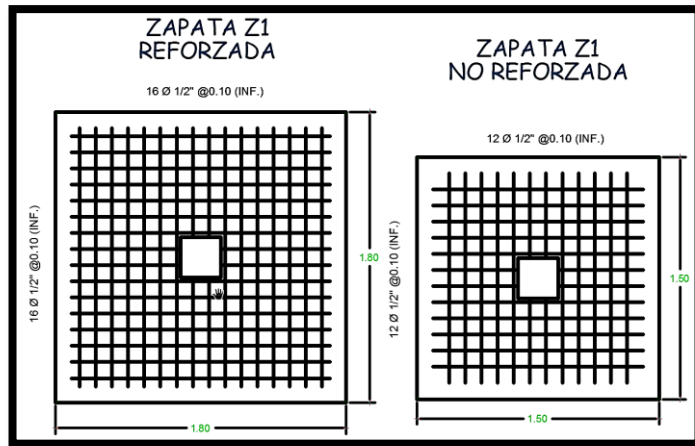


Figura 57 Zapata reforzaba (Z1)  
Fuente de elaboración propia

La zapata Z.1. aumentó en un 0.30, en ambos sentidos, con un 4% del área inicial, con un incremento de 2 varillas en los mismos.

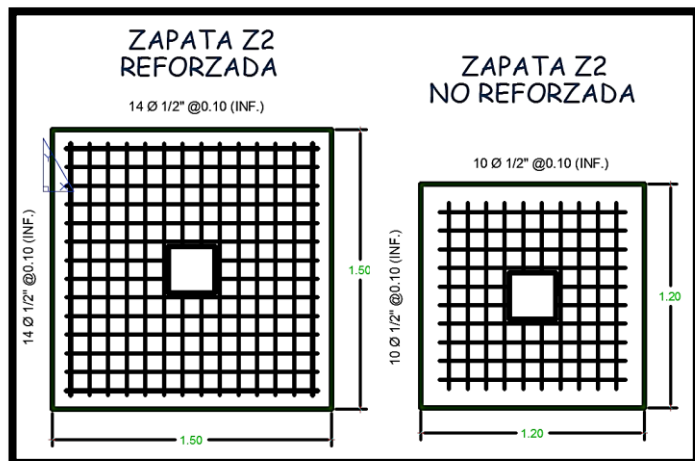


Figura 58 Zapata reforzaba (Z2)  
Fuente de elaboración propia

La zapata Z2 aumentó en un 0.30 en ambos sentidos, con un 4% del área inicial.

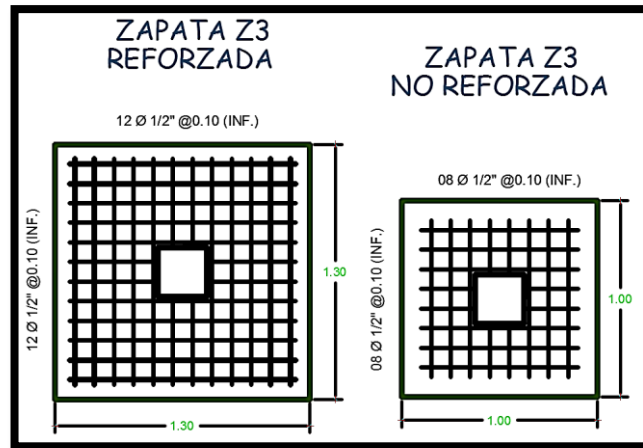


Figura 59 Zapata reforzaba (Z3)  
Fuente de elaboración propia

La zapata Z.3. aumentó en un 0.30 en ambos sentidos, con un 4% del área inicial .

**b) Columnas**

Las columnas no están dimensionadas adecuadamente, para soportar las cargas de la edificación ampliada; debido a que, los desplazamientos llegan a superar el valor máximo admisible del 0.007, lo cual determina que dicha estructura es flexible.

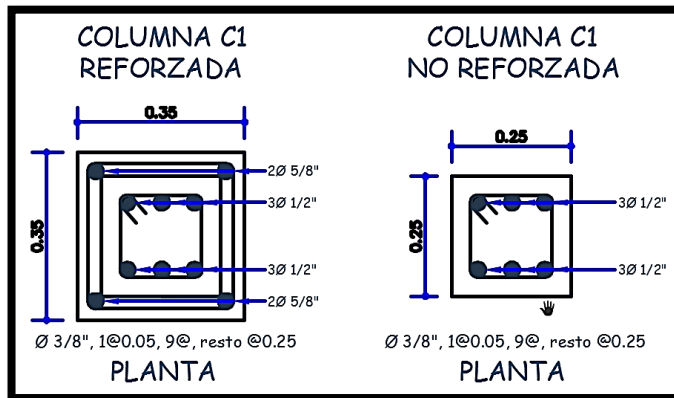


Figura 60 Columna reforzada (C1)  
Fuente de elaboración propia

Las columnas C1 aumentaron en un 0.10 m en ambos sentidos con un 16% del área inicial y con un incremento de 2 varillas en los mismos.

