



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Reforzamiento estructural usando el método del encamisado de columnas para viviendas vulnerables ante sismos en el distrito de Comas - 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Herrera Alarcón, Jhon Harley (ORCID: 0000-0002-4263-6926)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2018

Página del jurado

Dedicatoria

Está dedicado para mi familia, de manera especial a mis padres y hermanos que a lo largo del transcurrir de esta etapa de mi vida me han inculcado valores y me han brindado su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme estar aquí. A mi familia por estar ahí apoyándome en todo momento. A cada uno de los docentes de la Universidad que aportaron a mi formación profesional. Y a mí asesor de tesis el Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga, por sus conocimientos científicos para la formulación de la Tesis.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Jhon Harley, Herrera Alarcón con DNI N° 44738079, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Los Olivos, 04 de julio del 2018



Herrera Alarcón, Jhon Harley
DNI 44738079

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	32
2.1 Tipo y diseño de investigación	33
2.2 Operacionalización de variables	35
2.3 Población, muestra y muestreo	36
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	39
2.5 Procedimiento	40
2.6 Método de análisis de datos	41
2.7 Aspectos éticos.....	42
III. RESULTADOS	43
IV. DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	72
ANEXOS	76

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la efectividad del encamisado de columnas de concreto como técnica de reforzamiento para viviendas vulnerables frente a sismos. Para esto se eligió una vivienda autoconstruida de tres niveles, la que tenía como característica principal tener rigideces asimétricas, es decir, grandes rigideces en la dirección longitudinal y baja rigidez en la dirección transversal. La metodología aplicada consistió de dos partes, la primera se enfocaba en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda en el estado actual, mientras que la segunda parte evaluó el comportamiento estructural de la vivienda una vez que se ha propuesto el reforzamiento. Los resultados mostraron que la vivienda de tres niveles es altamente vulnerable a la acción de sismos, por lo que se propuso una técnica de reforzamiento. El reforzamiento consistió en el encamisado de una serie de columnas. El criterio principal del encamisado fue el de duplicar el peralte del elemento. Los resultados encontrados muestran que la edificación logró duplicar su resistencia lateral, mejorando notablemente su desempeño sísmico y por tanto con una reducción importante de su vulnerabilidad.

Palabras claves: Encamisado de columnas, reforzamiento, viviendas vulnerables

Abstract

The main objective of this research work was to evaluate the effectiveness of concrete columns cladding as a reinforcement technique for vulnerable homes against earthquakes. To choose a three-level self-built housing, which had as main characteristics asymmetric rigidities, large rigidities in the longitudinal direction and low rigidity in the transverse direction. The applied methodology consisted of two parts, the first one focused on the evaluation of the seismic vulnerability of the dwelling in the current state, while the second part evaluated the structural behavior of the dwelling once reinforcement has been proposed. The results showed that the housing of three levels is highly vulnerable to the action of earthquakes, so a reinforcement technique was proposed. The aforementioned consisted of the cladding of a series of columns. The main criterion of the cladding was to duplicate the cant of the element. The results show that the building managed to double its lateral resistance, significantly improving its seismic performance and therefore with a significant reduction in its vulnerability.

Keywords: Jacketed columns, reinforcement, vulnerable housing

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

Nuestro país el Perú en gran medida sísmico, se localiza dentro del cinturón de fuego y esto es un problema ante la actualidad porque vivimos en un país que existe el autoconstrucción un 70% según el diario el Comercia. las experiencias previas sufridas en los terremotos de Arequipa, en el 2001, e ICA, en el 2007, este tipo de eventos dejan gran cantidad de víctimas mortales, personas heridas, gran cantidad de damnificados y cuantiosas pérdidas materiales, asociadas no sólo a la pérdida de estructuras, sino también a los costos de limpieza, reconstrucción y paro de las actividades económicas (Blanco, 2005; San Bartolomé et. al. 2007).

Lo anterior resulta aún más alarmante, si se tiene en cuenta que la práctica de la construcción informal, es una de las más extendidas a en todo el país, de hecho, según el INE (Instituto Nacional de Estadística e Informática), el 60% de las construcciones de las edificaciones son producto de la construcción informal o auto-construcción, y según numerosos especialistas del medio, este tipo de edificaciones tienen serias deficiencias técnicas, específicamente en cuanto a la calidad del concreto, ya que se observa que en la mayor parte de los casos, estos no llegan a alcanzar la resistencia a la compresión mínima recomendada en zonas sísmicas, y lo mismo puede mencionarse cuando se habla del acero de refuerzo, ya que aunque en general se terminan usando la mismas calidad de varillas usadas por proyectos de construcción formal, la disposición y cantidades de estas en los elementos estructurales con responsabilidad sísmica, termina siendo ineficiente e insuficiente, dando como consecuencia una estructura con una elevada probabilidad de colapso frente a un sismo consecuente con lo que se especifica en la NTE Sismorresistente (E-030, 2016).

En el distrito de Comas (cono norte), se puede mencionar que es uno de los más populosos de la provincia de Lima, con una extensión territorial de 48.75 km² y con una población que bordea los 530 000 habitantes, de acuerdo a los datos que se registran por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), un plano del mencionado distrito, elaborado por el CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres), se muestra en la Figura 1.

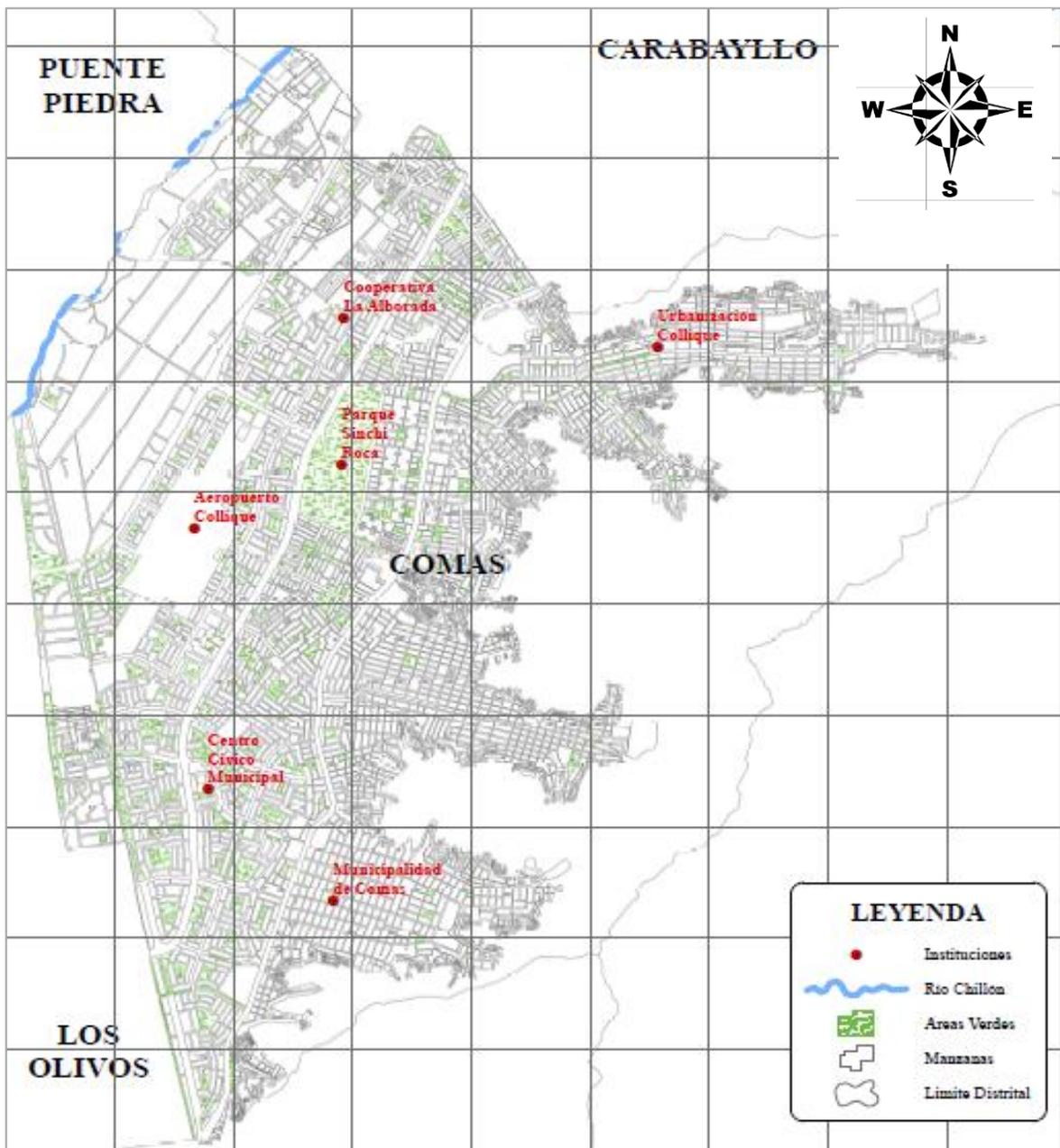


Figura 1: Plano de ubicación del distrito de comas.

Fuente: CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, 2011).

De acuerdo con el registro Nacional de Municipalidades, información recopilada por el INEI (2014), Comas es uno de los distritos con los menores índices de licencias de construcción en el cono Norte, representado la cantidad de licencias emitidas, tan sólo el 1.8%, del total de licencias emitidas en el cono norte, lo que es un fuerte indicador del nivel de informalidad en la construcción de viviendas dentro de este distrito.

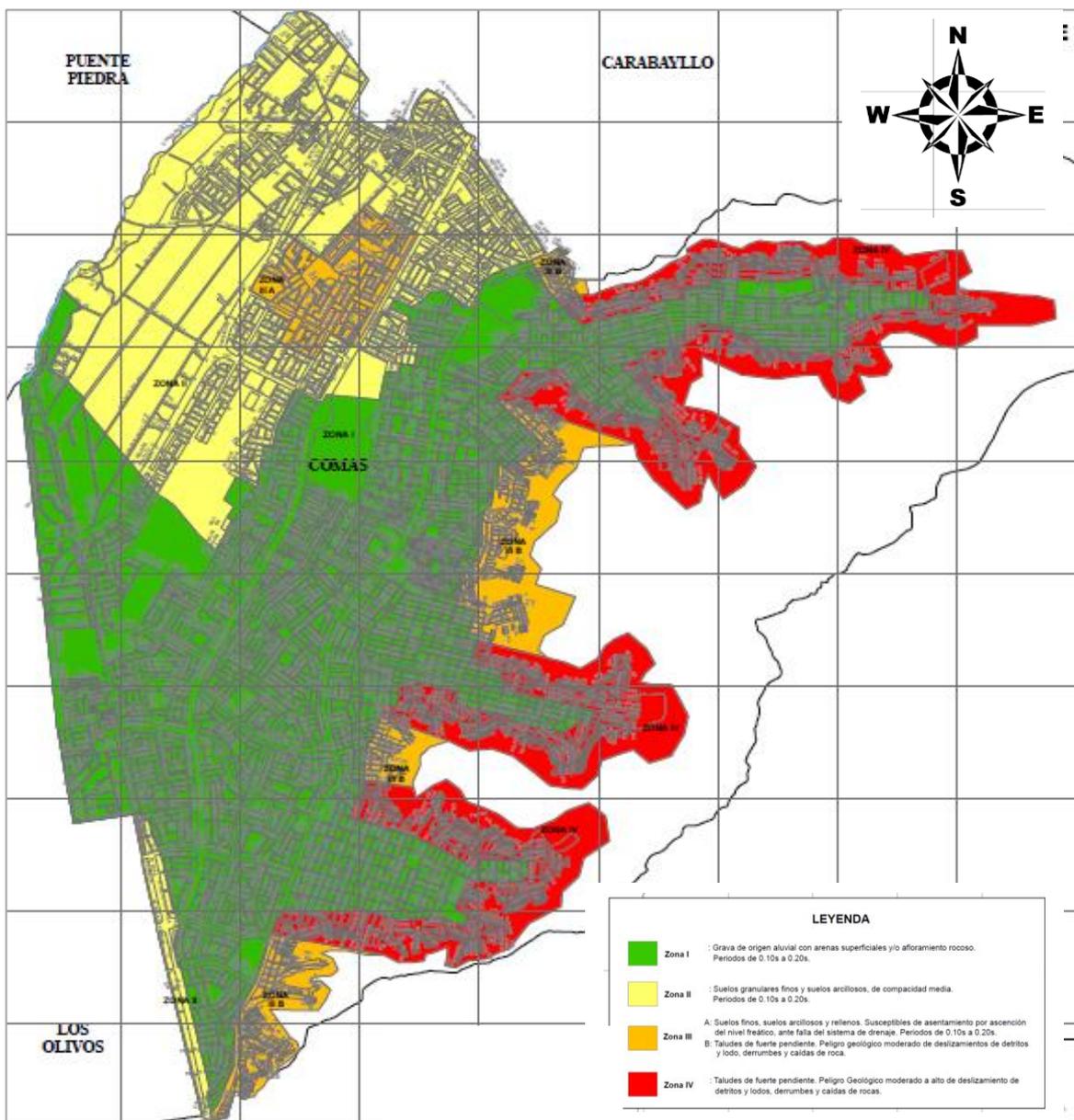


Figura 2: Tipo de suelos presentes en el distrito de Comas.

Fuente: CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, 2011).

Además, acorde a las investigaciones de microzonificación sísmica elaborados por el CISMID (2011), el distrito de comas presenta cuatro tipos de suelos ubicadas en cuatro zonas, que se han coloreados en el mapa presentado en la Figura 2, de tal manera que el color verde representa la zona 1, es decir aquellos suelos de origen aluvial con arenas superficiales y/o afloramiento rocoso; la Zona 2, coloreada de amarillo, que representan suelos granulares finos y suelos arcillosos, de compacidad media; la zona 3, coloreada de color naranja, que hacer re referencia a los suelos finos, suelos arcillosos y rellenos; finalmente también se

encuentran presentes la zona4, coloreada de color rojo que hace referencia a las zonas del distrito ubicadas en los cerros, que presentan inclinaciones de considerable pendiente.

Como se puede observar en el Distrito de Comas existen un 70% de informalidad de viviendas autoconstruidas que no cuenta con el asesoramiento y apoyo de un profesional (Ingeniero Civil o Arquitecto de profesión) lo cual la deficiencia y debilidad es el riesgo de las vidas o pérdidas que pueden ocurrir por falta de asesoramiento esto a futuro ponen en riesgo la incipiente economía de nuestro país que se encuentra en vías de desarrollo, y que de acuerdo con el índice de riesgo de ciudades 2015-2025, del mercado inglés de seguros (Lloyd, 2015), nuestro país es uno de los más vulnerables ante la acción de un sismo, y se espera que el costo en pérdidas para el país, sea de alrededor de los 35 500 millones de dólares.

Frente a esta realidad, el presente trabajo propone alternativas para el reforzamiento de elementos estructurales, específicamente el reforzamiento de columnas, mediante la aplicación del encamisado de columnas, ya que esta técnica nos permite incrementar notablemente la resistencias lateral de este tipo de elementos y por tanto la resistencia lateral de las viviendas vulnerables frente a sismos, siendo una alternativa viable técnica y económicamente, para tratar de minimizar el posible número de daños materiales y fundamentalmente daños a la vida de las personas.

Trabajos Previos

Antecedentes Nacionales

Lovera (2016) en su tesis para Posgrado de Maestría “El RFUERZO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO MEDIANTE EL USO DE VARILLAS GRADO 75 EN EL PERÚ”. La presente tesis como objetivo tiene reforzar las varillas de grado 75 con un $f_y=5250$ kg/cm². Este reforzamiento es para edificaciones de sistema de concreto armado (Dual, pórticos o mixta). La principal importancia es aumentar la fragilidad en cualquier elemento estructural (vigas o columnas) en condiciones en punto de colapso, esto requiere que no llegue a una deformación y es rigidizar en aumentar la resistencia lateral en caso de columnas. En conclusión, para el refuerzo de las varillas se aplicó a una columna de 75cm x 75cm donde se realizó el análisis estático no lineal se verifico que una cuantía de 0.60% era suficiente para resistir todas las combinaciones de carga.

Moya (2013), en su tesis de maestría titulada “REFORZAMIENTO SÍSMICO DE PORTICOS USANDO TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN”, expone una gran cantidad de estudios los cuales sostiene como objetivos la búsqueda de procedimientos o técnicas que nos ayuden a determinar en qué condiciones se encuentra una estructura de concreto, lo cual no ayuda a decidir de una manera más correcta y razonable, si se procede a reforzar la estructura o construir una nueva, para ello, el autor utilizó una gran cantidad de algoritmos numéricos, que mejoró la eficiencia de los cálculos y garantizando los resultados, para luego aplicarlos en el caso de tres construcciones (edificaciones) de tipo pórticos de concreto armado, obteniéndose una buena relación con los resultados obtenidos utilizando este método y los hallados por otros.

Quiun et. al. (2012), en su artículo científico titulado “REFORZAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE SALUD Y EDUCATIVOS AFECTADOS POR EL TERREMOTO DE JUNIO 2001 EN EL SUR DEL PERÚ”, expone una gama de técnicas dirigidas a la reparación y/o soluciones a la infraestructura de los hospitales y centros educativos afectados ante los eventos suscitados del sismo de Arequipa ocurrido en el año 2001, los cuales presenta métodos como el encamisado de columnas, con el objetivo de reparar y de proporcionar la suficiente carga requerida a las columnas que fueron dañadas producto de columnas cortas que fueron encontradas en varias de estas estructuras, hallándose que los procedimientos propuestos desempeñan con aumentar la capacidad de la resistencia lateral de columnas y asimismo brindan una posibilidad económica para este propósito.

(Muñoz, Quiun y Tinman, 2012), presentaron un artículo titulado “REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICIOS EDUCATIVOS Y HOSPITALES AFECTADOS POR EL TERREMOTO DE JUNIO 2001 EN EL SUR DEL PERÚ”, en el se propusieron diferentes métodos de reforzamiento de las estructuras debido a los eventos suscitados por el sismo de Arequipa acontecido el año 2001, el cual precisamente las construcciones de edificios educativos, utilizándose la metodología ofrecida por el FEEMA, lo cual deriva que sea elegida de manera general, el aumento de la resistencia y la rigidez lateral por medio de muros de albañilería y muros de concreto armado

Antecedentes Internacionales

(Gaitán, 2017), en su tesis de doctorado titulada “RETROFIT OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS”, al ser presentada a la Universidad Nacional de Ohio, esta hace una verificación de las técnicas de reforzamiento que más son utilizados a nivel internacional y a la vez realiza un estudio de contraste del comportamiento ante un sismo destacando los resultados obtenidos usando un método u otro, uno de estos métodos utilizados es el encamisado de columnas de concreto, el cual resalta una cuantiosa diversidad de cantidades de confinamiento, asimismo se analizó el resultado del encamisado de columnas por medio de la utilización de perfiles de acero, hallándose que diversos tipos de reforzamiento muestran características diferentes, y que el encamisado de columnas de concreto, por lo general manifiesta una gran alternativa idónea a utilizar para el reforzamiento de columnas de concreto armado.

Singh (2013), en su artículo científico titulado “Structural and Rehabilitation of Multi Storeyed residential Buildings at ONGC colony Chandkheda, Ahmedabad, Gujrat”, el cual tiene como propósito la utilización y/o aplicación de las técnicas de reforzamiento de elementos estructurales en las edificaciones multifamiliares que se encuentran localizadas en la India, lo cual se empleó variados tipos de métodos, como la técnica del encamisado de columnas, el uso de fibras de carbono, la utilización de muros de concreto armado, con el objetivo de proporcionar mayor rigidez lateral, llegando a la conclusión que las técnicas de reforzamiento utilizadas en la estructura de la edificación, satisfacen en incrementar la resistencia lateral de los elementos estructurales, asimismo la rigidez solicitada por las reglas de diseño.

Alcocer (2012), en su tesis de maestría titulada “REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO”, PRESENTADA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM), efectúa el estudio de los métodos y/o técnicas de reforzamiento más utilizados, en particular el encamisado de columnas de concreto armado y la aplicación de resinas epóxicas, el cual el objetivo que pretende conseguir este trabajo, es el de utilizar las técnicas y/o métodos mencionados en el reforzamiento de viviendas con problemas de poca resistencia frente a solicitaciones de cargas laterales, teniendo como resultado que la utilización del encamisado de columnas es una excelente alternativa, tanto económico como técnico, para aumentar su capacidad de resistencia lateral de las columnas de concreto.

(Bournas y Triantafillou, 2012), presentaron un artículo titulado “INNOVATIVE SEISMIC RETROFITTING OF OLD-TYPE RC COLUMNS THROUGH JACKETING: TEXTILE-REINFORCED MORTARS (TRM) VERSUS FIBER-REINFORCED POLYMERS (FRP)”, expone en el octavo simposio mundial de ingeniería sísmica, acontecido en el año 2008 en la capital de china Beijing, el cual, en este artículo se llevó a cabo una investigación comparando la capacidad de reforzamiento utilizando el método del encamisado de columnas de concreto, contra los datos obtenidos utilizando el reforzamiento de columnas con fibras de carbono.