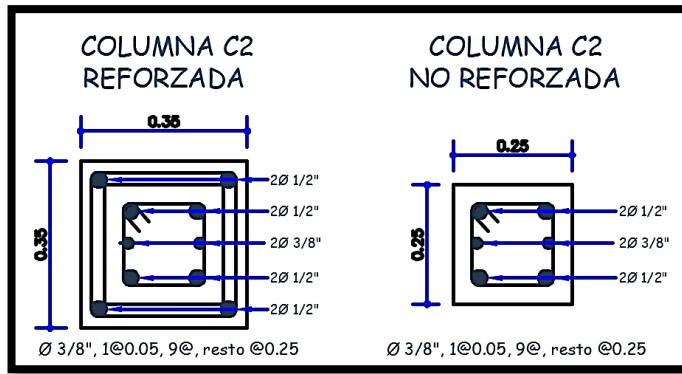


Figura 61 Columna reforzada (C2)  
Fuente de elaboración propia

Las columnas C.2. aumentaron en un 0.10 m en ambos sentidos con un 16% del área inicial y con un incremento de 2 varillas en los mismos.

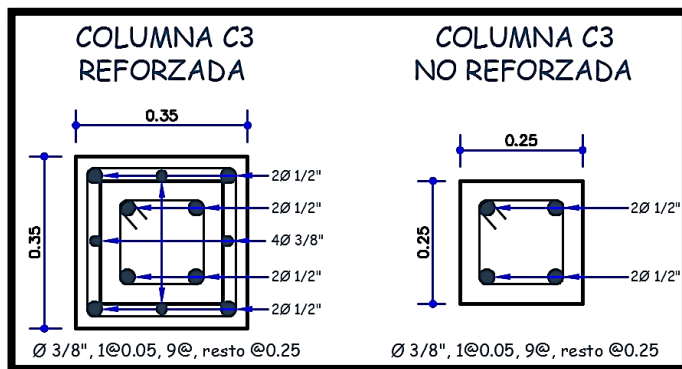


Figura 62 Columna reforzada (C3)  
Fuente de elaboración propia

Las columnas C.3. aumentaron en un 0.10 m en ambos sentidos con un 16% del área inicial y con un incremento de 2 varillas en los mismos.

### 5.1.3. Discusión de resultados

A partir de lo obtenido, con el reforzamiento en la rigidez de la estructura, se ocasionó que la deriva entre pisos sea mayor al 0.007, esto, para estructuras de concreto armado, por tal razón, la estructura demostrará un buen comportamiento en la ocurrencia de un movimiento sísmico; ya que, en un inicio se tuvo una excedente del 80% en su deriva máxima y después

de aplicar el reforzamiento, se llegó a un valor menor de la deriva máxima en un 8.2%, a lo cual:

Con respecto a la investigación realizada por (Aranzabal Sologuren & Arroyo Saavedra, 2015), este llega a la conclusión de que, la estructura del Hospital Casimiro Ulloa, no llega a cumplir con los valores máximos exigidos por la n. E.030-2014 en los desplazamientos laterales, a lo que, la estructura de dicha área deberá ser reforzada.

***Este resultado, llega a tener relación con esta investigación, debido a que, de igual forma, la muestra no cumplió con los desplazamientos laterales permitidos por la norma; sin embargo, con el reforzamiento, si se estaría cumpliendo dichos valores permitidos.***

(Benigno Montero & Gamarra Gutierrez, 2018) , llego a la conclusión de que el valor de la máxima deriva de su muestra fue de 0.00813, cuyo valor se encuentra por encima del valor máximo permitido según la norma, el cual es 0.007.

***Dicha conclusión está relacionada con este trabajo; debido a que, la muestra del estudio no cumplió con los valores permitidos según la norma, porque las muestras indicadas (bibliográfica y propia), fueron construcciones informales y sin fiscalización.***

En la tesis de (Villamarin,E. ; Yañez,E., 2010), se llegó a la conclusión de que el estudio de vulnerabilidad y de reforzamiento sísmico a 3 estructuras, tuvo propuestas para mejorar los valores de los mismos, siendo la mejor alternativa, el método de la incorporación de muros de corte; debido a que, estos pueden reducir de manera significativa la deriva y de aumentar la rigidez de la estructura. ***Relacionando dicha conclusión con esta investigación, los muros de corte, brindan más rigidez a la estructura; sin embargo, ya que, en este caso se presenta una construcción aporticada se sugiere que este tipo de reforzamiento sea aplicado en una construcción de albañilería confinada.***

## CONCLUSIONES

1. El reforzamiento causa mayor rigidez de la estructura, lo cual ocasiona que la deriva entre pisos sea mayor al 0.007 en estructuras de concreto armado, por tal motivo, la edificación presentará un comportamiento adecuado en la ocurrencia de un sismo; ya que, inicialmente se tuvo un excedente del 80% en su deriva máxima y después de aplicar el reforzamiento, el valor de la deriva se encuentra dentro del valor máximo del 8.2%.
2. El reforzamiento más adecuado fue colocado en las columnas, donde para la columna C1 se tuvo un área de acero de 7.62cm<sup>2</sup>, el cual se dividió en 6 varillas de ½”, de acuerdo a la norma E.0.6.0, el área mínima de acero debería ser el 1% de la sección transversal de la columna, por tanto, para una columna de 35x35cm el área del acero mínimo debe ser 12.35cm<sup>2</sup> y para el reforzamiento de la columna se determinó aumentar 4 varillas de 5/8”, En cuanto a las columnas C.2. tienen un área de acero actual de 6.50cm<sup>2</sup> divididos en 4 varillas de 1/2" más 2 varillas de 3/8”, como se mencionó en puntos anteriores, para una columna se deberá tener un reforzamiento mínimo de 12.25cm<sup>2</sup>; finalmente, se determinó que las columnas C.3. son las que resisten menor carga en la estructura y tienen un área de acero actual de 5.07 cm<sup>2</sup> divididos en 4 varillas de 1/2".
3. El reforzamiento más adecuado cumpliendo las normas actuales y para lograr una simetría en ambos sentidos se propuso un tipo de cimentación, el cual fue analizado para las zapatas Z.1., Z.2. y Z.3., siendo que se propuso un reforzamiento 0.30m a cada sentido y aumentando 4 varillas en cada dirección.
4. Las evaluaciones de los resultados para comparar la edificación con y sin reforzamientos detallan las derivas de pisos en el cuadro que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 35

Resumen de los desplazamientos

Piso	Desplazamientos inelásticos (sin reforzamiento)	Comprobación con la norma	Desplazamientos inelásticos (con reforzamiento)	Comprobación con la norma
Piso 5	0.0022	OK	0.0040	OK
Piso 4	0.0054	OK	0.0031	OK
Piso 3	0.0096	NO CUMPLE	0.0051	OK
Piso 2	0.0126	NO CUMPLE	0.0064	OK
Piso 1	0.0113	NO CUMPLE	0.0050	OK

## RECOMENDACIONES

1. El análisis que se hizo, consideró el agrietamiento de segundo orden sugerido por la E-060, el cual consiste en cambiar las Inercias de las vigas y las columnas por factores de  $0.25 \times 0.25$ , se recomienda analizar los posibles agrietamientos para edificaciones reforzadas por otras metodologías.
2. Para los reforzamientos de las columnas se recomienda colocar a la distancia que se propone en el plano de forma simétrica en cada sentido de la columna.
3. La cimentación de esta investigación, con recalce superior redujo la altura de entrepiso del primer nivel, por lo que, de no tener la altura suficiente se deberá considerar otra alternativa para el recalce planteado en este estudio y de la misma manera se recomienda utilizar el estacionamiento que se plantean en los planos de la estructura reforzada.
4. Estudiar el reforzamiento en edificaciones con problemas de suelo, como: los suelos susceptibles de sentamiento, expansión o contracción constante, suelos inestables o las construcciones que se realizan en orillas de río. Este estudio resultaría conveniente en ciertas zonas de Huancayo que tengan dichos problemas, siendo que, después de identificarlos, clasificarlas como zonas de emergencia para tener propuestas y soluciones para las cimentaciones de dichas edificaciones.