Teoría relacionada al tema

Características mecánicas de los materiales

Resistencia a la compresión del concreto

El concreto que se caracteriza por estar compuesto por una mezcla de agregados (piedras), agua y cemento, y se le denomina material de construcción. Este material presenta dos estados, el estado fresco, tiene una densidad pastosa y moldeable; el estado solidificado (endurecido), este es su estado final del concreto, una de sus características es su resistencia a la compresión ($f'c$).

El material debe tener un valor de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo a la resistencia a la compresión, siendo este al aplicarse a las viviendas de albañilería confinada; en el caso de pórticos, muros o sistemas duales (sistemas estructurales), su resistencia a la compresión como mínimo obedece a una resistencia de 210 kg/cm^2 .

Resistencia de fluencia del acero

el acero está formado por la aleación del hierro y el bronce, además, se le agrega demás elementos con el objetivo que pueda ayudar a mejorarse en sus propiedades mecánicas. Una de sus propiedades muy significativas es su resistencia a la fluencia.

La fluencia del acero es el estado donde el acero comienza a deformarse sin que se le haya incrementado cargas y tiene una rigidez muy cercada a cero. Hay casos donde existen aceros con esfuerzos de fluencia disimiles, las cuales tiene una aplicación en forma variada.

Esta el acero grado 60 estructural, se indica así, ya que tiene un esfuerzo de fluencia de 60kips o 4200 kg/cm^2 , en el sistema técnico (MKS). Teniendo en cuenta aquello, el acero, así como para el refuerzo longitudinal y para el refuerzo transversal de los elementos estructurales, es el acero con una fluencia de 4200 kg/cm^2 .

Fallas en columnas de concreto armado

Las columnas de concreto son elementos estructurales cuya función es resistir las fuerzas laterales, así como en edificaciones, obras de arte como puentes y otro tipo de elementos estructurales; este elemento estructural usualmente es el que sufre daños durante la ocurrencia ante un evento sísmico



Figura 3: Fallas de columna de concreto armado

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010)

En la norma de diseño sísmico E.030, indica que estos elementos no pueden sufrir colapsos, ya que, ponen en riesgo el conjunto estructural y las personas que ocupan el lugar; por lo general esta variedad de elementos están para que la disipación de energías se dé por medio de las deformaciones inelástica.



Figura 4: Fallas de columna de concreto debido a la acción de fuerzas sísmicas y gravitacionales.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

En la figura 3, podemos ver dos claros ejemplos de posibles daños presentados en columnas por la aplicación de las cargas externas.

Podemos ver que, en la primera imagen, el movimiento de las cargas externas logro deteriorar la columna, pero no llego a fallar, por la presencia de estribos que garantizo que el concreto tenga un confinamiento adecuado.

Por otro lado, podemos ver que en la segunda figura fallo la columna con mayor facilidad, dado a la poca cantidad de refuerzo transversal que utilizaron en la columna.

Configuración Estructural

Sistema estructural

La rigidez lateral de una estructura nos ayuda a reconocer el comportamiento de este al tener la presencia de cargas externas.

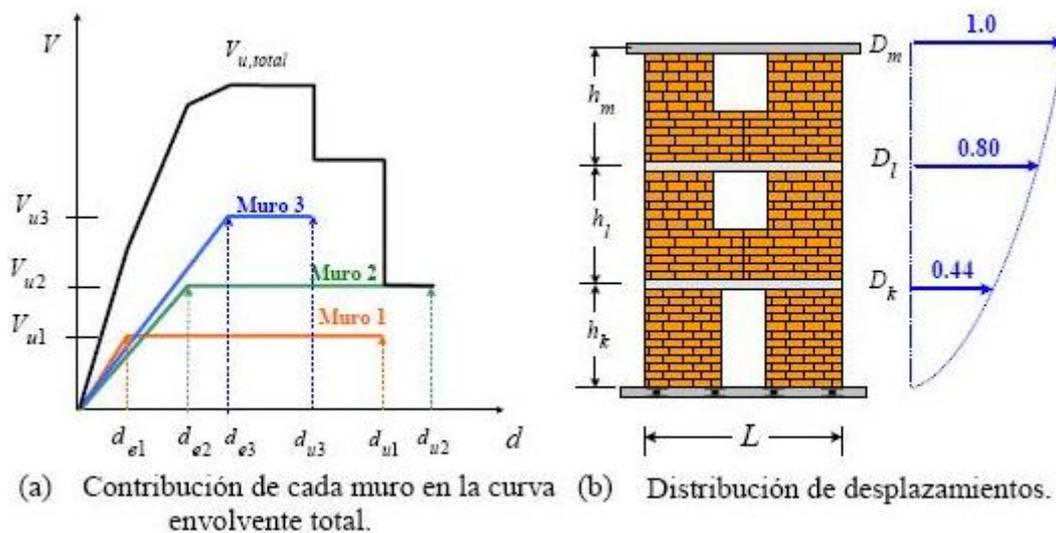


Figura 5: Sistema estructural de rigidez lateral.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

En esta investigación estamos enfocados en poder obtener la rigidez de los sistemas estructurales, así que se les hablara del sistema de muros y del sistema de pórticos de concreto armado.

En la figura 5, se puede notar este sistema estructural de columnas, este tipo de sistemas tendrá rigidez lateral, ya que, los esfuerzo inducidos en la base pueden distribuir en las bases de una manera considerable el impacto de las deformaciones axiales, por lo tanto, disminuye así las deformaciones totales.

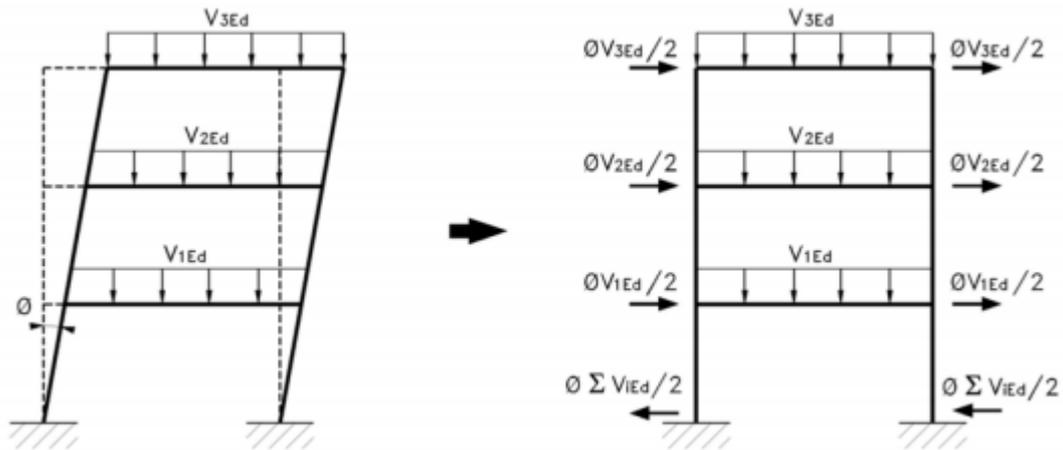


Figura 6: Sistema resistente de rigidez lateral.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

Este tipo de sistema estructural basado en pórticos, es un acoplamiento de los elementos como la columna y viga, que una de ellas predominara más sobre la otra, así como se muestra en la figura 6.

Con experiencias previas de acuerdo con el sentido de este sistema, se sabe que tiene muy poca rigidez lateral, esta estructura al ser aplicada por un conjunto de cargas externas, terminara deformándose de una manera que comprometa a la estructura y por lo tanto de una considerable deformación, incluso hay estudios que consideran que es capaz de llegar a ser aún veinte veces la deformación de un sistema de muros.

Reforzamiento de Elementos

Por lo general, el objetivo de un reforzamiento de estructural es incrementar su resistencia, rigidez y su capacidad de deformación lateral, debido a que, con estas particularidades la estructura podrá afrontar un evento sísmico.

Una de las técnicas más utilizadas y acreditadas que tenemos es el encamisado de columnas y vigas, este se basa en incrementar la resistencia y la rigidez lateral de los elementos de concreto armado, mediante el incremento en la sección transversal, así como nos indica en la figura 7.

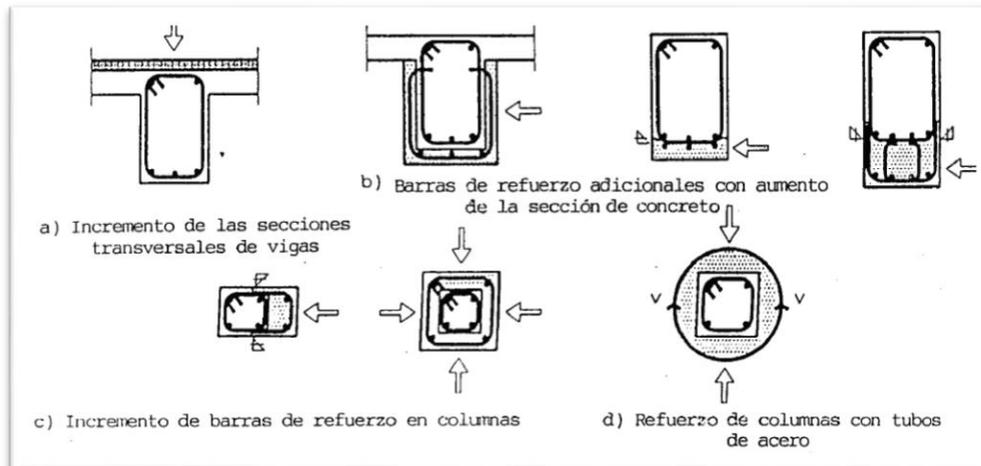


Figura 7: Incremento de la sección transversal, reforzamiento de columnas.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

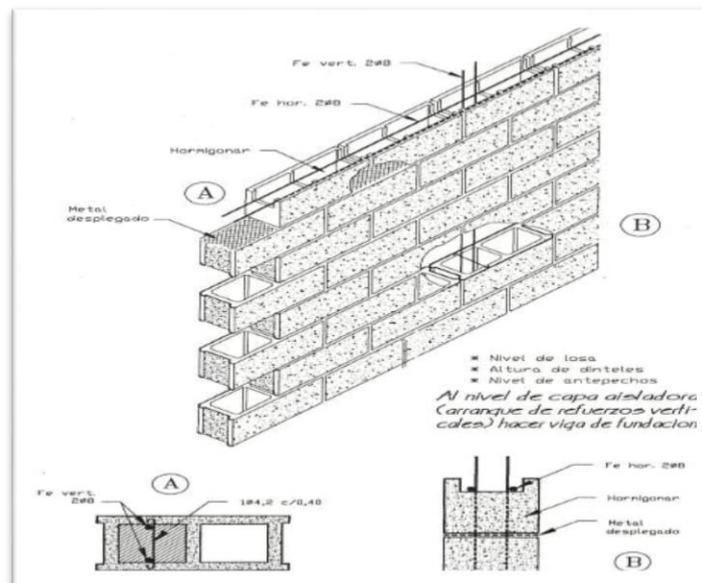


Figura 8: Muros de mampostería reforzados.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

Secciones transversales

El encamisado de columnas es una de las técnicas que nos permite incrementar la rigidez de la columna como su resistencia, incrementando así la sección trasversal median técnicas aplicadas, así como nos muestra la figura 9.

En un proyecto, se sugiere un encamisado de columna siempre y cuando el especialista, en este caso, el ingeniero estructural indica una deficiencia de resistencia o rigidez laterales, pero cabe indicar que siempre resulta más fácil diagnosticar una deficiencia de rigidez lateral que una resistencia lateral.

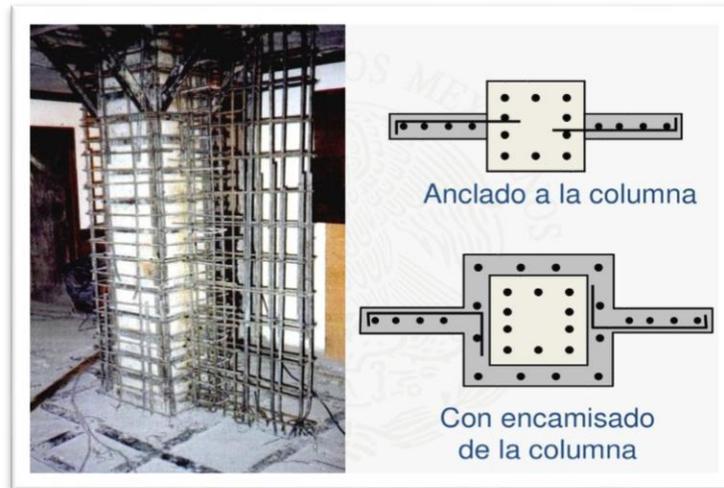


Figura 9: Muros de mampostería reforzados.

Fuente: Retrofitting desing of building structures, xilin lu (2010).

Una vez ya obtenido la necesidad del encamisado, se deberá estimar el incremento de la rigidez que sea indispensable, esto determinará el tamaño que se requiera para el elemento estructural. Por ejemplo, podemos tener un conjunto de columnas cuadradas, con lados de 25cm, el estudio nos indica que se necesita incrementar la rigidez lateral, siendo así, se requiere aumentar el tamaño de los elementos estructurales, por ejemplo, hasta 50 cm de cada lado por elemento estructural en este caso de las columnas.

Una vez que se ha obtenido y se determina el tamaño de los elementos estructurales, es esencial que determinemos el refuerzo adicional que se requiere, cabe aclarar que deberá tener un mínimo de 1% de la nueva sección transversal.

Una forma que facilita y que se utiliza para determinar el tamaño de los elementos estructurales, es mediante el análisis sísmico, el cual incluye el conjunto de fuerzas laterales y gravitacionales, teniendo los resultados obtenidos, se deberá hacer una comparación con la capacidad actual que tiene el elemento.

Sistema de anclaje de varillas externas

La técnica de encamisado de columnas, se requiere del anclaje de una cierta cantidad de varillas al concreto existente, para lo cual se deberá usar las técnicas más comunes de anclaje de varillas de acero.

Una de las técnicas que más se utilizan en la actualidad y la de mayor aplicación inmediata por su fácil uso es la utilización de pegamentos, estos contienen una serie de sustancias que

hacen una mejor adherencia química entre el acero y el concreto, al hacer contacto es decir una vez unidos, permitirá que el acero de refuerzo pueda transmitir esfuerzos al concreto, formando un conjunto de funciones.

Este proceso se iniciará con la penetración en el concreto, formando un orificio la cual deberá el diámetro de la varilla ingresar donde se colocará. Se continua con la aplicación del aditivo, el operario debe asegurarse que el aditivo se esté colocando de manera adecuada con las cantidades correctas y verificando que el aire no se quede atrapado. Para finalizar, coloca la varilla de acero, la cual lo introduce girando en el orificio, garantizando que en su interior no se forme bolsas de aire dentro de la cavidad que será colocado el acero, así como muestra la figura 10.

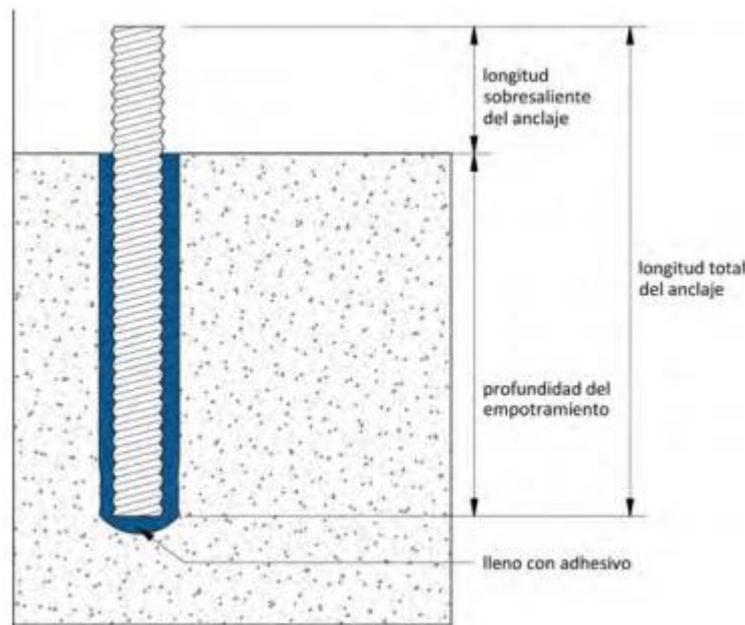


Figura 10: Sistema de anclajes en concreto existente

Fuente: Instituto del concreto y el hormigón, Chile.

En la figura que se muestra, podemos observar que el diámetro de la cavidad es mayor que al de la varilla de acero, con la finalidad de que cuando se aplique el pegamento, existe suficiente espacio para permitir la interfaz del aditivo de refuerzo.

Columnas de concreto armado

Para el diseño de columnas, se obtiene mediante un proceso en las que las dimensiones del elemento, las cantidades, y la distribución del refuerzo longitudinal y transversal deben ser analizadas mediante un análisis sísmico. Para ello, se basa en la combinación de fuerzas

externas producidas por las cargas gravitacionales y cargas sísmicas, mediante siguiente formula:

$$U= 1.4D+1.7L$$

$$U= 2.25 (D+L) + S$$

$$U=0.9D+S$$

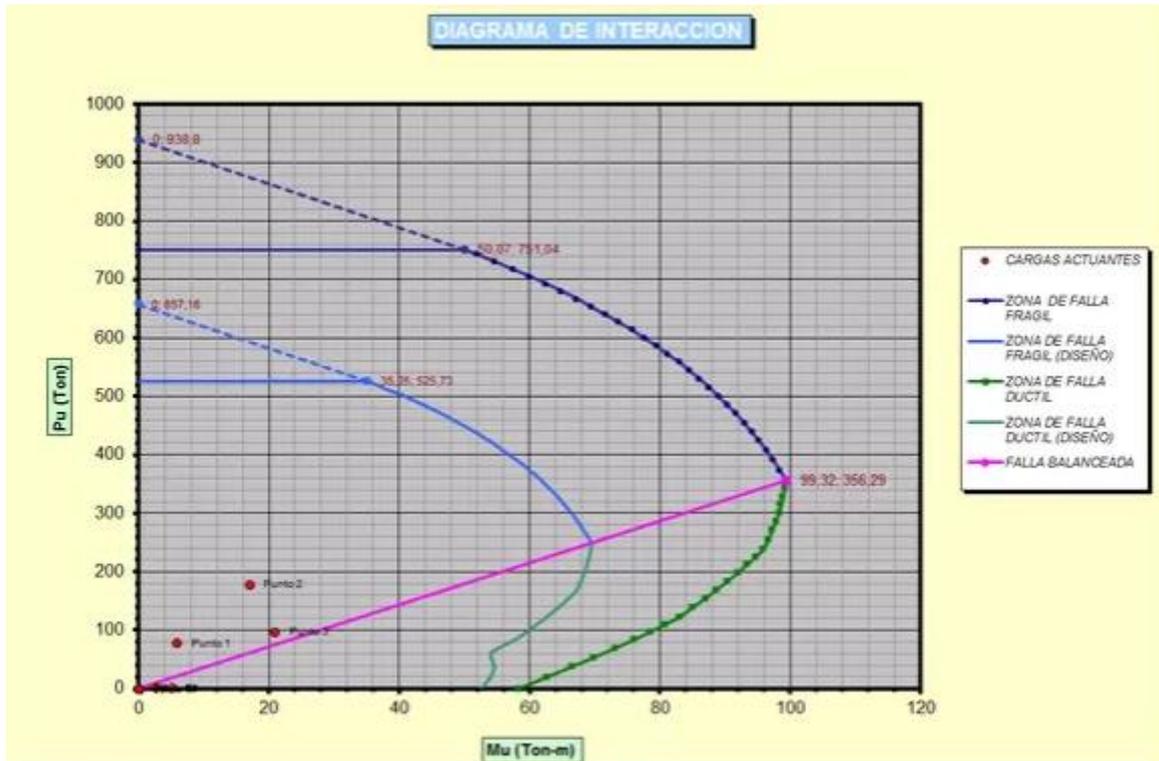


Figura 11: Esquema de interacción de columnas.

Fuente: Instituto chileno del concreto y el hormigón.

Finalizando, el conjunto de fuerzas que se obtuvo, la cual se llama demanda sísmica, se le realiza una comparación con la capacidad del elemento. Cabe recalcar que la capacidad de la columna se puede representar en un lugar geométrico llamado como diagrama de interacción. Explicado en la figura 11.

El esquema de interacción es un conjunto de puntos que representan por un lado la fuerza axial y por el otro el momento flector, esta nos muestra como la sección tanto del concreto como del acero pueda llegar a su falla; se asume que el concreto llega a su deformación unitaria cuando alcanza el 0.003.

Para finalizar, el diseñador debe tomar la decisión de que las fuerzas externas que se obtuvieron de las cargas que se combinaron que se mostraron al inicio de la sección, superan o no, al diagrama de interacción, de darse el caso, el proyectista tendrá que plantear una sección con mayor tamaño o incrementar el refuerzo.

Demanda sísmica

Es el grupo de fuerzas que son externas que se inducen en una estructura por la acción de movimientos del suelo de fundación. Por lo general estas fuerzas tienen dentro de sus características y componentes en tres direcciones, de las cuales se puede mencionar que tienen dentro de sus componentes una horizontal y otra vertical.

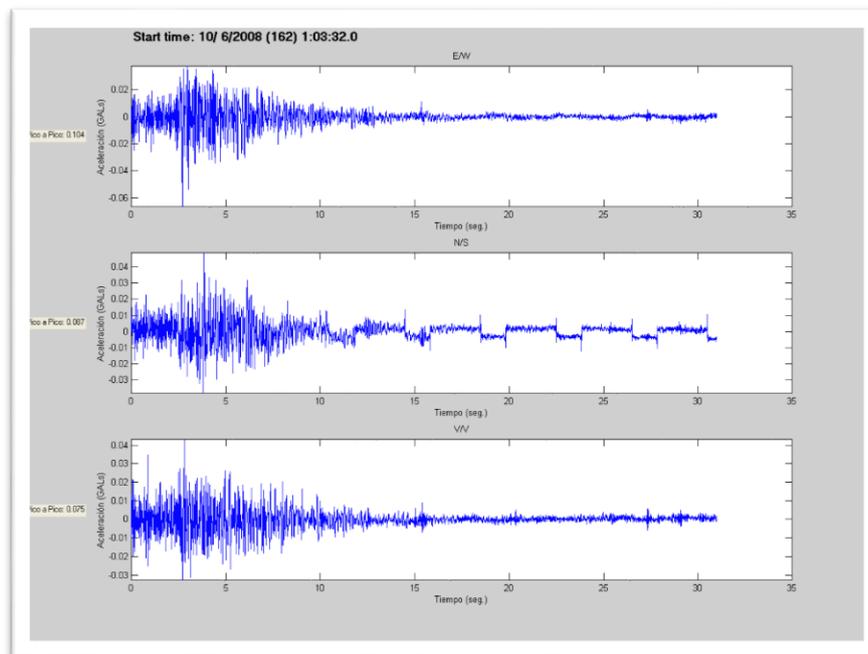


Figura 12: Nominas de aceleración sísmica típicos.

Fuente: Instituto del concreto y el hormigón, Chile.

Se debe tener en consideración que, durante la ocurrencia de un evento sísmico, el suelo tiende a moverse por lo general en direcciones diferentes e independientes, siendo estas tres, para lo cual, se mide el movimiento del suelo en tres direcciones ortogonales, a lo cual se les denominan NS, EW y vertical del sismo.

Se debe aclarar que es viable la medición del desplazamiento, de las velocidades o aceleraciones, aunque, con la ingeniería moderna, se destacó la medición de la aceleración del suelo, sabiendo que es posible la obtención del desplazamiento y las velocidades del suelo.

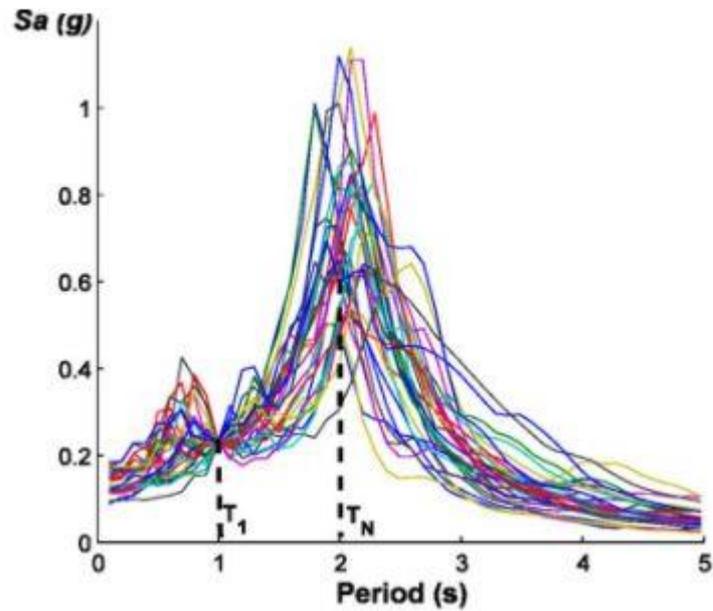


Figura 13: Esquema de la demanda sísmica y sus características, mediante el uso de espectros de diseño. Fuente: Instituto chileno del concreto y el hormigón.

Una manera de caracterizar la demanda sísmica se realiza por medio del uso de espectros de aceleración, es conocido que, los espectros de aceleración se muestran en gráficos que se relacionan en periodos y las aceleraciones máximas de estos elementos. Por lo tanto, la información que nos brinda al hacer uso de este tipo de espectros de aceleración es muy aceptable al igual que la de un registro de aceleración.

Además, estos gráficos que nos muestran los espectros de aceleración sísmica, nos ayudan a determinar en qué tipo de suelo estamos trabajando al momento de realizar una construcción, por lo tanto, se debería tener en cuenta al momento de ejecutar cualquier tipo de infraestructura.

Curva de capacidad

Es una relación que se da entre las fuerzas laterales que son aplicadas a una estructura y el desplazamiento lateral, tal cual se muestra en la figura 14.

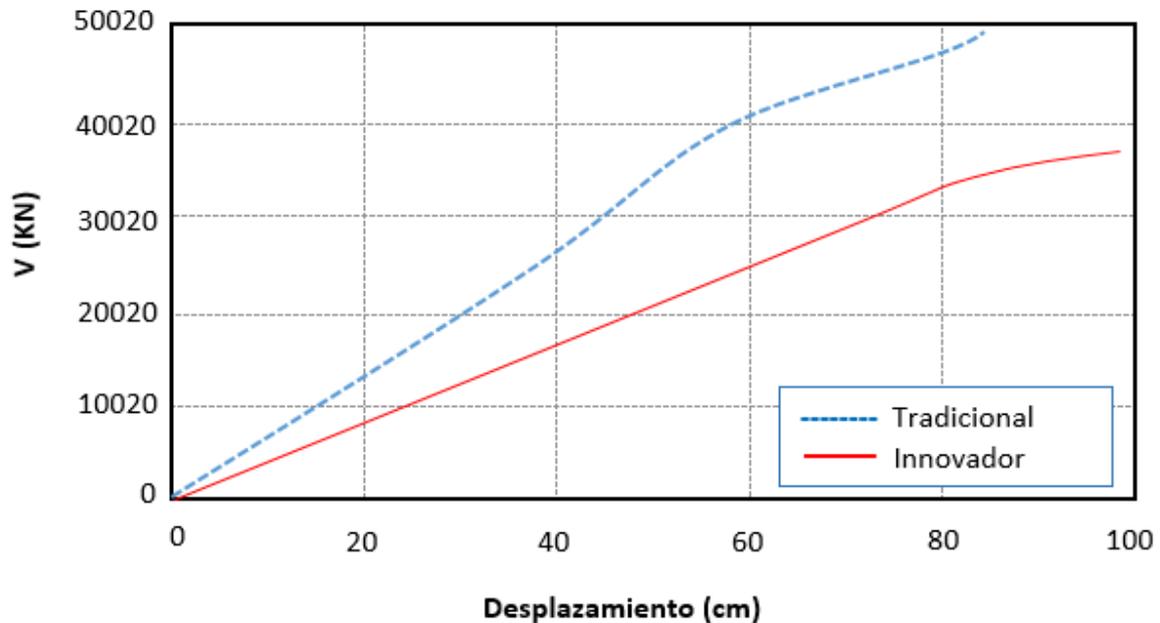


Figura 14: Curva de capacidad típica de una estructura.

Fuente: Elaborado por el autor.

La curva de capacidad nos permite obtener información de los aspectos más importantes de una estructura, como: la resistencia lateral, la capacidad de deformación, la rigidez lateral ya que debemos tener presente que todas estas características son las que fijan o definen como es el comportamiento de la estructura.

Determinación de la curva de capacidad

Los análisis estáticos no lineales, son métodos que se utilizan debido que nos permiten evaluar la curva de capacidad, para lo cual es necesario realizar una serie de modelos. Lo cual nos permite observar cual es el comportamiento al momento de observar la relación que existe entre la resistencia a las cargas laterales y el desplazamiento lateral de la misma.

Objetivos de desempeño

Se basa en la capacidad que tiene la estructura de soportar las eventualidades ante la ocurrencia de un sismo, es decir, esta tiene que responder de manera segura a los niveles de daño indicado que podrían suscitarse, siendo esta tolerable ante las sollicitaciones que puedan ocurrir.

Por citar un ejemplo, la norma de diseño señala que, ante la eventualidad de un movimiento sísmico con periodos de retorno, el tipo de edificaciones común mente utilizados para la construcción de viviendas familiares deben de proteger la vida de los que la ocupan, como principal prioridad. También podríamos hacer mención que un objetivo diferente sería aquel que indica que, una edificación familiar deberá permanecer con total normalidad operativa al momento de darse la eventualidad de un sismo con el mismo periodo de retorno.

Nivel de desempeño

Con relación a los niveles de desempeño de una estructura, esta se relaciona a los estados que una edificación experimenta con la aplicación de conjuntos de cargas laterales. Además, también se relaciona con el nivel de daño que pueda haber sufrido la estructura (edificación). A esto se suma que se puede identificar las características que ha sufrido una edificación al evaluar los niveles de daño que experimenta, siendo estos cinco estados: nivel operacional, en la que la estructura se encuentra fuera del colapso, nivel funcional, resguardo de vida, cerca al colapso, y el colapso. Así como se puede observar en la figura 15.

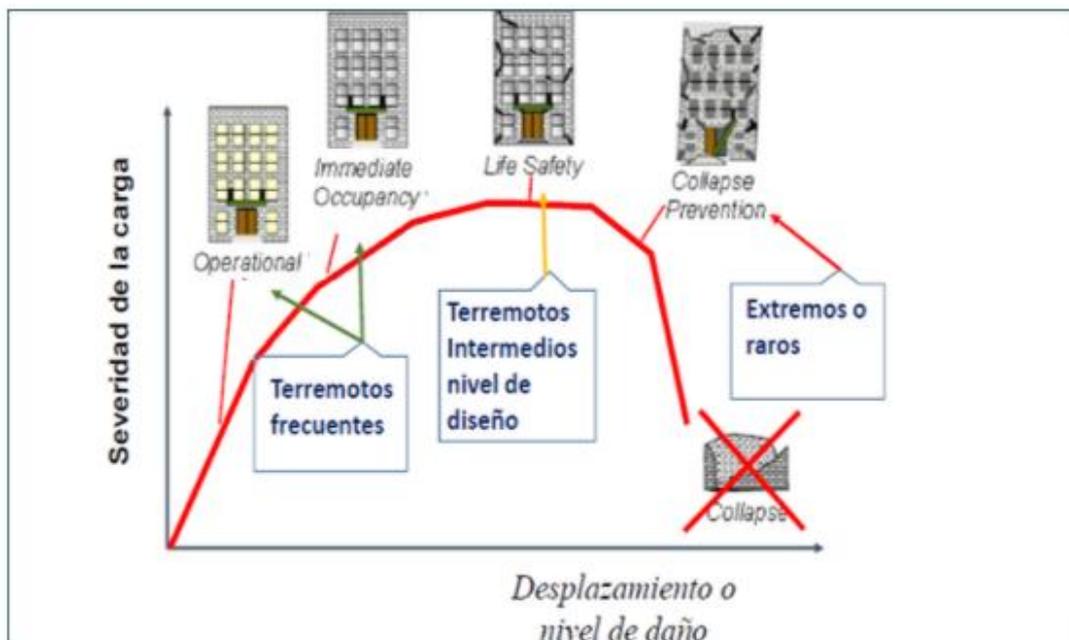


Figura 15: Curva de capacidad típica de una estructura.

Fuente: Retrofitting Design of Building Structures, Xilin Lu (2010).

Como se puede observar en la imagen, se constata cada uno de los niveles de daño que sufre una estructura, así como su relación que existe con las características con los cinco estados que esta presenta. También es importante señalar y aclarar que toda edificación se caracteriza

por tener una curva de capacidad, es decir, que aquellas fuerzas (laterales) siempre van a estar relacionadas con sus respectivos desplazamientos.

Totalmente operacional

Esta se refiere a que el nivel de desempeño operacional que se ha comportado la estructura (edificación) es buena, es decir, los daños que sufre la edificación es prácticamente inexistente, solo apenas existirían micro fisuras indetectables. La edificación en este nivel de daño puede ser prestada para ser habitada y dar los servicios para lo que fue construida.

Operacional. - En este nivel aparecen una cantidad leve de daños estructurales y no estructurales. Esta se caracteriza por que se presentan fisuras pequeñas, las cuales no afectan la integridad de la estructura, aunque, debido al movimiento de los sismos, posiblemente algunos de sus servicios no se puedan volver a utilizar, siendo así, que todavía es posible que sea habitado por personas lo cual pueden ocupar con normalidad.

Seguridad de vida

En este nivel ya está sufriendo un daño considerable la estructura, para lo cual no es recomendable su ocupación. Esta se caracteriza porque se presentan grietas de tamaño considerable en las estructuras. Es muy importante indicar que la normal de diseño sísmico E 0.30, indica que las edificaciones se deben evitar la muerte de personas, vale decir, que la estructura puede tener una serie de daños, pero se debe evitar en la medida de lo posible el colapso total de la estructura.

Próximo al colapso

Para este nivel la estructura pierde su disposición (capacidad), de poner resistencia a las acciones de las cargas laterales por la degradación de la rigidez lateral, para lo cual el colapso de la estructura ya estaría demasiado próximo. En este nivel es imposible ocupar la estructura.

Sismos de diseño

Por lo que se refiere que, ante la eventualidad de un sismo ésta genera una demanda la cual su variable es una que no puede ser determinada, vale decir, que su variable no la podemos conocer, debido a sus mecanismos de propagación y su naturaleza, ya que por lo general son demasiados complicados, y necesita una serie de información y una inmensa capacidad de procesamiento para poder obtener los cálculos con exactitud. Para la ingeniería de esta época resultaría algo inviable, debido a que no sería económico ni práctico. La ingeniería sísmica

de la actualidad (moderna), emplea los modelos probabilísticos, lo que le permite poder realizar estudios ante la ocurrencia de un evento. Es así como la ingeniería clasifica a los sismos como frecuentes, ocasionales, raros y muy raros.

Tabla 1. Niveles de peligro sísmico cuantificado por sus periodos de retorno.

	IDDR-0.2 Complementa Operacional 0.5 %	IDDR-0.4 Operacional 1.0 %	IDDR-0.6 Seguridad de Vidas 2.0 %	IDDR-0.8 Cerca al Colapso 2.5 %
Sismo Frecuente (43 años) 70% en 50 años	SÍ	NO	NO	NO
Sismo Ocasional (72 años) 50% en 50 años	SÍ	SÍ	NO	NO
Sismo raro (475 años) 10% en 50 años	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Sismo excepcional (970 - 2475 años) 5 ó 2% en 50 años	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Comité Visión 2000.

Tabla 2. Niveles de desempeño sísmico recomendados por el comité visión 2000.

COMITÉ VISIÓN 2000		Nivel de Desempeño de la Edificación			
		Totalmente Operacional	Operacional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso
Nivel de Demanda Sísmica	Sismo Frecuente (43 años)	3			
	Sismo Ocasional (72 años)	2	3		
	Sismos raros (475 años)	1	2	3	
	Sismos muy raros (970 años)	1	1	2	3

3	Edificaciones Comunes
2	Edificaciones Esenciales
1	Edificaciones de Seguridad Crítica

Fuente: Comité Visión 2000.

Por otra parte, existen clasificaciones a nivel mundial, las cuales están normadas, de las cuales podemos mencionar la clasificación de las estructuras por su nivel de importancia por lo cual las edificaciones pueden ser clasificadas en básicas, esenciales o estructuras críticas.

Tabla 3. Clasificación tipos estructurales más conocidos, comité visión 2000.

0	: Desempeño inaceptable
1	: Estructuras básicas
2	: Estructuras Esenciales / Riesgosas
3	: Estructuras Críticas

Fuente: Comité Visión 2000.

Tabla 4. Objetivos de desempeño característicos, comité visión 2000.

Movimiento Sísmico de Diseño	Nivel de desempeño mínimo
Sismo Frecuente	Totalmente Operacional
Sismo ocasional	Operacional
Sismo Raro	Seguridad
Sismo muy raro	Próximo a colapso

Fuente: Comité Visión 2000.

Definición de los objetivos de diseño

Relación Desempeño - deriva

Este aspecto está relacionado con los estados de daño que el diseñador requiere que alcance la estructura, cuando esta sea sometida a diversos niveles de peligro. particularmente se da en casos que el diseñador considera que es muy importante que este operacional una edificación (vivienda) luego de ocurrido un sismo eventual, ya que, se puede así decidir construir una vivienda de esas características con una mejor estructuración y un mayor consumo de materiales; por otro parte, algún otro diseñador podría considerar suficiente con que la estructura no llegue a colapsar ante las acciones del mismo sismo.

Tabla 5. Relación entre los daños estructurales y los niveles de desempeño.

Estado de Daño	Nivel de Desempeño	Descripción de los Daños
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios.

Leve	Operacional	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad.
Moderado	Seguridad	Daños moderados en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse. Puede ser necesario cerrar el edificio temporalmente.
Severo	Pre – Colapso	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.
Completo	Colapso	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación.

Fuente: Comité Visión 2000.

Deriva objetivo

Como se ha logrado mencionar anteriormente, los niveles de daño y las distorsiones tienen una estrecha relación, para lo que, si queremos reducir daño a algunos niveles de desempeño, se debe reducir a su vez las distorsiones laterales.

Tabla 6. Denominación usada para la identificación de sistemas estructurales.

Descripción	Nombre	Número de pisos	Designación
Pórticos de concreto amado (C1)	Bajos	1-3	C1L
	Medianos	4-7	C1M
	Altos	8+	C1H
Muros de corte de concreto (C2)	Bajos	1-3	C2L
	Medianos	4-7	C2M
	Altos	8+	C2H
Pórticos de concreto armado rellenos con muros de albañilería (C3)	Bajos	1-3	C3L
	Medianos	4-7	C3M
	Altos	8+	C3H

Fuente: Comité Visión 2000.

Debemos tener en cuenta que una de las mayores cosas de la ingeniería es poder predecir de qué manera se comportan las estructuras, mediante modelos y cálculos matemáticos, de manera que es necesario poder determinar las relaciones directas entre los niveles de daños y las distorsiones laterales.

Tabla 7. Relación entre los niveles de daño, distorsiones laterales y niveles de diseño.

Nivel de diseño	Tipo	Distorsión angular de entrepiso en el límite de daño estructural, en edificios de concreto armado			
		Daño leve	Daño moderado	Daño severo	Daño completo
Alto	C1L	0.005	0.01	0.03	0.08
	C1M	0.0033	0.0067	0.02	0.0533
	C1H	0.0025	0.005	0.015	0.04
	C2L	0.004	0.01	0.03	0.08
	C2M	0.0027	0.0067	0.02	0.0533
Moderado	C2H	0.002	0.005	0.015	0.04
	C1L	0.005	0.0087	0.0233	0.06
	C1M	0.0033	0.0058	0.0156	0.04
	C1H	0.0025	0.0043	0.0117	0.03
	C2L	0.004	0.0084	0.0232	0.06
	C2M	0.0027	0.0056	0.0154	0.04
Bajo	C2H	0.002	0.0042	0.0116	0.03
	C1L	0.005	0.008	0.02	0.05
	C1M	0.0033	0.0053	0.0133	0.0333
	C1H	0.0025	0.004	0.01	0.025
	C2L	0.004	0.0076	0.0197	0.05
	C2M	0.0027	0.0051	0.0132	0.0333
	C2H	0.002	0.0038	0.0099	0.025
	C3L	0.003	0.006	0.015	0.035
	C3M	0.002	0.004	0.01	0.0233
	C3H	0.0015	0.003	0.0075	0.0175
	C2L	0.0032	0.0061	0.0158	0.04
	C2M	0.0021	0.0041	0.0105	0.0267
	C2H	0.0016	0.0031	0.0079	0.02
	C3L	0.0024	0.0048	0.012	0.028
	C3M	0.0016	0.0032	0.008	0.0187
C3H	0.0012	0.0024	0.006	0.014	

Fuente: Comité Visión 2000.

Rigidez lateral

Con respecto a la rigidez lateral de una estructura, es la medición de fuerza que necesita la estructura para poder desplazarla de manera lateral, se puede obtener con la siguiente expresión:

$$K=F_y/D_y$$

F_y : fuerza de fluencia de la estructura

D_y : desplazamiento asociado a la fuerza

Resistencia Lateral

Dicho en otras palabras, toda estructura recibe fuerzas las cuales estas deben alcanzar las máximas sin tener alguna pérdida de rigidez. Si observamos la curva de desempeño, la resistencia lateral llegar a estar donde se encuentra el máximo de la curva.

Capacidad de deformación

Es decir, referido a toda estructura que dentro de todas sus capacidades alcanza su nivel máximo de desplazamiento sin que la edificación colapse. Si lo vemos desde la vista de la curva de capacidad, se encontraría al término de esta. Se toma las medidas en términos de desplazamientos. Cuando nos lanza que los valores son grandes, nos indicarían que la estructura tiene buenos mecanismos de energía, pero si fuera de valores pequeños, indicaría que será una falla frágil.

Reforzamiento de estructuras

El reforzamiento de estructuras nos indica sobre el aumento de las capacidades de cada elemento estructural, por consecuencia a las solicitudes nuevas de demanda por el tema de sismo, cambios de uso o fuerzas externas como vientos.