## BILIOGRAFIA

- Aguiar, R. (2008). Análisis sísmico de edificios. Ecuador, Centro de investigaciones científicas.
- Arnold, C. y Reitherman, R. (1991). Manual de configuración y diseño sísmico de edificios, Tomo I y II Editorial Limusa, México, D.F.
- Blanco, A. (1998). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado.(2ª ed.) Lima, Colegio de ingenieros del Perú.
- ASCE 41-13. (2014). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Virginia: American Society of civil Engineers.
- BLANCO, A. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil, CDL.
- CHOPRA, A. K. (2014). Dinámica de Estructuras (Cuarta ed.). México, D.F.: Pearson Educación.
- GALLARDO JORGE. Apuntes de Clases Estructurales. 2016. Lima
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. SENCICO.
- Reglamento nacional de edificaciones. (2006). Norma E.020 Cargas. Lima.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO RNE E.030. (2018).
- R.M. N°355-2018-VIVIENDA que modifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima. SENCICO.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO RNE E.060. (2009).
- Norma E.060 Concreto Armado. Lima: SENCICO. OTTAZZI. (2011). Concreto Armado I. Lima: PUCP
- N.T.E. E030. (2016). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Lima.
- N.T.E. E060. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.
- Oviedo, S. (2010). Metodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado.

- Palomino, A. (2016). Manual de Analisis Estatico y Dinamico NTE E030. Cajamarca.
- Parra, F. (2012). Apeos y apuntalamientos de emergencia.
- Rosero, L. (2013). Reforzamiento de estructuras de hormigon armado con FRP (Fiber Reinforced Polymers). Sangolqui,Ecuador: Tesis de pregrado.
- Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables ocurridos en el Peru (1513-1974). INGEOMIN Boletin N°3 Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. LIMA-PERU: Instituto de Geologia y Minería.
- Soto, E. (2008). Rehabilitacion de Estructuras de Concreto. TESIS-UNAM.
- Torrealva, D. (2007). Curso de Reparacion y Refuerzo de estructuras de Concreto y Mamposteria. Lima: ACI-PERU.
- Torrealva, D. (2007). Curso de Reparacion y refuerzo de estructuras de concreto y mamposteria. Lima: ACI-PERU.

## **ANEXOS**

### Anexo: 1 Matriz de consistencia

**Título:** “EVALUACIÓN TÉCNICA DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA AMPLIACION DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