- Edificaciones diseñadas con muchas deficiencias de capacidad ante la ocurrencia de sismos o vientos
- Edificaciones que fueron diseñados para un tipo de uso, sin embargo, suelen utilizarse para otros tipos de uso.

Rehabilitación de estructuras

La rehabilitación de estructuras considera un incremento en la capacidad de los elementos estructurales.

Problemas Relevantes de una estructura sismorresistente

Cada estructura contiene propiedades mecánicas que las caracterizan, y a su vez indican las respuestas sísmicas frente a las acciones de sismos. Las más importantes propiedades son:

Tabla 8. *Propiedades resaltantes de una estructura sismorresistente.*

Propiedades Resaltantes de un Estructura Sismorresistente	
1	Resistencia lateral
2	Rigidez lateral
3	Capacidad de deformación
4	Masa reactiva
5	Disipación de energía

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de reforzamiento

Son procesos sistemáticos que siguen una secuencia lógica, para que la estructura pueda así alcanzar sus objetivos estructurales.

Tabla 9. *Proceso de reforzamiento de una estructura sismorresistente.*

Proceso de Reforzamiento	
1	Identificar sistema estructural existente
2	Identificar las relaciones de aspecto de la estructura
	a. Irregularidades en planta
	b. Irregularidades en altura
3	Estimación de asa y propiedades estructurales
	a. Valor global
	b. Distribución de planta
	c. Distribución en elevaciones
4	Estimación de la rigidez de la estructura
	a. Distribución de la rigidez en planta
	b. Distribución de la rigidez en la altura
	c. Identificar discontinuidades o deficiencias
5	Definir interacción estructura con excitación sísmica
	a. Análisis elástico (Estático o dinámico)
	b. Definir posibilidad de mal comportamiento sísmico.

Fuente: Elaboración propia.

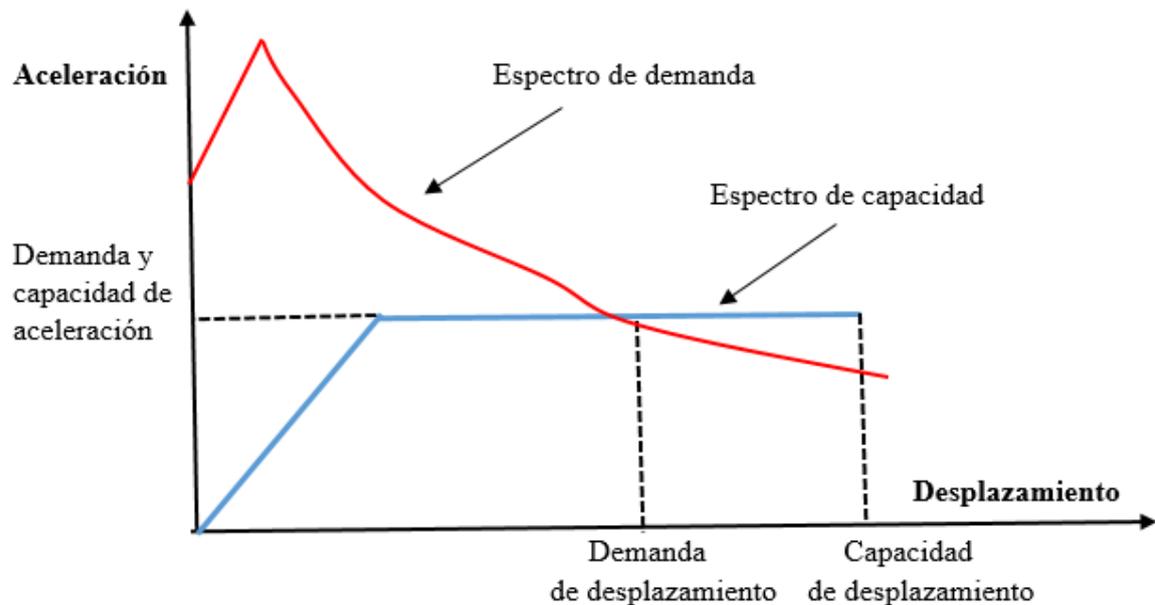


Figura 16: Proceso de reforzamiento de estructuras.

Fuente: Retrofitting Design of Building Structures, Xilin Lu (2010).

Peligro sísmico en el Perú

Los peligros sísmicos en el Perú, son posibilidades que puedan darse ya que, la magnitud en distintas regiones geográficas de la tierra, por efecto del evento sísmico, excedan su valor en determinados periodos de retorno y tiempo. Este valor de excedencias se encuentra de la mano al nivel de sismicidad de la zona que pueda suscitarse, puesto que, las zonas de ubicadas en la interacción de placas o de fallas, su nivel de peligro será mayor al de otras regiones, tal es el caso de Perú, ubicada en la interacción de la placa de nazca y la sudamericana, por lo cual, forma a ser una de los lugares con mayor sismicidad en el mundo; con acuerdo con la norma E030, los niveles de aceleración del suelo en la costa peruana son de 0.45g, con una probabilidad de excedencia del 10% cada 50 años.

Por tal motivo es necesario evaluar y estudiar tal fenómeno sísmico en el Perú, con el objetivo de poder lograr en la medida de lo posible, contrarrestar o mitigar sus efectos en las estructuras que estén expuestas a estos eventos. Para evitar así la pérdida de vidas humanas, materiales y económicas.

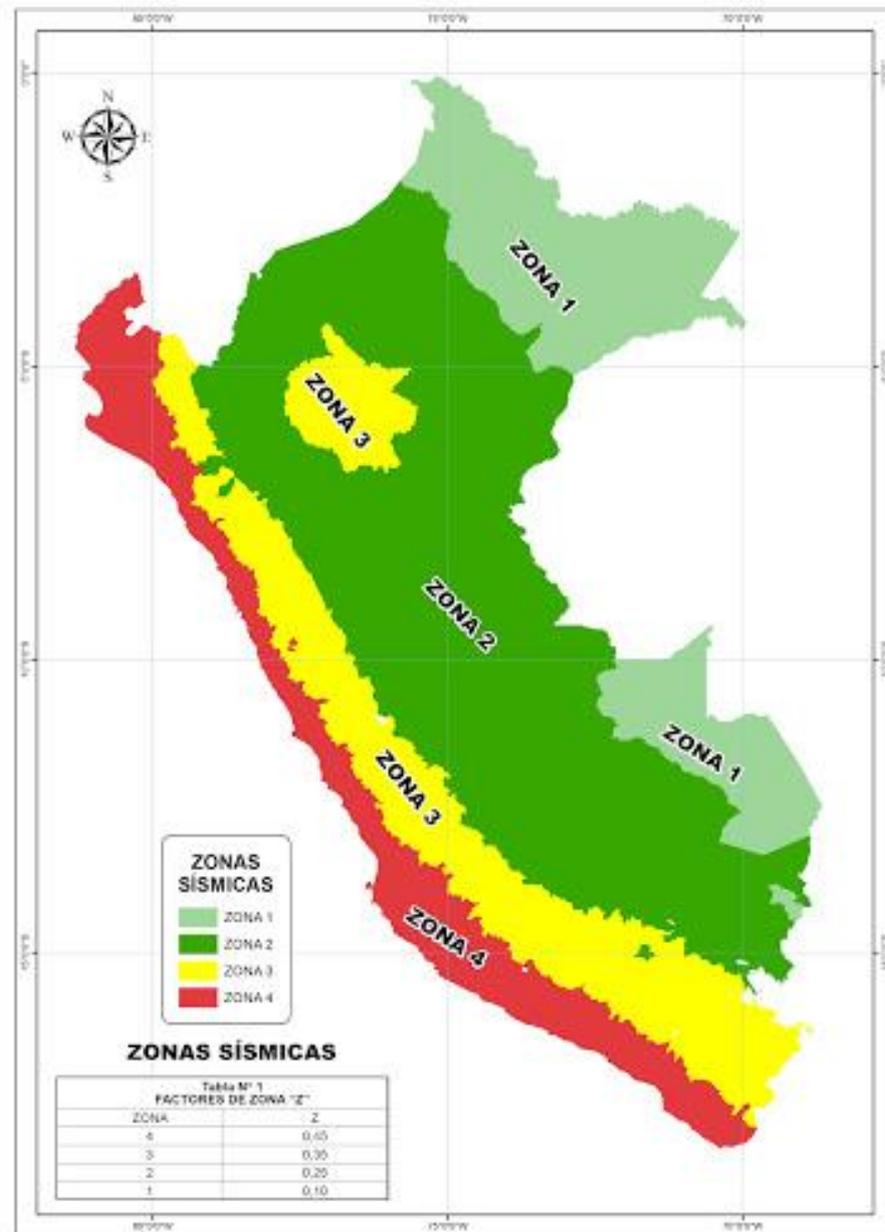


Figura 17: Zonificación del peligro sísmico.

Fuente: CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, 2011).

Efecto del suelo en la demanda sísmica

Acorde con la norma E030, la acción sísmica tiene un efecto directo al tipo de suelo, para ser más específico la magnitud de la aceleración, esto viene dado por el factor de suelo "S", mientras que las características del periodo de vibración del suelo se determinan por T_p y T_l .

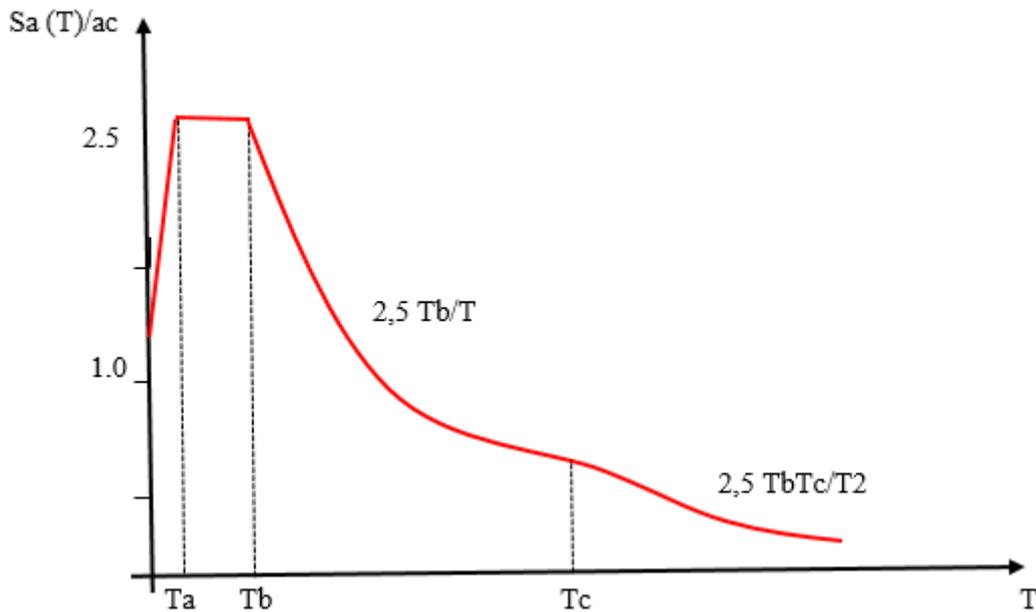


Figura 18: Espectro de aceleración.

Fuente: Norma Peruana E030.

Suelo intermedio

Acorde con la norma sísmica E 030, el suelo intermedio oscila su velocidad de ondas de corte V_s entre 180m/s y 500 m/s, indicando que hay ocurrencias donde se sedimenta la estructura sobre arena espesa (densa), gruesa a media o grava arenosa menos densa.

Modelos de análisis no lineal

En otras palabras, se refiere a métodos, modelos, sistemas a utilizar mediante la matemática que nos permiten la planificación de un elemento estructural, esto es, que la proporción o equidad entre los esfuerzos y deformaciones se consideran hasta un cierto punto. A partir de esto, existen relación no lineal entre las deformaciones y los esfuerzos. Los modelos que más se conocen son la plasticidad concentrada o de tulas plásticas, así como también el modelo de plasticidad distribuida entre muchas más.

Curva de capacidad

La curva de capacidad es una gráfica donde la relación existente entre el desplazamiento y la carga aplicada se encuentra asociado al techo de una edificación.

Formulación del problema

Formulación del problema general

1. ¿Podría usarse el encamisado de columnas como una técnica de reforzamiento en viviendas?

Formulación de los problemas específicos

1. ¿Qué efecto tiene el encamisado en la resistencia lateral de viviendas vulnerables frente a sismos en la calle turquesas del distrito de Comas?
2. ¿Qué efecto tiene el encamisado en la capacidad de deformación (ductilidad) de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en la calle turquesas del distrito de Comas?
3. ¿Qué efecto tiene el encamisado de columnas en la rigidez lateral de las viviendas vulnerables frente a sismos en la calle turquesas del distrito de Comas?

Justificación

La razón de este tema de investigación que trata de las estructuras (edificaciones), con una gran vulnerabilidad sísmica, responde a que es parte de nuestra realidad nacional la práctica del autoconstrucción, ya que nos genera una gran situación de peligro, siendo que nuestras construcciones (edificaciones), son deficientes ante la posibilidad de un sismo de gran magnitud, causando así pérdidas humanas y económicas. Es por tal motivo, que el presente proyecto de investigación se propone ante las presencias de viviendas que son autoconstruidas.

Puesto que nuestra investigación proyectada pretenderá aportar nuevos datos para el reforzamiento de las viviendas autoconstruidas y beneficiándola para la disminución del colapso de las edificaciones.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Indicar y demostrar que una buena alternativa para el reforzamiento de las viviendas vulnerables a un sismo es la técnica del encamisado.

Objetivos específicos

1. Demostrar que el encamisado de columnas incrementa la resistencia lateral de viviendas vulnerables frente a movimientos de sismos ubicadas en la calle turquesas, distrito de comas.
2. Demostrar que el encamisado de columnas incrementa la capacidad de deformación de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en la calle turquesas del distrito de comas.
3. Establecer el efecto que tiene el encamisado de columnas de concreto en la rigidez lateral de viviendas autodestruidas de la calle turquesas del distrito de comas.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

Al utilizar el método del encamisado de columnas para el reforzamiento estructural de las viviendas, aumentaremos la resistencia lateral ante un evento de sismos en las edificaciones.

Hipótesis específicas

1. Al utilizar el método del encamisado aumentaremos su resistencia lateral de las viviendas ubicadas en el distrito de Comas.
2. Con el método del encamisado, aumentaremos la capacidad de deformación de las columnas en las viviendas ubicadas en el distrito de Comas.
3. El uso de encamisado de columnas permitirá un incremento de la rigidez lateral de las viviendas vulnerables ubicadas en la calle turquesas del distrito de Comas.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Para esta investigación el diseño que emplearemos en el desarrollo de nuestra tesis será el de “diseño no experimental”, puesto que, para su desarrollo no se realizará alguna situación que se puede controlar para que el investigador pueda manipular de una manera intencionada la variable independiente, a razón que, no habrá una planificación del investigador con respecto al control de variables durante su estudio.

La presente investigación cogerá información de una realidad hecha, recolectaremos información referente de nivel del a edificación, así como de qué manera se encuentran ordenadas (distribución), las columnas (elementos verticales) y la evaluación de los materiales usados en construcciones ya dichas.

Se pretende el estudio de los efectos producidos por el uso de encamisado de columnas, así como el aumento de resistencia lateral, grado de ductilidad y el aumento de la capacidad de deformación lateral.

Dimensión temporal

Sobre los datos que se recolectará en número de puntos, utilizaremos una “investigación no experimental transversal”, puesto que, la recopilación de los datos obtenidos se realizará tratando de buscar, analizar y describir las variables y así determinar su interrelación. Así, será interesante saber en qué situación se encuentra el problema identificado en el distrito de Comas.

Tipo de investigación

En este proyecto de tesis proyectamos un tipo de estudio con una visión cuantitativa, puesto que, se recolectará una serie de información (datos), para experimentar una hipótesis de tal manera que pueda medirse numéricamente y el análisis estadístico, con el fin de colaborar con evidencias en la justificación del problema de investigación.

Alcance de la investigación

El presente proyecto de tesis, se pretende el desarrollo de una investigación correlativa, esto quiere decir, que la intención del estudio es poder realizar la medición del grado de relación y la forma como se interactuaran dos variables materias de la presente investigación, por ello, se propone que el tipo de estudio pueda especificar qué tan relacionado o asociados se encuentren estas variables.

Método de investigación

Referido a una serie de secuencias estratégicas y métodos (procedimientos) que el objetivo que tienen es la validación empírica de una hipótesis y que así pueda permitir la explicación de su existencia, aunque, no se puede determinar sus conclusiones como verdad absoluta.

Con acuerdo con esto, realizaremos el método hipotético-deductivo en la investigación, porque requeriremos los pasos y procedimientos a utilizar en este trabajo de investigación, se observará el fenómeno a estudiar, la fundación de una nueva hipótesis para manifestar la verificación de los enunciados en la hipótesis planteada y los fenómenos observados. Este método obliga que el investigar pueda combinar el momento racional con la observación de la realidad.

El método estadístico:

Es un método de presentación, análisis, interpretación simplificación y de alcance de características o datos numéricos de un proyecto de investigación, esto nos ayudará para poder tener un mejor entendimiento de la realidad y poder optimizar una mejor elección al momento de tomar decisiones.

De una manera común (genérica), podríamos decir que el método estadístico consistirá en una gran cantidad de parámetros que nos permitirá manejar los datos cuantitativos y cualitativos de la investigación.

Este empleo de datos tiene como intención la validación de uno o varios resultados concluidas de la hipótesis general. Las propiedades (características) adoptadas del método estadístico, depende de la forma de diseño de investigación para la validación de las hipótesis planteadas en el presente trabajo.

Por tal motivo, la finalidad del presente trabajo es la utilización de los datos estadísticos que se alcanzan de una muestra para la realización de conclusiones válidas para cuando se trabaja con un universo (población) más amplia.

2.2 Operacionalización de variables

Identificación de las variables

- Variable (x): encamisado de columnas de concreto
 - Concepto:
 - Indicador: área de la sección transversal (cm²)
 - Indicador: cuantía de acero (cm²)
- Variable (y): reforzamiento estructural de viviendas vulnerables ante movimientos sísmicos
 - Concepto:
 - Indicador: resistencia lateral
 - Indicador: rigidez lateral
 - Indicador: deformación

Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores
Variable (x): encamisado de columnas de concreto	El encamisado es un método de refuerzo estructural, utilizado para poder incrementar la resistencia axial, flexión y cortante de elementos existentes. Se realizará el encamisado agregando refuerzo transversal y longitudinal alrededor de la sección original y recubierta con concreto premezclado	Modelos numéricos	Dimensiones requeridas por la columna (sección transversal, área)	Área requerida de la sección transversal medida en cm ² Sección transversal, medidas en cm
Variable (y): reforzamiento o estructural de viviendas vulnerables ante movimientos sísmicos	Proceso que incrementa la capacidad a la estructura, se aumentó o añade elementos. En el refuerzo de estructuras se perfeccionan las características estructurales sobre la original	Modelos numéricos	Resistencia lateral rigidez lateral capacidad de deformación	Fuerza lateral máxima en una columna, medida en t. Fuerza requerida para desplazar horizontalmente a la columna en una unidad medida en t/cm. Desplazamiento máximo que en una columna es capaz de tolerar fin fallar, medición en cm

2.3 Población, muestra y muestreo

De esta manera el presente trabajo se desarrollará y así se delimitará la población al presente el proyecto de investigación, pretendiendo la generalización de resultados, por ello, en un primer instante, se explicará la unidad a realizarse con el objeto de tener a especificar la población de la investigación; más adelante se desarrollará la muestra donde se trabajará la ejecución en la investigación propuesta.

Unidad de análisis

De acuerdo con Sampieri; “[...] el autor refiere que la investigación se centra en que o quienes, esto es a, los implicados, cosas, acontecimientos o colectividad (comunidades), de estudio, vale decir la unidad de análisis, de los cuales depende el planteamiento de la investigación y de que alcance tendrá el estudio” (Hernández, Sampieri et al., 2014), por consiguiente, las unidades de análisis son aquellas que protegen los atributos similares y las características, los cuales son motivos de interés de investigación. Acuerdo el concepto anterior, se definirá las unidades de análisis que se utilizaran:

- Las edificaciones que se investigarán serán la que están ejecutadas con el uso de planos, las cuales fueron construidas por mano obra de que desconocen de procesos constructivos referidos a resistencia frente a sismos, es decir, personal no capacitado para ejecución de obras civiles, sumado a eso la utilización de materiales de muy mala calidad, la cual se encuentra ubicada en la calle turquesa en el distrito de Comas.

Población

Según Sampieri la población se constituye en estar definida la unidad de análisis: “esto quiere decir que ya realizado (definido), cual es la unidad de análisis, se debe proceder a segmentar la población que se ha tomado como estudio y sobre el cual se pretende de una manera general valga la redundancia, generalizar los estudios.” (Hernández Sampieri et al., 2014:174), por consiguiente, acotaremos (delimitar), la población de estudio de la siguiente manera:

- La población de estudio abarca a todas las edificaciones destinadas a viviendas, ubicado en la calle turquesas del distrito de Comas, las cuales se hayan construido con mano de obra no calificada para la construcción de obras civiles, que no cuente

con diseño estructural y no se hubiera realizado planos estructurales, utilizando materiales de baja calidad y de viviendas que no superen los tres pisos.

Ubicación de la zona de estudio

La ubicación de la zona de estudio comprende las edificaciones ubicadas en la calle turquesas en el distrito de Comas.

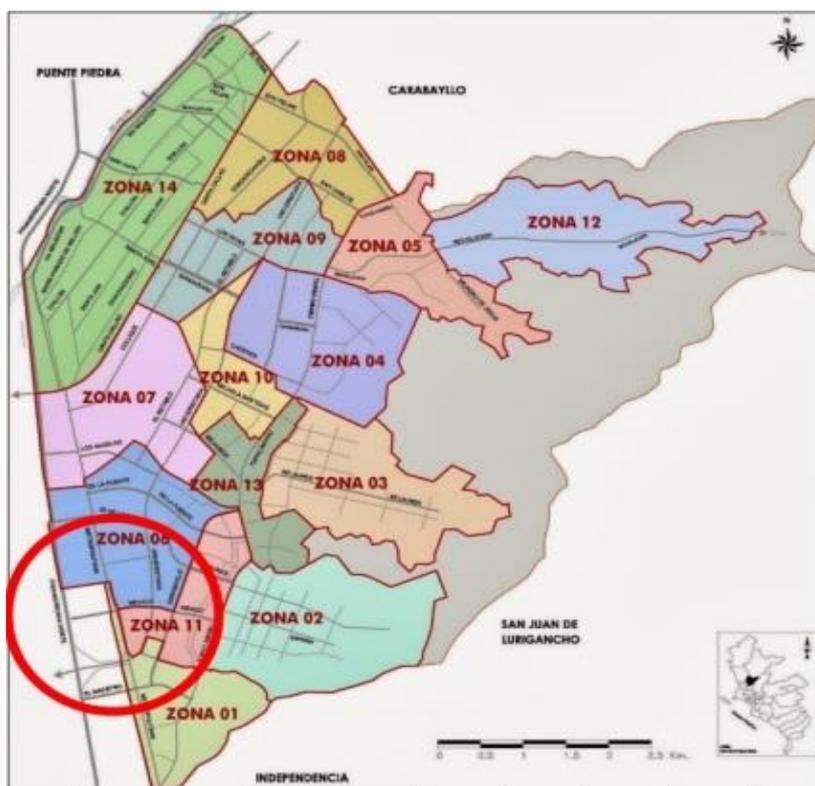


Figura 19: Ubicación del área de estudio dentro del distrito de Comas - Lima

Fuente: <http://www.municomas.gob.pe/distrito/geografi>

Muestra

Lo que menciona Hernández Sampieri et. al., (2014), da a conocer que las muestras son un subgrupo de la población que se está estudiando, seleccionado por ciertas y pequeñas importancias que dependerá el de estudios realizados. Según Hernández y otros autores, indican que existen dos tipos de muestra, la probabilística y la no probabilística, se tiene que:

Las muestras se clasifican en dos grandes ramas:

Con respecto a las muestras probabilísticas, menciona que todos los elementos que la conforman (población) tienen la probabilidad de ser elegidos y se logran obtener puntualizando las particularidades (características), de la población y la dimensión (tamaño) de las muestras [...]. (Hernández Sampieri et al., 2014:176)

En lo que respecta a las muestras no probabilísticas, menciona que la elección de los elementos que la conforman no depende de la probabilidad, si no de las causas que se encuentran en relación con las características del trabajo a investigar o de quien se hace la muestra [...], además hace mención que en su mayoría depende de lo que el investigador decida, es decir, de la decisión que este pueda tomar de un grupo (conjunto) de investigaciones y por ende las muestras que son seleccionadas acatan otras perspectivas de investigación. (Hernández Sampieri et al., 2014:176)

Conforme con las citas mencionadas, en la investigación se utilizará la técnica del muestreo al azar y la muestra no probabilística, de este modo, se podrá determinar la muestra de estudio con objetivos del presente proyecto. Por consiguiente, sabiendo que la finalidad de la presente tesis es proporcionar evidencia del método e encamisado de columnas a manera de que esta es una técnica y solución eficaz para las edificaciones autoconstruidas.

Para poder comprobar la hipótesis de investigación, se desarrollará con modelos matemáticos, por eso, que, en nuestro presente plan, no podrías aplicar el desarrollo de cálculo del procedimiento de elegir las unidades muestrales.

Conforme a las ideas que se están exponiendo, se llegó a elegir tres viviendas al azar, ubicadas en el distrito de Comas, además cumpliendo con lo requerido en cuanto a las características definidas en la ubicación de la población de estudio, cada edificación (vivienda) tuvo un sistema estructural de albañilería confinada dominante, en tanto que, en la sección transversal, se evidenció que su sistema estructural los pórticos de concreto fueron dominantes, en la imagen se evidencia la elección de las muestras.



Figura 20: Ubicación de las muestras elegida, viviendas autoconstruidas

Fuente: <http://www.municomas.gob.pe/distrito/geografía>.

Técnica de muestreo

Se utilizará la técnica de muestreo al azar para la elección de tres edificaciones autoconstruidas, destinadas a viviendas localizadas al interior de la jurisdicción administrativa del Distrito de Comas; el estudio procederá sobre el nivel de vulnerabilidad que presente las edificaciones, para ello, se estudiaron dos viviendas autoconstruidas en la zona de estudio, en la dirección longitudinal de la rigidez lateral de las viviendas, se ven usualmente por muros de albañilería confinada, tanto que, por la dirección transversal, se tendrá una rigidez mínima, vista por pórticos de concreto.



Figura 21: Vivienda autoconstruida, ubicada en la calle Turquesa, distrito Comas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21 se ejemplifica una vivienda típica construida, ubicada en el distrito de Comas, específicamente en la calle Turquesa. Como se puede apreciar de la figura mostrada, la edificación presenta gran rigidez lateral en su direccional longitudinal, esto se dio, a que la concurrencia de muros de albañilería confinada, por otro lado, la rigidez en la dirección transversal, resulta ser significativa menor, puesto que, al ser usualmente la fachada, nos es posible colocar muros de albañilería confinada, dejando a las columnas y vigas de la estructura con la responsabilidad sísmica.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En este plan de tesis, se proyecta con información principalmente primaria (venidas originalmente del investigador), es decir, la investigación se realizará puntualmente en los

datos obtenidos en campo, para lo cual se utilizarán una serie de técnicas, así como también instrumentos que nos ayuden a la recopilación de datos:

Fuentes de datos

Estos datos obtenidos, será por la observación de campo no experimental; la observación de campo no experimental, es aquella cuando el observador verifica de manera neutral sin involucrarse a la realidad, o sea, en la que se realiza el estudio), dicha observación de la realidad es la fuente de la información que el investigador utilizara para el desarrollo de la investigación; se harán en las zonas donde ocurrirán los fenómenos y hechos que se investigarán.

Localización de las fuentes

La localización de las fuentes se centra en las muestras no probabilísticas que se ha descrito, sobre dichas muestras recaerá las mediciones de las características que se requieren para modelar el efecto del encamisado de columnas sobre dichas viviendas.

Las muestras se localizan dentro del circunscripción del distrito de Comas, de forma específica se han seleccionado una muestra localizada en el distrito de Comas.

- Edificación autoconstruida de tres pisos, ubicada en la calle Turquesa, distrito de Comas.

Instrumentos de recolección de medios de datos

Las características de interés de muestras, se medirán en este caso utilizando 02 instrumentos de medición, tales como la cinta métrica y el esclerómetro, la cual se utilizarán para distintas funciones.

Con relación a la recolección de información (datos), se desarrolla una “ficha técnica de recolección de datos” la que nos servirá para almacenar la obtención de datos lanzados por la medición de las muestras.

2.5 Procedimiento

Con respecto, se almacenarán datos obtenidos en la medición de las muestras:

- Dimensiones en planta: sus características implican distancia que presenta desde la fachada de la casa y su interior (profundidad); con el fin de poder medir se empleará

la cinta métrica, así mismo para la recopilación de información se utilizará una ficha técnica de recolección de datos.

- Pisos de la edificación (niveles): se refiere principalmente a la elevación (altura), que manifiesta las viviendas (muestras), su medición se realizará con cinta métrica, y se recolectará datos mediante la ficha técnica de recolección de datos.
- Distribución de las columnas (elementos verticales): la recolección y medición de datos respecto a las columnas (elementos verticales), se realizará mediante la utilización de la ficha técnica de recolección de datos.
- Evaluación de los materiales usados: se medirán con la utilización de la técnica in situ (en el lugar de los hechos), no destructiva de esclerometría: la herramienta (instrumento) a utilizar será el esclerómetro, la recopilación de datos se dará por la ficha técnica de recolección de datos.

2.6 Método de análisis de datos

Estos se obtendrán con la información de “las fichas técnicas de recolección de datos” las que posteriormente serán analizadas mediante un software ETABS, que nos permitirá realizar el modelamiento de la estructura.

Confiabilidad de los instrumentos

Respecto a la fiabilidad de las herramientas (instrumentos) de medición, son aparatos que realizan mediciones escalares y se tienen que encontrar previamente graduados, también presentan unidades estándares de medida. La confiabilidad de los instrumentos se encuentra garantizadas y por ello su confiabilidad sería intrascendente.

Validez del instrumento

Respecto a este apartado relacionado a la validez, en el presente trabajo de tesis se pretende estudiar las magnitudes escalares:

- Longitud; se miden en km, m, cm, mm, describiendo las dimensiones (distancias) en planta y nivel de edificación.
- Presión, se miden kg/cm²; descrito a la calidad de los materiales.

Las mencionadas magnitudes será medidas utilizando instrumentos calibrados, es por eso, que de la misma forma la confiabilidad, la validez y las mediciones se encuentran

garantizadas por la cinta métrica, así como también la herramienta esclerómetro, ambas miden las unidades en las que se definen.

Objetividad

Relacionado con los instrumentos de medición, el cual debe garantizar que cada instrumento debe estar calibrado, dicho anteriormente que cualquier perjuicio que afecte al investigar en la medición con el instrumento.

2.7 Aspectos éticos

Concordando con los principios morales y éticos, toda información que se recolecta en el área de estudio (campo), es sumamente privado (confidencial) y de mi creación (autoría). Con la finalidad de poder garantizar esta investigación, se desarrolló la metodología en base a la citada por distintos autores, adoptando como referencia al sistema ISO 690. Siendo que en esta investigación se respetará la fidelidad (veracidad) de los datos, y lo acreditado de la información. De la misma manera que las citas y referencias oportunas de los autores de diferentes citas, imágenes (gráficos) e información empleada con los fines que esta que esta investigación persigue.

III. RESULTADOS

Levantamiento de información

La vivienda elegida es de tres pisos, como se puede notar en la figura 24. De la inspección hecha se pudo constatar que la vivienda elegida tuvo un sistema estructural mixto, es decir, que tuvo albañilería confinada como sistema resistente en el eje longitudinal, mientras que el correspondiente fue el pórtico de concreto en el eje transversal.



Figura 24: fotografías exteriores de la vivienda considerada en el estudio del trabajo.

Fuente: Elaborado por el autor.

Valoración de la calidad de los materiales (evaluación)

Por lo general, para establecer la resistencia a la compresión del concreto colocándole una tarea tiene cierta dificultad, puesto que, al incluirlo e integrar parte del sistema estructural, extraer los datos se hace complejo, ya que, esta técnica de ensayo es de forma destructiva. Existen otras técnicas, las cuales se le denomina ensayos de resistencia no destructiva, la cual es el ensayo de esclerometría.



Figura 25: Ensayo de esclerometría aplicado al elemento estructural (columna).

Fuente: Otazzi (2006)

Este tipo de técnica consiste en dar limitados golpes al concreto con un pequeño martillo que es una herramienta conocida como esclerómetro, una vez que se realiza el ensayo (golpes al concreto) este nos indicará la longitud, el cual se encuentra relacionado con la resistencia a la compresión, puesto que, esta es una medida que es indirecta. Los resultados obtenidos por el ensayo se muestran en la tabla.

Tabla 10. Evaluación de la resistencia a la compresión por esclerometría.

	F'c (kg/cm ²)	F'c (kg/cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)
Punto A	150	160	140	150
Punto B	160	170	150	150
Punto C	160	140	150	150
Promedio				150

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se puede observar en los resultados obtenidos de la tabla 10, podemos observar que la resistencia a la compresión de la vivienda analizada fue de 150 150 kg/cm².

Modelamiento de la estructura

La edificación analizada combina los sistemas estructurales de albañilería confinada. En profundidad, con un sistema estructural de pórticos de concreto armado la cual se encuentra en la dirección del frontis. Además, esta edificación tuvo tres niveles típicos en los que el primero nivel tuvo una altura de 4m, mientras que las alturas de los pisos típicos fueron de 2.5m

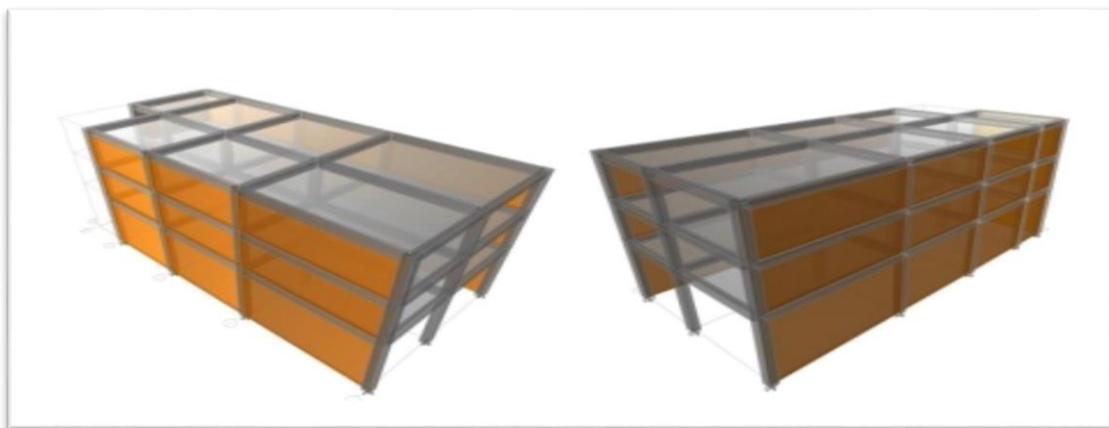


Figura 25: Vistas laterales izquierda y derecha de la edificación modelada en ETABS

Fuente: Elaborado por el autor.

Secciones de los elementos estructurales



Figura 26: Sección transversal de las columnas presentes en la edificación.

Fuente: Elaborado por el autor.

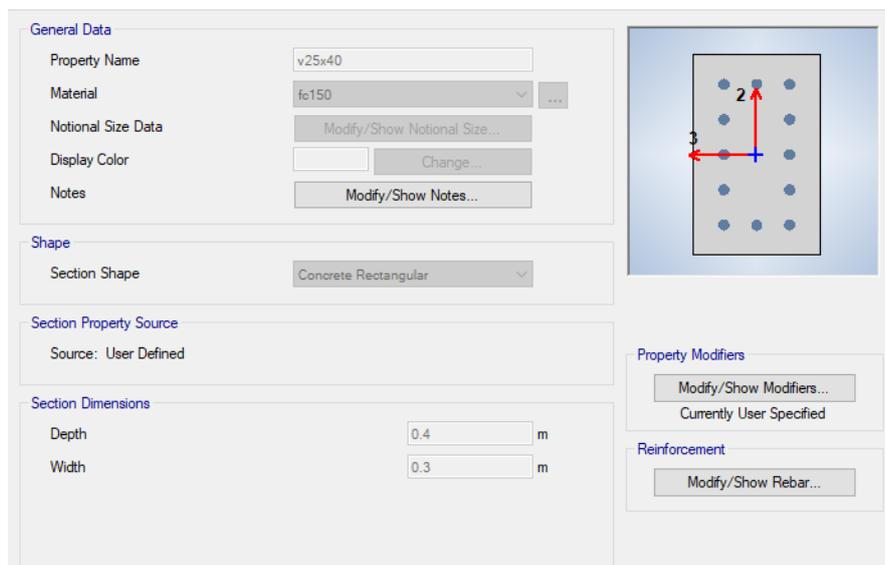


Figura 27: Sección transversal típica de la vida presente en la edificación de interés.

Fuente: Elaborado por el autor.

Aplicación de las cargas gravitatorias



Figura 28: Efectos de las cargas gravitatorias en la estructura.

Fuente: Elaborado por el autor.



Figura 29: Efectos de las cargas gravitacionales en la estructura.

Fuente: Elaborado por el autor.

La edificación analizada resulto carecer de planos de estructuras y fue construida por obreros no calificados, eso quiere decir que se trata de una edificación autoconstruida. Una de sus características más importantes son la carente (escasa) rigidez en la dirección corta y la gran rigidez lateral en la dirección más larga. Para esto se desarrolló un modelo en el programa ETABS la cual se muestra en la figura 29. Como podemos apreciar, la estructura en la dirección x, solo tiene 03 ejes resistentes.

Una vez realizado el modelo, es decir, teniendo los resultados, se procede a la aplicación de las cargas gravitacionales. Principalmente en cargas muertas y vivas. De la cuales podemos considerar dentro de las primeras lo referido a la tabiquería y los acabados, en tanto que, podemos considerar las cargas dadas por el reglamento de cargas E020 valga la redundancia, en el segundo caso. Con respecto al metrados de cargas muertas se encontró que estas son de 250 kg/m² y las vivas de 250 kg/m².

Características del suelo

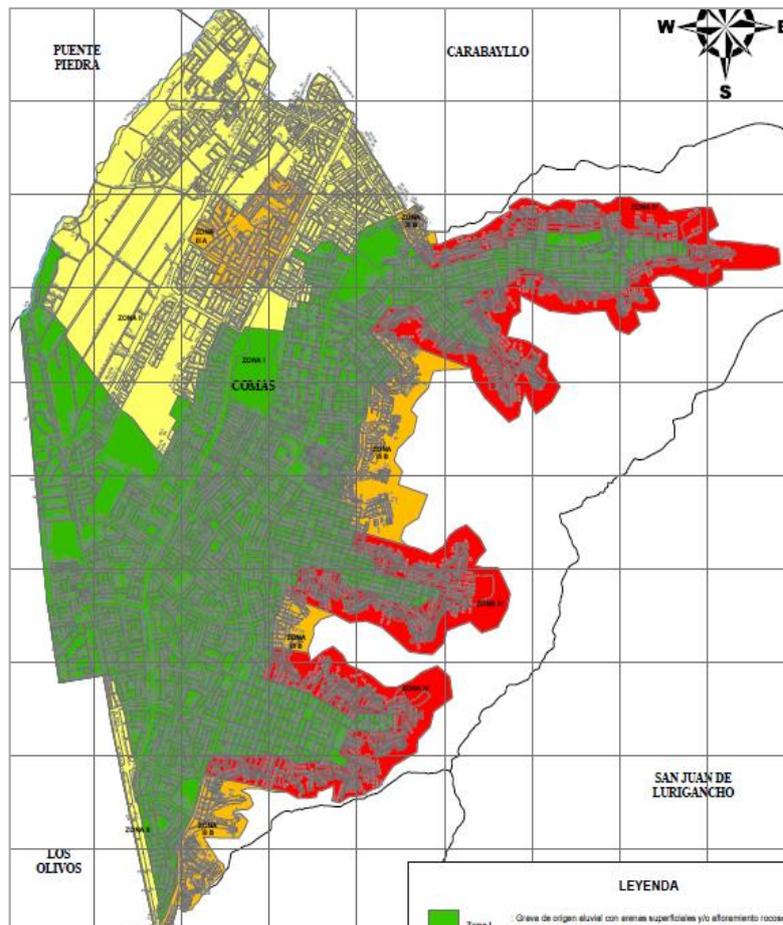


Figura 30: Tipos de suelos y características dinámicas de acuerdo con el CISMID. Fuente: CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, 2011).

Análisis modal

Luego de haber realizado la aplicación de cargas gravitacionales, se llevó a cabo una evaluación (análisis) estructural aplicando cargas gravitacionales, hallando deformaciones como se muestra en la figura 31. En este aspecto se debe clarificar que en todo momento se debe realizar el análisis de cargas gravitacionales. Para de esta forma evaluar, si los resultados son coherentes, de ser así, debemos continuar con los subsiguientes pasos del análisis estructural, de no ser el caso se deberá repetir los pasos hechos hasta ahora.

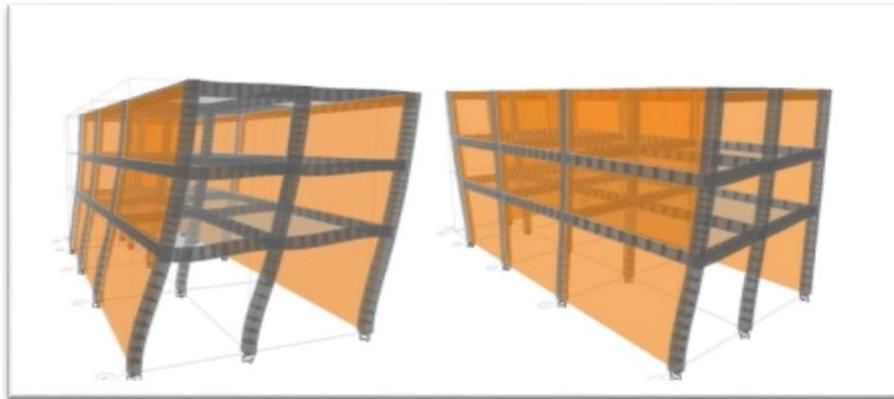


Figura 31: Primera ($T_1=0.626s$) y segunda ($T_2=0.245s$) formas de modo de la estructura estudiada.