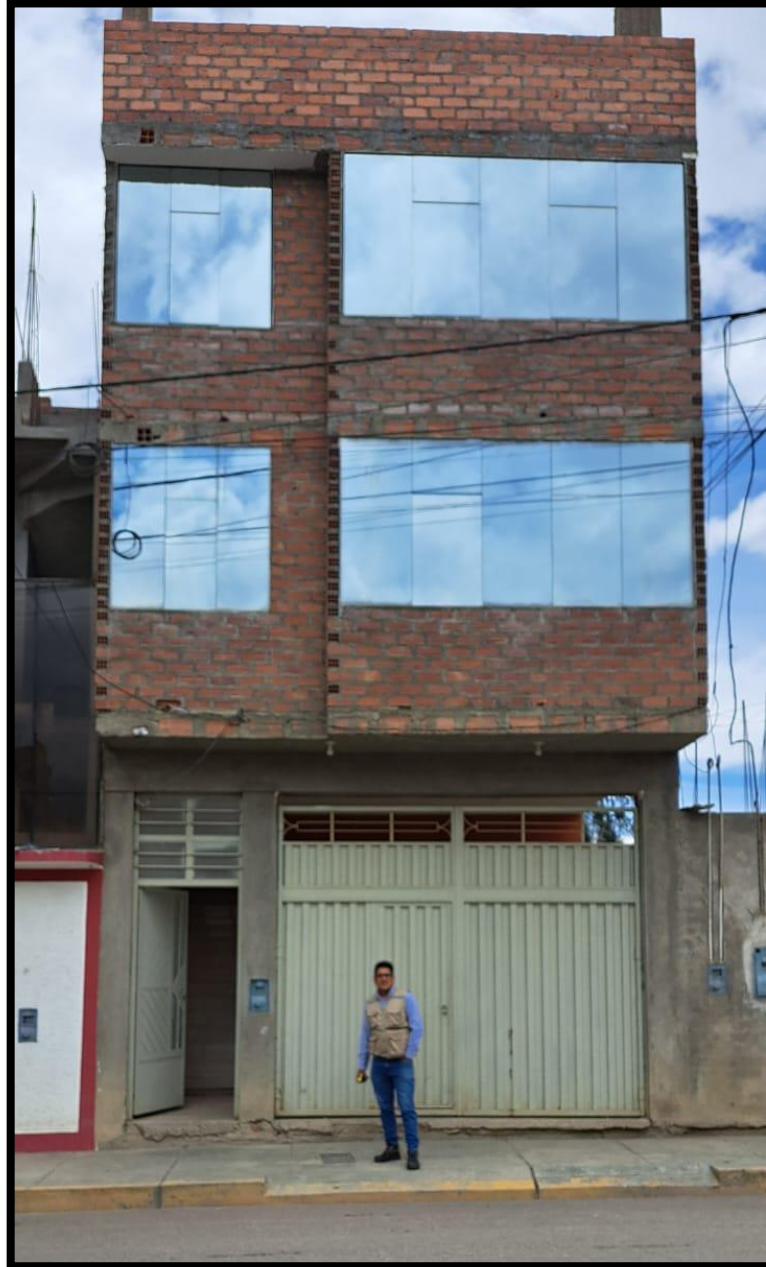
**BACHILLER:** DELGADILLO IPARRAGUIRRE DAVID STIVEN

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Qué efectos produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso, periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Qué efecto produce un adecuado reforzamiento de las columnas entre las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?</p> <p>¿Qué efecto produce un adecuado reforzamiento entre la cimentación de un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?</p> <p>¿Cómo determinar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento estructural entre las derivas entre piso, periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento de las columnas entre las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p>Determinar los efectos que produce un adecuado reforzamiento entre la cimentación de un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p>Analizar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación, con los resultados obtenidos de las simulaciones.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento estructural y las derivas entre piso, periodos del sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento de las columnas y las vigas para un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p>Existen efectos significativos entre un adecuado reforzamiento entre la cimentación y el sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p> <p>Un adecuado procesamiento de los resultados influye para determinar la mejor opción al comparar un sistema estructural de una edificación de 2 niveles para una ampliación.</p>	<p><b>VARIABLES</b> <b>Variable independiente</b></p> <p><b>Reforzamiento de los elementos estructurales</b> Dimensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Sísmico</li> <li>- Refuerzo</li> <li>- Apuntamiento</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p><b>Ampliación de una vivienda</b></p> <p><b>Dimensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad del suelo.</li> <li>- Materiales de construcción.</li> <li>- Licencia de construcción.</li> <li>- Asesoramiento técnico.</li> </ul>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> no experimental,</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>Población:</b> conformado por todas las viviendas de construcción clandestinas de la provincia de Huancayo <b>Muestra:</b> Para el estudio la muestra se utilizó la vivienda ubicada en la calle Miraflores número 512-A</p>

### Anexo: 2 Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>1: Variable Independiente</b>  <b>Reforzamiento de los elementos estructurales</b>	Los elementos estructurales componentes, sus conexiones y el sistema estructural en su conjunto deben ser diseñados de acuerdo con el criterio de restitución de capacidad resistente.	El software ETABS y SAFE proporcionara valores una vez que se definan los valores a modelar sobre las dimensiones de elemento estructural y cuantificar los desplazamientos laterales	Análisis Sísmico	Densidad de los muros Estabilidad de muros al volteo	Fluxómetro Esclerómetro Escala de Richter
			Refuerzo	Proceso constructivo Carga máxima Cargas adicionales	Reportes del software ETABS
			Apuntamiento	Cargas distribuidas Rigidez Resistencia	Reportes del software ETABS
			Análisis Sísmico	Densidad de los muros Estabilidad de muros al volteo	Fluxómetro Esclerómetro Escala de Richter
<b>1: Variable Dependiente</b>  <b>Ampliación de una vivienda</b>	Es la extensión física de las viviendas originales de manera horizontal y vertical a fin de incorporar nuevos recintos cerrados a la vivienda por parte del habitante, aumentando su superficie original, éstas son registradas en cuanto al porcentaje del total del área original de la vivienda y sus características.	Dependerá de los parámetros de las normas E030 - E060 y los parámetros que establece el reglamento de edificaciones una vez que sea evaluado los elementos estructurales que serán reforzados	Capacidad del suelo	Kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo de laboratorio
			Materiales de construcción	Ladrillo de arcilla Lebrillo Cemento Agregado	Esclerómetro
			Licencia de construcción	Resolución y autorización para los niveles	Tiene No tiene

### Anexo: 3 Panel Fotográfico



Barrio de primera cuadra de Giráldez, vivienda 3 pisos + azotea.



Recolección de datos de la VP 102 de 25 x 40 cm.



Recolección de datos de la losa aligerada de 20 cm de altura.





Recolección de datos de la columna en la azotea de 25 x 25 cm.