Fuente: Elaborado por el autor.

Ya una vez obtenido el producto (resultados), del análisis sísmico, corresponde la ejecución de las formas de modo de la estructura. Para esto cabe clarificar que la reacción (respuesta) dinámica de una estructura alguna se deberá estar relacionada con las formas de modo, eso quiere decir, que la reacción (respuesta) dinámica se dará influencia por la operación matemática (cálculo) de las formas modales.

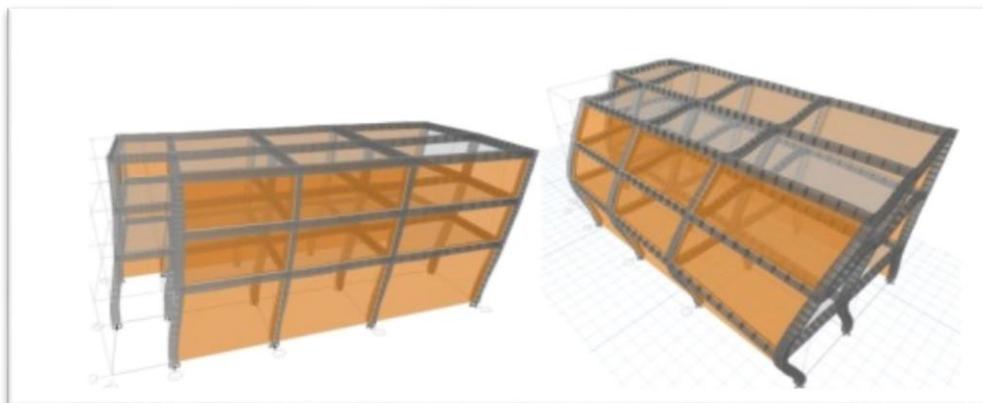


Figura 32: Tercera ($T_3=0.216s$) y cuarta ($T_4=0.19s$) estructura estudiada, formas de modo.

Fuente: Elaborado por el autor.

Se procederá a la forma en las obtenciones de modos, a través de la aplicación del análisis modal. De la obtención de datos como se muestran en las figuras 31 y 32, de estos resultados podemos obtener que, de la estructura estudiada (analizada), la que fue estudiada en primera instancia resultó ser traslacional, en tanto que la segunda resultó ser rotacional. Asimismo, la tercera forma presentada resultó ser traslacional en x.

Determinación de la demanda sísmica

Inmediatamente después de determinada las formas de modo de la estructura, esto es, referido a sus características dinámicas, sería necesario poder establecer la demanda sísmica que actuaría, y esta a su vez debe ser concordante a la norma de diseño E060, la demanda sísmica está determinada por el espectro de diseño, el cual se consigue conforme a cada uno de los pasos (lineamientos). Los criterios (parámetros) sísmicos determinados son: Factor de una aceleración máxima probable en un tipo de suelo rígido (factor de zona (Z)), teniendo como probabilidad del 10% excedida en un periodo de 50 años. Teniendo en cuenta que la estructura estudiada se encuentra en el distrito de Comas, podemos apreciar que con la normativa que el factor “ Z ” sería de 0.45, tenemos que tener en cuenta que el valor únicamente dependerá de la ubicación (posición), espacial de la estructura, de manera que el valor podría ser continuo (constante), para todo el conjunto de los análisis ejecutados.

El factor de suelo (S), es un factor que nos indica notablemente el cálculo realizado de la demanda sísmica, dado que tiene como consideración la aceleración del suelo y se vería dañado según el tipo de suelo. Además, es clave y fundamental tener en mención las características dinámicas del suelo, tenemos que por lo general tener presente su frecuencia natural de vibración (T_p). Este indicador (parámetro) es de mucha importancia para poder determinar la particularidad (características), de incremento dinámico de la interacción suelo estructura (C). Un indicador (parámetro) introducido últimamente es el referido al periodo largo del suelo (T_I), este indicador está sujeto con los desplazamientos espectrales, se introducen para poner límites a los desplazamientos máximos de estructuras de periodos largos; por consiguiente, en el presente proyecto de investigación los parámetros tendrán limitada relevancia, puesto que los periodos de las estructuras que se analizaron, por lo general, son cortas.

El parámetro relacionado con la importancia es el factor de relevancia (U). Este indicador (parámetro), nos permitirá el incremento de los niveles de peligro sísmico, acordando cual

es la significación (importancia), de la estructura, dado que no es lo mismo diseñar una vivienda con un hospital.

Para finalizar, es relevante tener muy en consideración que un indicador (parámetro) adicional es un factor de restricción de fuerzas sísmicas (R). Acerca de este indicador podemos hacer mención que primordialmente dependerá del tipo de sistema estructural a diseñar, concordando con la norma E030, este parámetro tomará el valor 3, cuando sea el caso de albañilería, y para cuando se haga uso en pórticos de concreto armado el valor de 8. Podemos decir que una de las particularidades de las edificaciones de albañilería confinada es que tienen una dirección más larga, en tanto que, en la dirección más corta utiliza el sistema de pórticos de concreto armado. Se mostrará en la siguiente tabla 11, los parámetros de diseño obtenidos:

Tabla 11. *Parámetros de Diseño.*

Parámetros de Diseño		
1	$Z = 0.45$	de acuerdo a la ubicación es de 0.45 (zona 4)
2	$S = 1.10$	de acuerdo al tipo de suelo (S3)
3	$T_p = 1.00$	periodo natural del suelo (S3)
4	$T_l = 1.60$	periodo largo del suelo (S3)
5	$U = 1.00$	factor de uso (edificaciones comunes)
6	$R_o = 3.00$	factor de reducción básico de la albañilería
7	$I_a = 1.00$	irregularidad en alturas (sin irregularidad)
8	$I_p = 1.00$	irregularidad en planta (sin irregularidad)
9	$R = 3$	Factor de reducción $R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 12. Determinación de la demanda sísmica en pórticos.

Determinación de la Demanda Sísmica en Pórticos		
1	Z = 0.45	factor de zona
2	S = 1.10	factor de suelo
3	Tp = 1.00	periodo natural del suelo
4	Tl = 1.60	periodo largo del suelo
5	U = 1.00	factor de uso
6	Ro = 8.00	factor de reducción básico (pórticos)
7	Ia = 1.00	irregularidad en alturas (sin irregularidad)
8	Ip = 1.00	irregularidad en planta (sin irregularidad)
9	R = 3	Factor de reducción R = Ro. Ia. Ip

Fuente: Elaborado por el autor.

En consecuencia, los resultados que se llegó a obtener se pueden ver en las figuras 33 y 34. En los gráficos podemos ver que la aceleración máxima en la estructura es de periodo corto, esto quiere decir que, menores que Tl, la aceleración máxima fue de 4m/s².

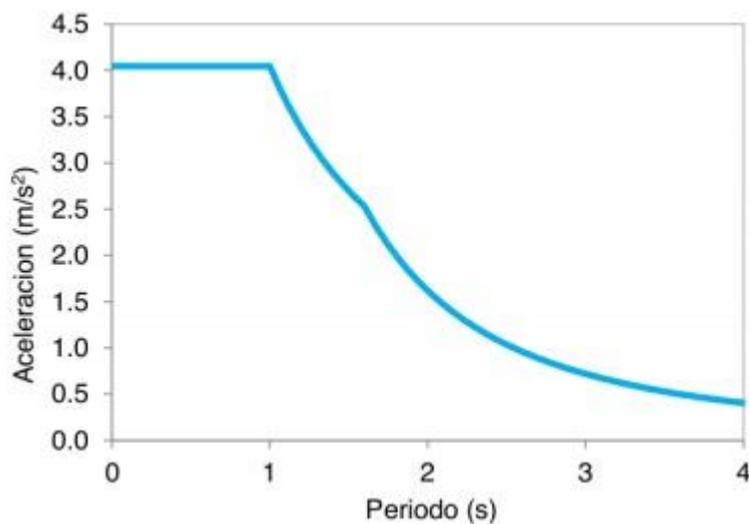


Figura 33: Espectro de diseño correspondiente a pórticos de concreto armado

Fuente: Elaborado por el autor.

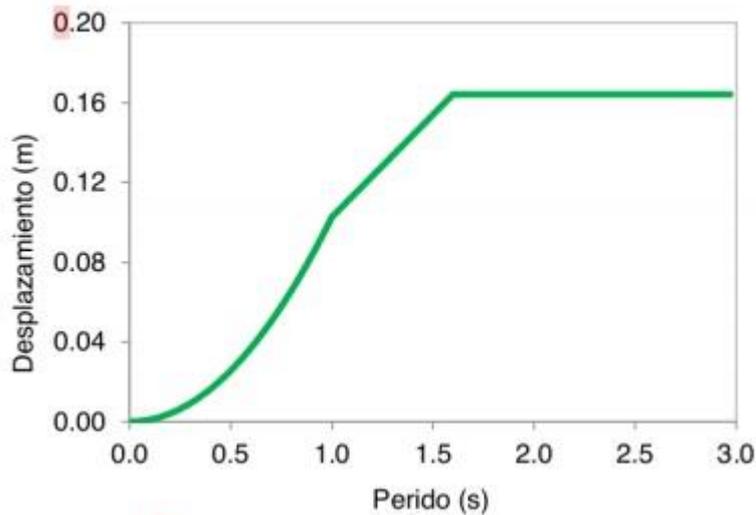


Figura 34: Espectro de diseño correspondiente a pórticos de concreto armado.

Fuente: Elaborado por el autor.

Respuesta sísmica

Luego de haber modelado respecto a la geometría de la estructura, lo referido en cuanto a la demanda sísmica de diseño y las cargas gravitacionales, podemos proceder a analizar utilizando un método conocido (acreditado), como análisis modal espectral.

La estructura sufre desplazamientos máximos, encontrados en la sección anterior originados por el movimiento de los sismos, estos se mostrarán en la gráfica de la figura 35. Como podemos apreciar en estas figuras, es notorio ver que la estructura ha sufrido el desplazamiento máximo es decir se encontró que dicho desplazamiento es mayor en la dirección del eje x, debido a que el sismo en la dirección x, fue de 12.8 cm; en cambio en la dirección y el desplazamiento máximo fue de 1.80 cm.

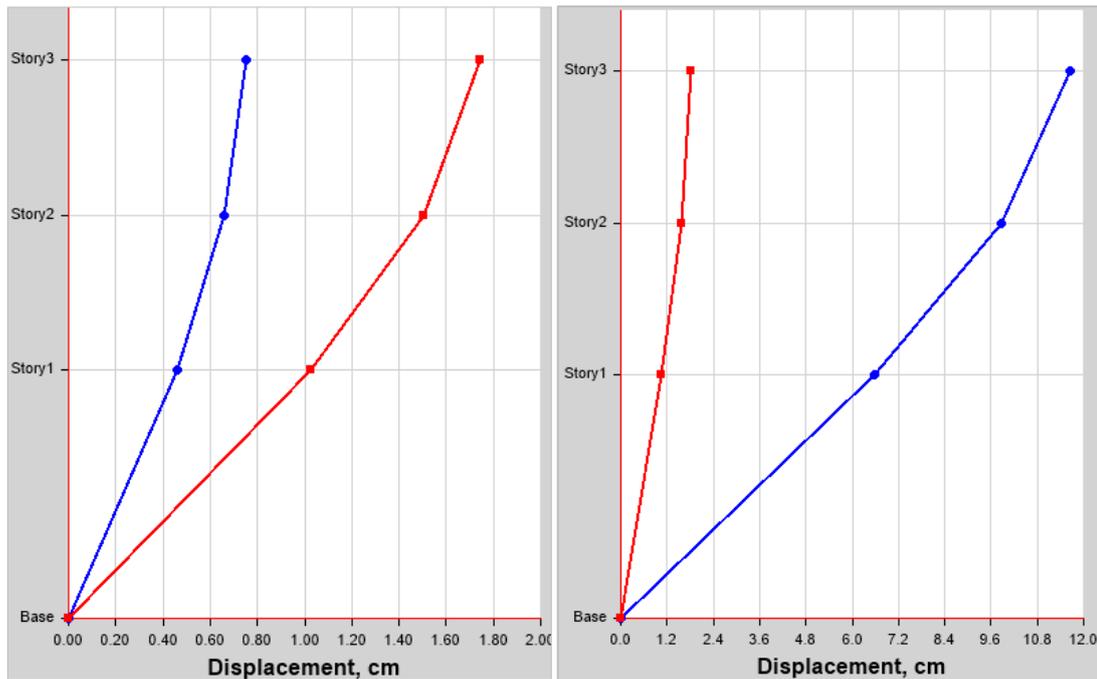


Figura 35: Desplazamientos máximos en las direcciones de los ejes x e y.

Fuente: Elaborado por el autor.

Otro indicador (parámetro), que es de mucha importancia en el estudio o aplicación de la respuesta sísmica de la estructura, es la distorsión de entrepiso, indicado de acuerdo con el desplazamiento relativo de un entrepiso dividido por su altura. Al realizar el cálculo nos resulta de una gran importancia, puesto que, observamos que este indicador (parámetro), está emparentado claramente con el daño de las estructuras. Asimismo, concordando con la norma peruana la E030, nos indica que las distorsiones máximas permitidas son de 0.007, para cuando se usa en pórticos de concreto en armado, en tanto que las máximas admitidas para albañilería son de 0.005.

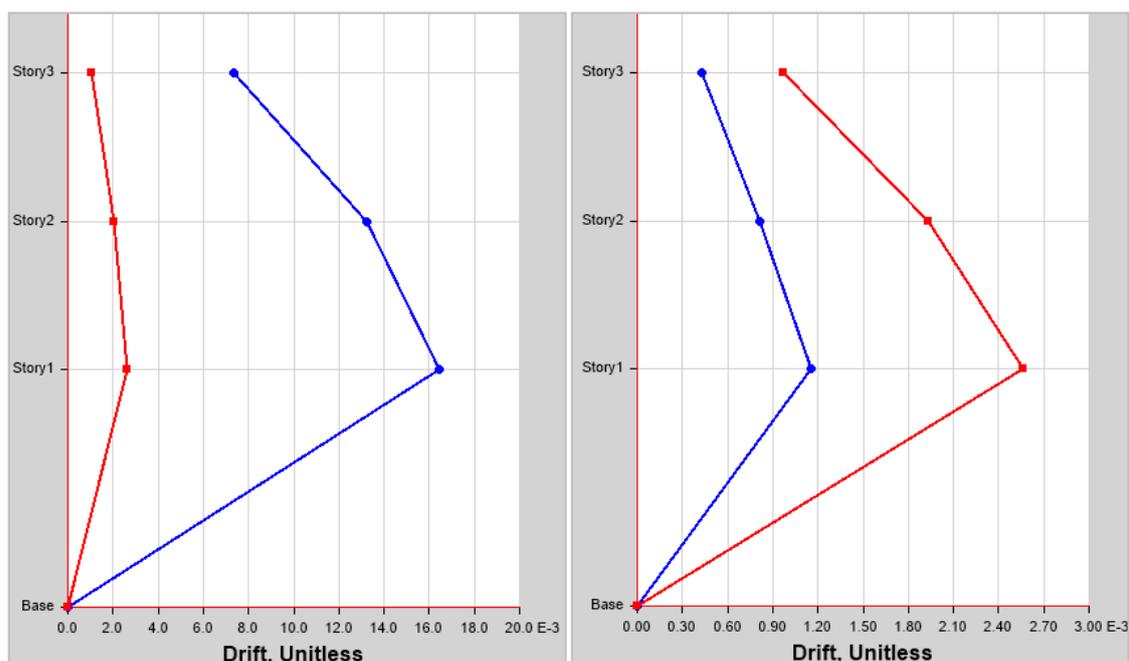


Figura 36: Distorsiones máximas de entrepiso halladas en las estructuras estudiadas.

Fuente: Elaborado por el autor.

Con la finalidad de lograr resolver (determinar), cuales son las máximas distorsiones que se encuentran presentes en las viviendas (edificaciones) de estudio, estableciendo límites por las normas peruanas de sismos, estas fueron determinadas en la sección anterior como se visualiza en la figura 37. Como podemos observar las máximas distorsiones encontradas en la dirección x, fueron de 16/1000, esto quiere decir, que se obtuvo dos veces más la máxima distorsión permitida en el pórtico de concreto armado, y la máxima distorsión encontrada en la dirección y, se pudo apreciar un valor de 2.7/1000, eso quiere indicar que el valor es inferior a lo máximo permitido de 5/1000.

En consecuencia, de los resultados que se mostró, podemos concluir que las viviendas (edificaciones) estudiadas, disponen de muy poca rigidez en el eje x, es decir, en la dirección más corta, por esta razón la estructura necesita ser reforzada para así poder lograr garantizar que esta se mantenga en pie frente a la ocurrencia de un sismo y a la vez asegurar la integridad física de sus ocupantes.

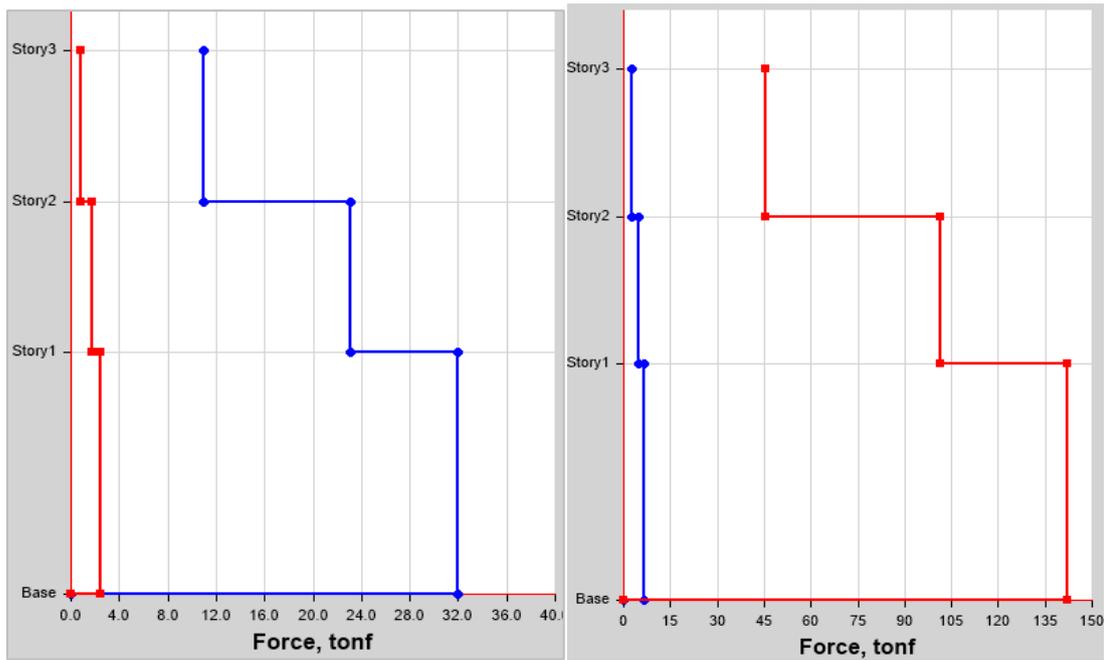


Figura 37: Fuerzas cortantes máximas halladas en la estructura estudiada.

Fuente: Elaborado por el autor.

Desempeño sísmico de la estructura

Con respecto a esta sección se podrá apreciar la obtención de los resultados de la primera estructura analizada mediante el análisis estático no lineal, estructura E01.



Figura 38: Estructura E01, modelamiento.

Fuente: Elaborado por el autor.

Con el objetivo de poder estudiar y evaluar de qué manera se comporta la estructura de manera no lineal, en primer instante, lo primordial es estudiar las secciones del componente mecánico, esto quiere decir, estudiar los elementos estructurales como es su comportamiento no lineal en vigas de concreto y columnas. Todo esto con la finalidad de modelar las secciones mencionadas y siendo aplicadas mediante el software Section Designer del ETABS, el cual se obtuvo resultados de los cuales se muestran en las figuras 39 y 40.

En la figura 39, podemos observar el momento exacto de cedencia (fluencia) de la sección, el cual es de aproximadamente 7.20 ton, cabe resaltar, que una vez llegado a ese valor, este dará inicio a la pérdida (degradación) de rigidez. Ahora bien, en cuanto a la capacidad de la reformación del modelo, podemos observar que este valor llegó a los 0.60m-1. En consecuencia, podemos observar respecto al comportamiento lineal de la estructura tuvo una condición de eficacia muy pequeña comparando con la condición de comportamiento absoluto del elemento.

Entre tanto, a la viga de concreto armado de 40cm de altura y de 25cm de base, se obtuvo que el reforzamiento respecto a las varillas de refuerzo longitudinal serán tres varillas, estas de media pulgada en la zona superior e inferior, el cual se obtuvo un área total de 3.81 cm². Con respecto al estribado, en los extremos se consideró un valor de 15cm esto debido a la práctica constructiva que comúnmente suelen utilizar los maestros de obra y albañiles.

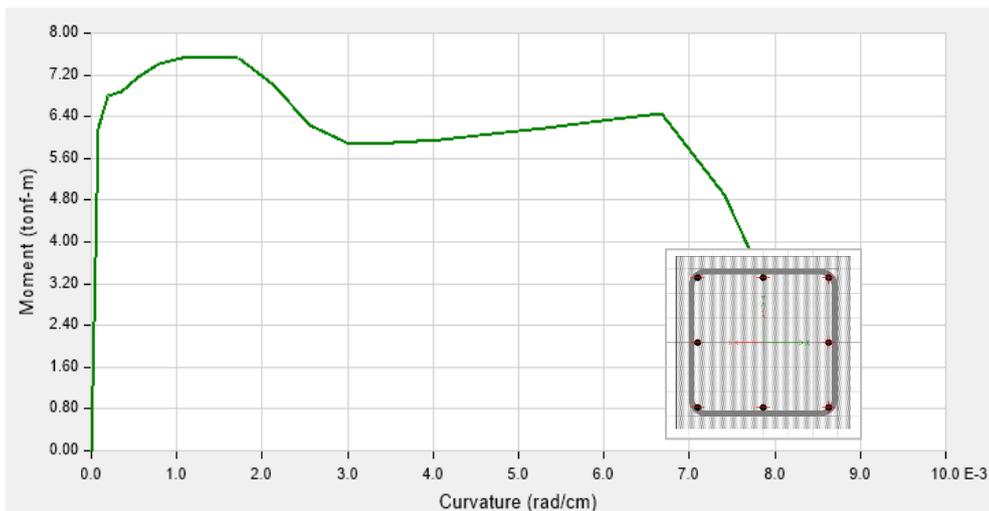


Figura 39: Columna de sección cuadrada de 35cmx35cm, momento curvatura.

Fuente: Elaborado por el autor.

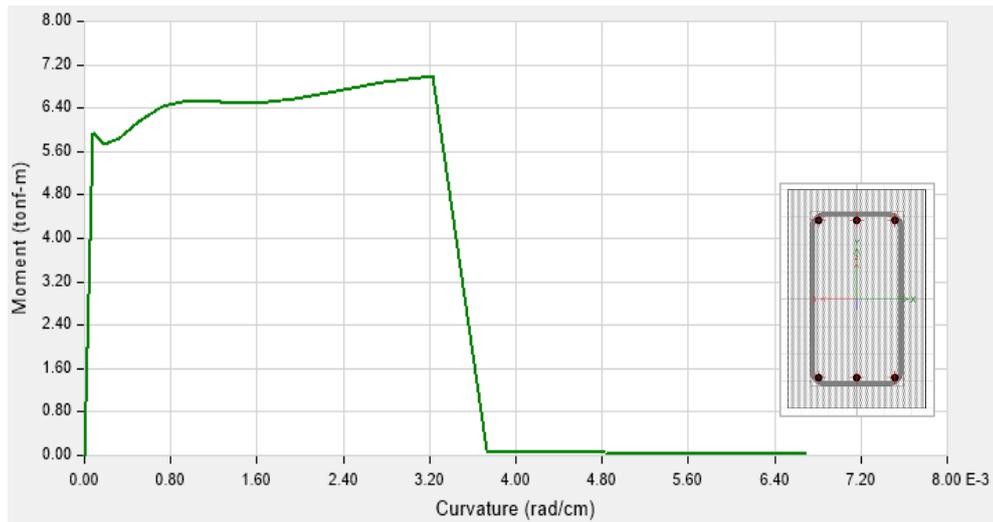


Figura 40: Diagrama momento curvatura de la viga de 25cmx40cm.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a las características de los materiales utilizados para la fabricación de vigas y columnas, es decir, su calidad, esta fue determinada mediante el uso del esclerómetro, el cual se realizó en las secciones correspondientes de estudio, obteniendo como resultado que la resistencia a la compresión de concreto de vigas y columnas fue de 150 kg/cm². Para determinar el tipo de varilla usada en la edificación se tuvo en cuenta en qué fecha se realizó la construcción, además de verificar in situ las varillas expuestas en el último nivel (azotea) de la edificación, por lo cual se llegó a la conclusión que el tipo de varilla usada fue la de una varilla corrugada de grado 60. Por lo que esta varilla usada cuenta con un esfuerzo de fluencia de $f_y=4200$ kg/cm².

Una vez realizado los ensayos se pudo obtener el diagrama de momento de curvatura, el momento de fluencia del acero que fue aproximadamente de 6.40ton. mientras que la deformación unitaria fue de 0.32m-1.

Con el objetivo de evaluar el comportamiento no lineal de la estructura, se emplearon modelos de componentes, la cual se aplicó en todos los tramos de las vigas y columnas como rotulas plásticas concentradas, los resultados se muestran en la figura 41.

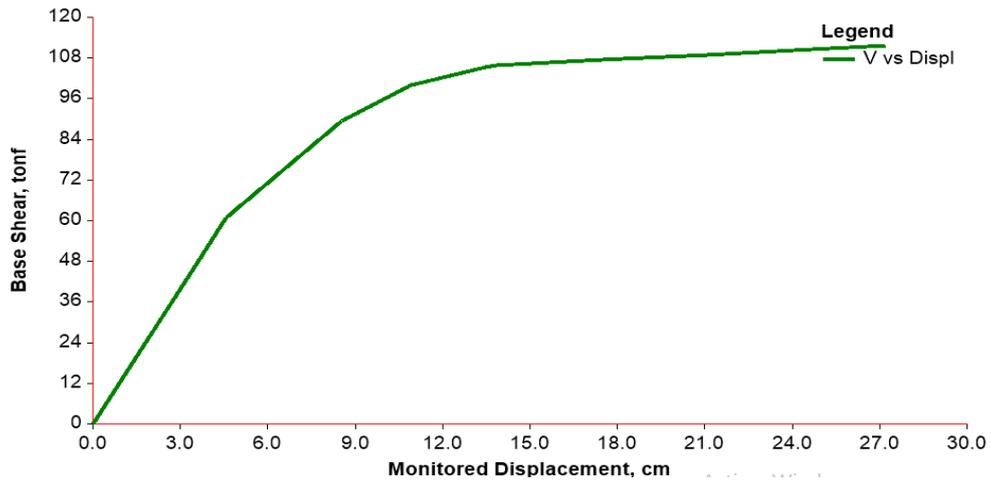


Figura 41: Curva de capacidad de la estructura E01.

Fuente: Elaborado por el autor.

Una vez evaluada la estructura se obtuvo los resultados de los cuales podemos verificar (observar) que la resistencia lateral máxima de la estructura fue de 110ton, en tanto que, la fuerza lateral máxima del rango elástico lineal fue de 60ton. También es importante señalar que una de sus propiedades que los caracteriza es la curva de capacidad, ya que se puede seguir estudiando su comportamiento sísmico, el cual se podría obtener diferentes resultados en todos sus casos.

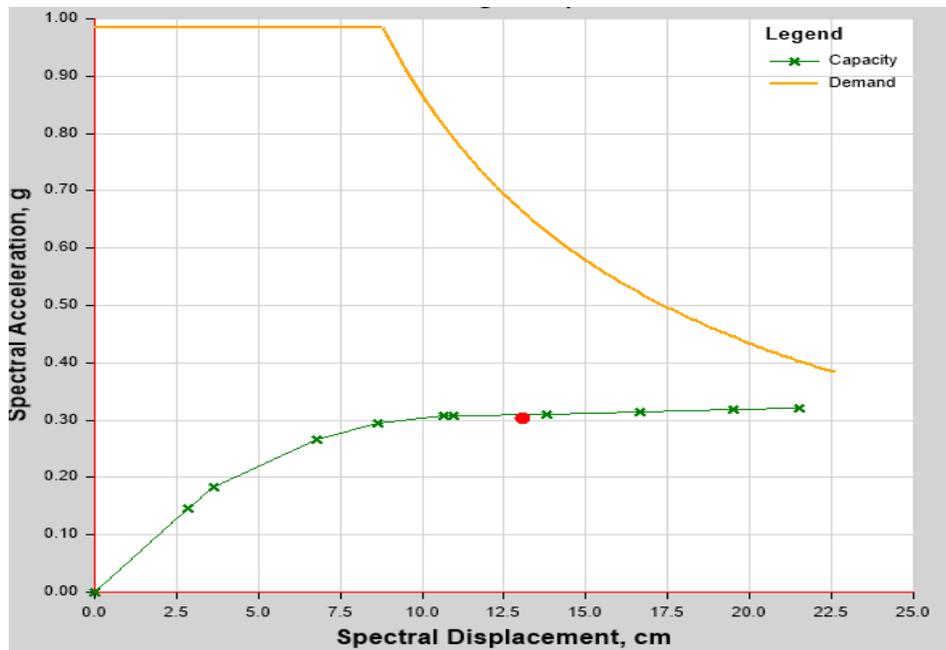


Figura 42: Determinación del punto de desempeño de la estructura E01.

Fuente: Elaborado por el autor.

Luego de haber obtenido la curva de capacidad de las estructuras estudiadas, se deberá determinar la tolerancia, además del nivel del sismo que se impuso a la estructura, lo cual se deberá realizar el cálculo del punto de desempeño estructural, por lo que se debe indicar que la capacidad de la estructura y la demanda sísmica se equiparan. En la figura 44, se evidencia la estructura evaluada asimismo la determinación del punto de desempeño. Asimismo, se logra observar en el grafico que la edificación evaluada quedaría muy cerca de colapsar, es decir, podríamos llegar a la conclusión que de ocurrir un sismo con 10% de probabilidad y esta pueda ser superado (excedido) por más de 50 años a la norma de diseño sísmico nuestra edificación quedaría vulnerable a sufrir el colapso, por lo que se concluye que la edificación es demasiado vulnerable ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Propuesta de reforzamiento de la estructura E01

De la obtención de los resultados de la edificación E01, podemos verificar y a la vez observar que en el comportamiento de su rigidez lateral estas resultaron ser muy insuficientes, debido a que se halló que en el caso de las distorsiones máximas estas superan considerablemente el límite máximo establecido por la norma de diseño sísmico. Asimismo, al realizar el cálculo matemático de la curvatura de capacidad se logró verificar y observar que la estructura en el comportamiento de la resistencia lateral es insuficiente para poder tener resistencia a un sismo, por consiguiente, necesitamos adoptar medidas que nos ayuden a tener un incremento en la rigidez lateral y resistencia.

De la verificación y estudio de las particularidades (características) de la estructura, llegamos a determinar que las columnas tenían un refuerzo de acero deficiente, además de una sección de 35cm x 35cm y con ocho varillas de ½” pulgada. Con el objetivo de alcanzar incrementar y mejorar las características de la estructura, esta se debe incrementar la sección de las columnas existentes aumentando más varillas de acero de refuerzo, los que a su vez deberían ir adheridos a las columnas ya existentes, así como podemos visualizar en la figura 43.

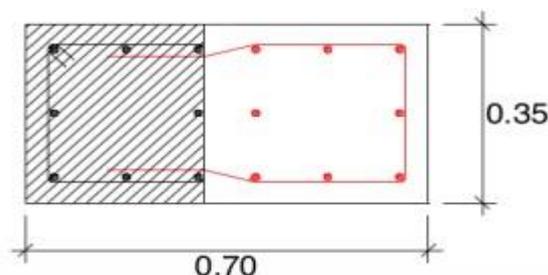


Figura 43: Reforzamiento propuesto para la columna típica.
Fuente: Elaborado por el autor.

El software que se propuso para realizar el modelo del análisis no lineal fue el programa ETABS, el cual nos permitió determinar el diagrama de momento de curvatura del elemento estructural a reforzar.

Como podemos visualizar en la figura 44, el momento de fluencia, es decir cedencia del acero fue de 42ton, esto se incrementa notablemente, ya que inicialmente fue de 7.2ton con respecto del valor del patrón, se incrementó un 600%.

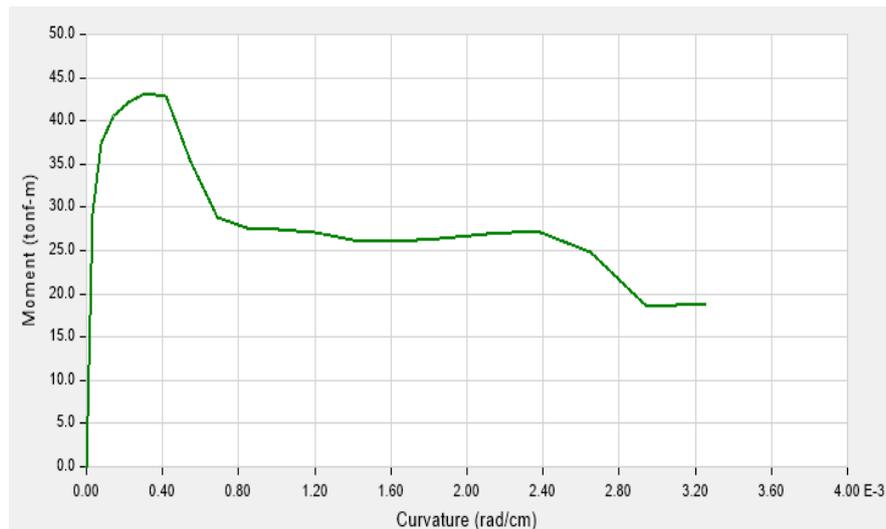


Figura 44: Reforzamiento propuesto, diagrama momento curvatura.

Fuente: Elaborado por el autor.

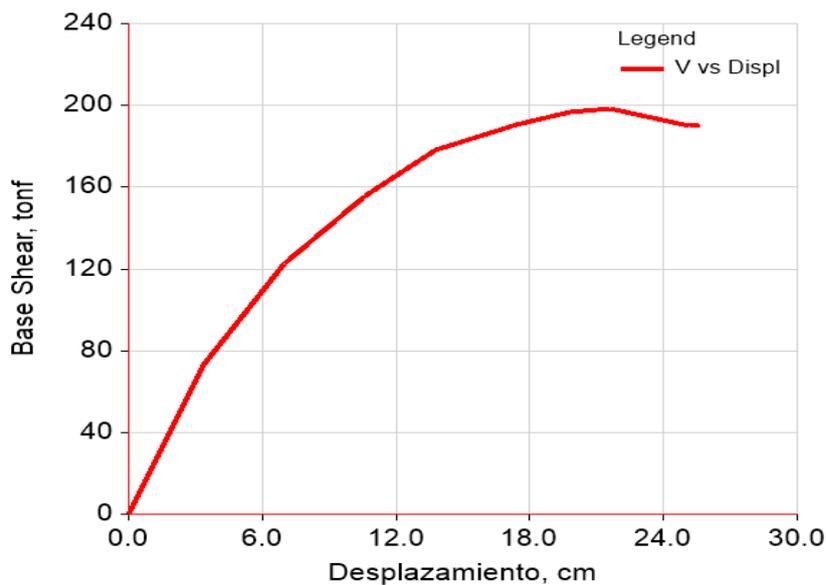


Figura 45: Estructura reforzada, curva de capacidad.

Fuente: Elaborado por el autor.

Con la finalidad de poder brindar mayor resistencia lateral y rigidez a la estructura, se determinó reforzar las columnas existentes las cuales se identificaron de una manera estratégica, tal como se visualiza en la figura 47. Ya definida la ubicación de las columnas, se procedió con realizar el análisis estático no lineal, el cual nos derivaría en poder resolver (determinar) el incremento de la resistencia lateral. Podemos observar los resultados brindados en la figura 46. Con los resultados obtenidos se logra observar que su resistencia lateral máxima se incrementó hasta las 200tn.

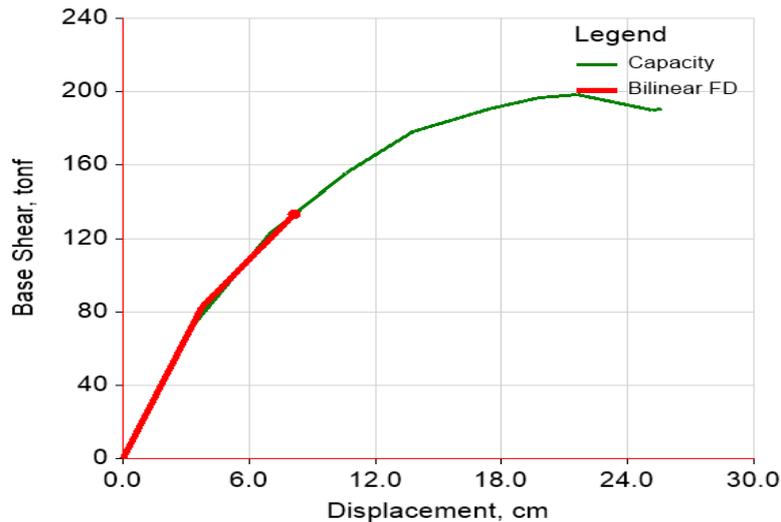


Figura 46: Punto de desempeño mejorado.

Fuente: Elaborado por el autor.

Para finalizar, se deriva (procede) con la obtención de los puntos de desempeño, observando que la confluencia (intersección) entre la curva de capacidad y la curva de demanda indican que, así la estructura acabara con daños, se evitaría un colapso, cumpliendo así con el diseño de la norma E030.

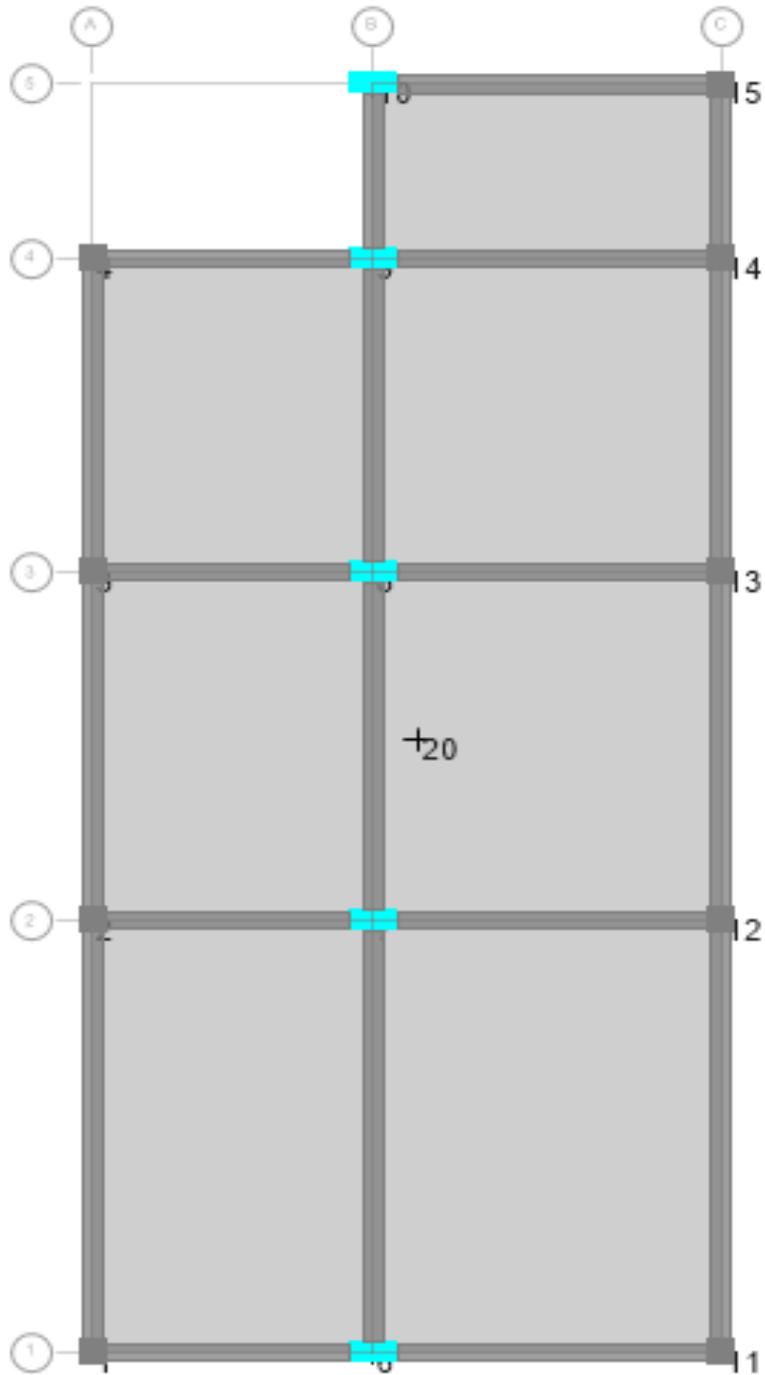


Figura 47: Ubicación de las columnas a reforzar.

Fuente: Elaborado por el autor.

IV. DISCUSIÓN

Discusión N°01

El encamisado de columnas de concreto propuesto logro el incremento de la resistencia lateral de las columnas. Esto se desprende de los análisis efectuados, ya que, el momento de fluencia de la sección mostrada fue de 7.0ton, antes del reforzamiento, mientras que el momento de fluencia del mismo elemento, fue de 45.0ton, después de haber sido reforzado. Este resultado es notable ya que el reforzamiento propuesto logro triplicar a la capacidad lateral de las columnas existentes.

Los resultados encontrados resultaron ser similares a los reportados por Quiun et. al (2012), quienes propusieron una serie de técnicas de reforzamiento para edificaciones que presentaron ciertos niveles de daño estructural como consecuencia del sismo ocurrido en la ciudad de Arequipa, en el 2001. Una de estas técnicas propuestas por estos autores fue, para ser exactos, el encamisado de columnas. Los citados autores definen al encamisado de columnas como una técnica que permite incrementar la sección transversal de las columnas, permitiendo poder incrementar así una inercia efectiva y su resistencia lateral, pues es necesario la aplicación de refuerzo longitudinal adicional.

Discusión N°02

Los resultados presentados en cuanto al reforzamiento de las columnas por el método del encamisado, van de acuerdo con lo presentado por Muñoz et. al (2012), quienes en su trabajo de investigación propusieron una serie de técnicas orientadas al reforzamiento de elementos estructurales dañados por el efecto el sismo de Arequipa del 2001, en especial, en el caso de escuelas y hospitales. Los mencionados autores pronosticaron incrementos de la resistencia lateral de hasta el 500%, con los beneficios que eso implica para una edificación.

El encamisado propuesto, además, logra poder el incremento de la rigidez lateral de las columnas de concreto armado, y resulta importante aclarar que, aunque solo se duplico en peralte de la columna, la inercia efectiva se multiplico por ocho. Esto último tiene mucho sentido ya que de acuerdo con Muñoz et. al (2012), la relación de inercias de una sección antes del reforzamiento y después del reforzamiento tiene la siguiente forma:

$$\frac{I_r}{I_a} = \left(\frac{tr}{ta}\right)^3$$

Sin embargo, como $t_r=2t_a$, ya que se duplico al peralte de la sección transversal, la relación de inercias después del reforzamiento y antes de este se puede encontrar de la siguiente manera:

$$\frac{I_r}{I_a} = 8$$

Es decir, la inercia lateral de una columna de concreto armado se multiplicará por ocho, se duplicará el peralte de esta, resultados similares fueron obtenidos por Quiun et. al (2012), como parte de su proceso de reforzamiento en cierto elemento estructurales.

En este punto conviene aclarar que el objetivo de la presente investigación es la aplicación del encamisado como técnica de reforzamiento de viviendas vulnerables a sismo; sin embargo, de los análisis elásticos encontrados en la primera parte de este estudio se encontró que las distorsiones laterales máximas no eran simétricas, es decir, que las distorsiones eran significativas mayores en una dirección. En específico se encontró que las distorsiones laterales máximas en la dirección en la que predominaba la albañilería confinada fueron del orden 3/1000, mientras que las distorsiones laterales encontrada en la dirección trasversal fueron de 14/1000.

Discusión N°3

Estos resultados nos muestran claramente que mientras que en las direcciones en las que se tiene albañilería confinada las distorsiones máximas estuvieron por debajo del valor límite establecido por la normal peruana de diseño sísmico E030, 5/1000, las distorsiones máximas encontrada en la dirección en la que solo se encontraron pórticos de concreto armado, superaron con toda la facilidad, el límite máximo de distorsiones establecidas en la misma normativa de 7/1000.

De acuerdo con los reportes hechos por Quiun et. al (2012), las edificaciones de albañilería confinada fallaron por esta falta de rigidez lateral en la dirección de los pórticos de concreto armado. Ya que al deformarse tanto en la dirección de menor rigidez, y luego soportar fuerzas laterales transversales, se terminaban dañando tanto la albañilería confinada como los pórticos de concreto armado, con el consiguiente colapso de este tipo de edificaciones. Este fue el motivo principal el cual motivo y se decidió al reforzamiento de las columnas de concreto armado en las direcciones de los pórticos de concreto armado, y no en la dirección de la albañilería confinada.

V. CONCLUSIONES

Conclusión 1

El uso de la técnica del encamisado de columnas, nos concede (permite) el incremento de la resistencia lateral de estos elementos. En el caso estudiado, se logró encontrar incrementos de resistencia de hasta 500%. Además, del análisis estático no lineal, se pudo determinar que este incremento en resistencia en las columnas, nos permitió incrementar la capacidad lateral de toda la estructura.

Conclusión 2

De los resultados presentados se observó que la vivienda autoconstruida analizada tuvo una resistencia lateral de 108t, mientras que después de la aplicación del encamisado, se logró obtener una resistencia lateral de hasta 200t, es decir, se logró un incremento del 100%.

Conclusión 3

Se observó que la capacidad de deformación de la edificación sin reforzamiento alcanzo los 20cm, mientras que la capacidad de deformación de la estructura reforzada llego hasta los 21cm. En términos prácticos, se puede decir que el reforzamiento propuesto no logro una mejora notable de la capacidad de deformación de la estructura.

Conclusión 4

El encamisado de las columnas de concreto, permitió incrementar de una manera notable la rigidez lateral de los elementos de concreto armado, teniendo como consecuencia un incremento sustancial de la rigidez lateral de la estructura completa.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Se recomienda el uso de la técnica del encamisado de columnas en viviendas autoconstruidas, pues únicamente requiere de aplicación de materiales de construcción típicos, tales como el acero y concreto, los que siempre están al alcance de las personas.

Recomendación 2

Se recomienda la colocación de varillas de acero grado 60, ya que, es uno de los aceros más comunes en el medio, y de los resultados presentados en este trabajo, se ha podido observar que generan resultados satisfactorios.

Recomendación 3

Se recomienda el uso de otras técnicas como el empresillado de columnas de concreto armado, esto con el objetivo de poder incrementar su capacidad de formación lateral, frente a cargas externas.

REFERENCIAS

- CONSTANTIN, R. y Beyer, K. 2012.** *Modelling of Reinforced Concrete Core Walls Under Bi-directional Loading*. Lisboa, Lisboa, Portugal : s.n., 2012.
- Escolano, Margarit, y otros. 2012** *Failure Mechanism of Reinforced Concrete Structural Walls with and without Confinement*. Lisboa, Lisboa, Portugal : s.n., 2012.
- BORJA Suárez, Manuel. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo: s.n., 2012.
- MASSONE Leonardo, y otros. 2012.** *Seismic Design and Construction Practices for RC Structural Wall Buildings*. Earthquake Spectra, 2012, págs. 245-256.
- HERNÁNDEZ, E. 2006.** *Metodología de la Investigación: Cómo escribir una tesis. s.l.:* Escuela Nacional de Salud Pública, 2006.
- Moharrami, Mohammadreza, y otros. 2014.** *Analysis of shear-dominated RC columns using the nonlinear truss analogy*. Earthquake Engineering Structural Dynamics, 2014.
- CEGARRA Sánchez, José. 2014.** *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Barcelona: Diaz Santos, 2014. ISBN 8479786248.
- ORTIZ, Arcangel. 2014.** *Diseño Sísmico de Muros de Concreto Armado. Bases para el diseño por desplazamientos*. Instituto de Ingeniería UNAM : Mexico, 2014. Tesis de Maestría.
- PANAGIOTOU Mario, y otros. 2012.** *Nonlinear Cyclic Truss Model for Reinforced Concrete Walls*. ACI Structural Journal, págs. 205-214.
- Wallace, Jhon, y otros. 2012.** *Damage and Implications for Seismic Design of RC Structural Wall Buildings*. Earthquake Spectra, 2012, págs. 281-299.
- YUAN, Lu y PANAGIOTOU, Mario. 2013.** *Three-Dimensional Cyclic Beam-Truss Model for Nonplanar Reinforced Concrete Walls*. Journal of Structural Engineering, ASCE, 2013.

- CHOPRA, Anil K. 2014.** *Dinamica de Estructuras*. Mexico : Pearson, 2014.
- AYKAC, BENGI, y otros. 2016.** *Seismic strengthening of infill walls with perforated steel plates*. Engineering Structures, 2016.
- DI Luccio, G., y otros. 2017.** *Seismic Retrofitting of RC walls externally strengthened by flax-FRP strips*. Composites.2017.
- HUACO Cardenas, Guillermo y Jirsa, J. 2017.** *Performance of masonry wall retrofitted using CFRP sheets and anchors*. Santiago de Chile : 16th World Conference on Earthquake Engineering, 16WCEE 2017., 2017.
- UNIVERSIDAD Católica de Valparaíso. 2017.** Métodos y Técnicas de Investigación. [En línea] 2017.
http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/metodos_tecnicas_investigacion.php.
- KASSIMALI, A. 2015.** *Análisis estructural*. 5a. ed. México: Cengage learning, 2015.
- ELGHAZY, Mohamed, y otros. 2017.** *Effect of Corrosion Damage on the Flexural Performance of RC Beams Strengthened with FRCM composites*. Composite Structures. 2017.
- FAJARDO, C. 2012.** *Evaluación estructural de una de las edificaciones del hospital Edgardo Rebagliati Martins usando el método del espectro de capacidad*. [En línea] 29 de Mayo de 2012.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/am/uni460/1faj>
- CHANG, D. 2015.** *Diseño estructural de un edificio de aulas de concreto armado de cuatro pisos en el distrito de San Miguel*. [En línea] 05 de Agosto de 2015.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6244/CHANG_DANIEL_DISEÑO_CONCRETO_ARMADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2009.** *Normas Técnicas de Edificaciones E0.60, Concreto Armado*. Lima, Perú. [En línea] 20 de Julio de 2009.
<http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

BASURTO Cartulin, Rosario del Pilar. 2015. *Vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2015.

Rivera Vargas, Darío. 2015. *Evaluación simplificada de la vulnerabilidad sísmica de puentes urbanos.* Mexico : Centro Nacional de Prevención de desastres-CENAPRED, 2015.

ETABS 2016. *CSI Analysis Reference Manual.* Estados Unidos: Computers & Structures, Inc. 2016.

Mapa de suelos en los distritos de Lima. 2012. *Sistema Nacional de Información Ambiental.* Lima, Perú. [En línea] 20 de Junio de 2012.

<http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/38840>.

KASSIMALI, A. 2015. *Análisis estructural.* 5a. ed. México: Cengage learning, 2015.

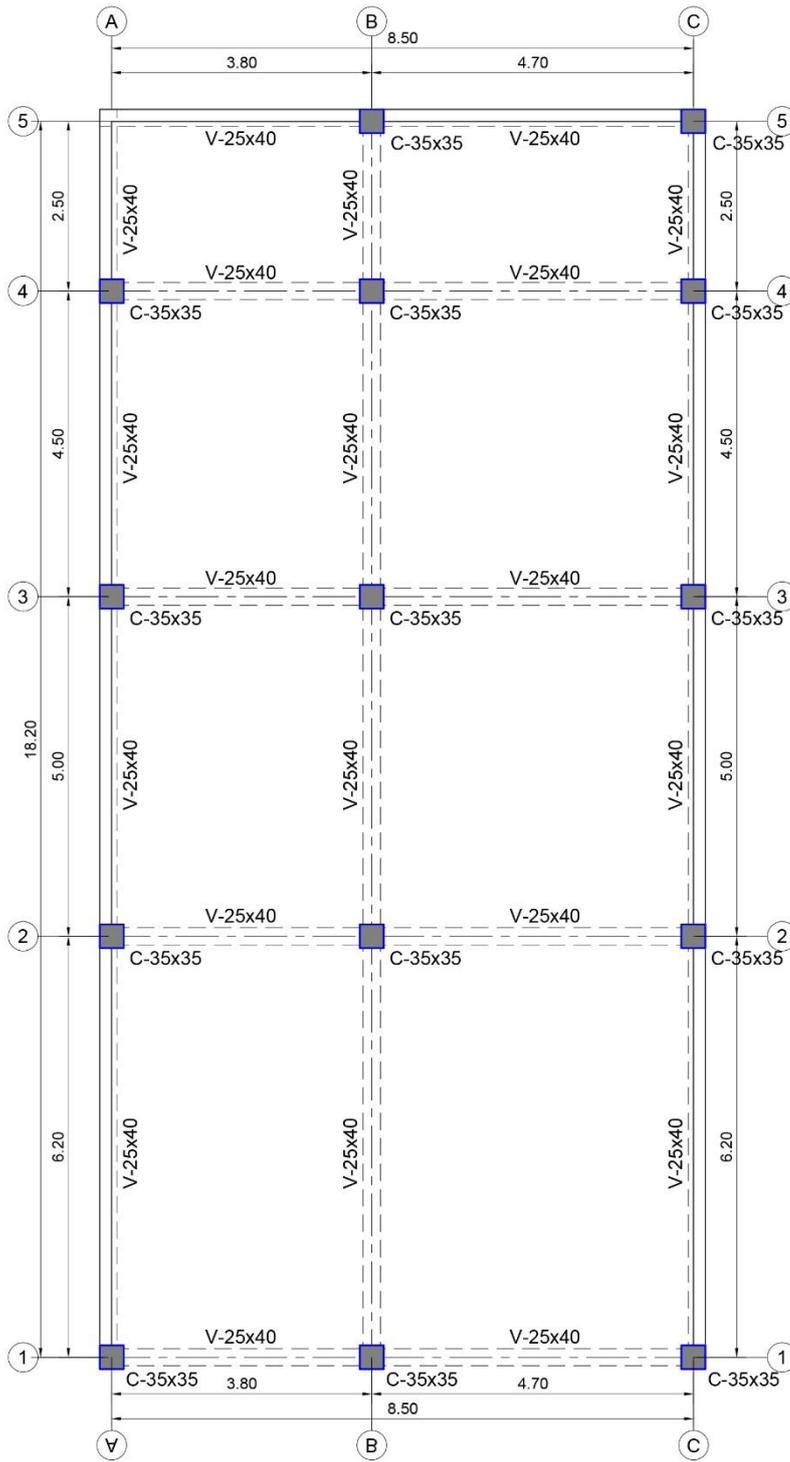
ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><u>Problema general</u> ¿Qué efecto tiene el encamisado como técnica de reforzamiento estructural en columnas de viviendas vulnerables ante sismos en el distrito de Comas?</p> <p><u>Problema específico:</u> 1) ¿Qué efecto tiene el encamisado en la capacidad de deformación (ductilidad) de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de Comas? 2) ¿Qué efecto tiene el encamisado en la resistencia lateral (resistencia) de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de Comas? 3) ¿Qué efecto tiene el confinamiento del encamisado en la deformación lateral de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de comas?</p>	<p><u>Objetivo general</u> Demostrar que la técnica del encamisado mejora el comportamiento de columnas de concreto armado de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de Comas.</p> <p><u>Objetivo específico:</u> 1) Demostrar que el encamisado de columnas incrementa la capacidad de deformación de columnas de viviendas vulnerables frente a sismo en el distrito de Comas. 2) Demostrar que el encamisado de columnas incrementa la resistencia lateral de columnas de viviendas vulnerables frente a sismo en el distrito de Comas. 3) Demostrar que a mayor confinamiento del encamisado se incrementa la capacidad de deformación lateral de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de comas.</p>	<p><u>Hipótesis (Hi)</u> Si se utiliza el método de encamisado de columnas como método de reforzamiento estructural en viviendas vulnerables, se producirá un aumento de la resistencia lateral de dichas edificaciones ante eventuales movimientos sísmicos.</p> <p><u>Hipótesis específica:</u> 1) Si se utiliza el método de encamisado de columnas, se producirá un aumento en la capacidad de deformación (ductilidad) de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de Comas. 2) Si se utiliza el método de encamisado de columnas, se producirá un aumento en la resistencia lateral (resistencia) de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de Comas 3) Si se aplica mayor confinamiento del encamisado de columnas, se producirá un aumento de la capacidad de deformación lateral de columnas de viviendas vulnerables frente a sismos en el distrito de comas.</p>	<p><u>Variable (x):</u> Encamisado de columnas.</p> <p><u>Variable (y):</u> Reforzamiento estructural de viviendas vulnerables ante movimientos sísmicos.</p>	<p>Área requerida de la sección transversal.</p> <p>Resistencia lateral Rigidez lateral Capacidad de deformación</p>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable (X): Encamisado de columnas.</p>	<p>El encamisado es un método de refuerzo estructural que se utiliza para incrementar la resistencia axial, flexión y cortante de elementos existentes. El encamisado se realiza agregando refuerzo longitudinal y transversal o una malla electro soldada alrededor de la sección original y recubrirla con concreto premezclado o lanzado.</p>	<p>Modelos numéricos</p>	<p>Área de la sección transversal Dimensiones requeridas por la columna</p>	<p>Área requerida de la sección transversal medida en cm². sección transversal, medidas en cm.</p>
<p>Variable (Y): Reforzamiento estructural de viviendas vulnerables ante movimientos sísmicos.</p>	<p>Es el proceso de incrementar la capacidad de la estructura, aumentando elementos o añadiendo nuevos. En el refuerzo de una estructura (con o sin daño) se mejoran las características estructurales sobre las originales. Es toda operación para incrementar el desempeño estructural del elemento por encima de su desempeño original.</p>	<p>Modelos numéricos</p>	<p>Resistencia lateral Rigidez lateral Capacidad de deformación</p>	<p>Fuerza lateral máxima en una columna, medida en t. Fuerza requerida para desplazar horizontalmente a la columna en una unidad, medida en t/cm. Desplazamiento máximo que una columna es capaz de tolerar sin fallar, medido en cm.</p>

Plano Estructural



ESTRUCTURAS
ELABORACION PROPIA

ALUMNO			Herrera Alarcón, Jhon Harley	
TEMA: "Reforzamiento estructural usando el método del encamisado de columnas para viviendas vulnerables ante sismos en el Distrito de Comas - 2018"				
PLANO: ESTRUCTURAS ELABORACION PROPIA				
UBICACION: CALLE TURQUESAS				
DISTRITO: COMAS			PROVINCIA: LIMA, DEPARTAMENTO: LIMA	
DADO: Herrera Alarcón, Jhon Harley		FECHA: JUNIO 2018	ESCALA: S/E	LÁMINA: E-01

Ficha de recolección de datos



UCV
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

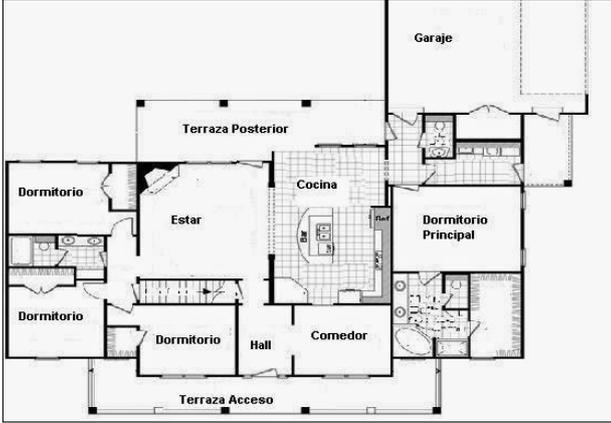
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE VIVIENDA N°
Elaborado por: Jhon Herrera

Información básica relacionada con la vivienda

Ubicación de la vivienda bajo estudio



Croquis de la vivienda



Modelo referencial

Análisis por sismo (Z=0.4g, U=1, C=2.5, R=3) 510

Factor de Suelo S = Resistencia característica a corte (kPa): $v'm =$ VR = Resistencia al corte (kN) = $Ae(0.5v'm \cdot \alpha + 0.23fa)$

Piso 1	Cortante Basal		Area de muros		Ae / Ar	Densidad Ae/Area piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
Análisis en el sentido "Y"									

Observaciones y Comentarios

.....

.....

Nombre del profesional

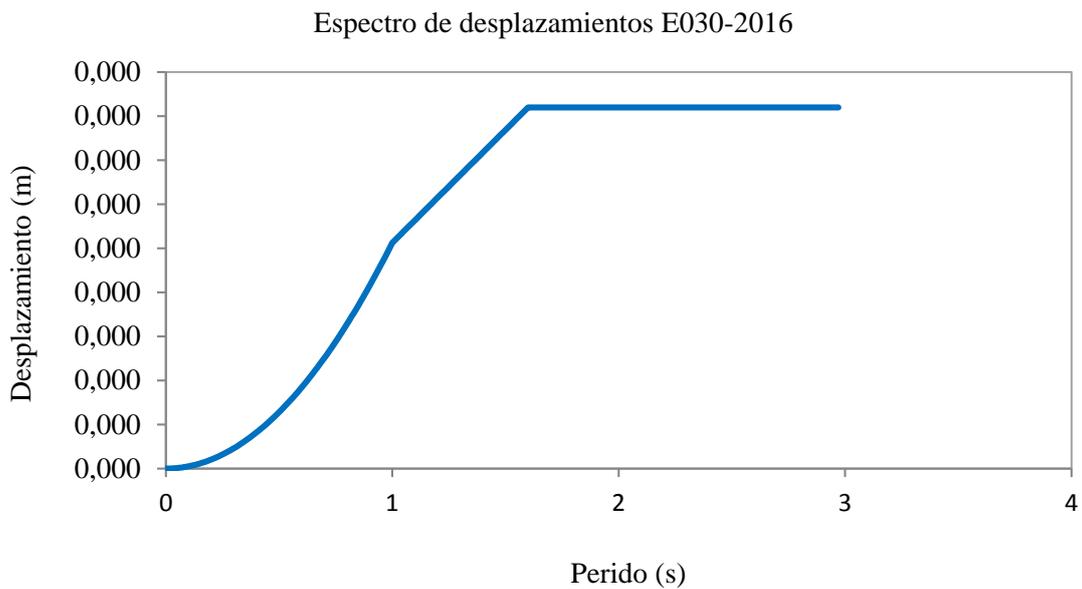
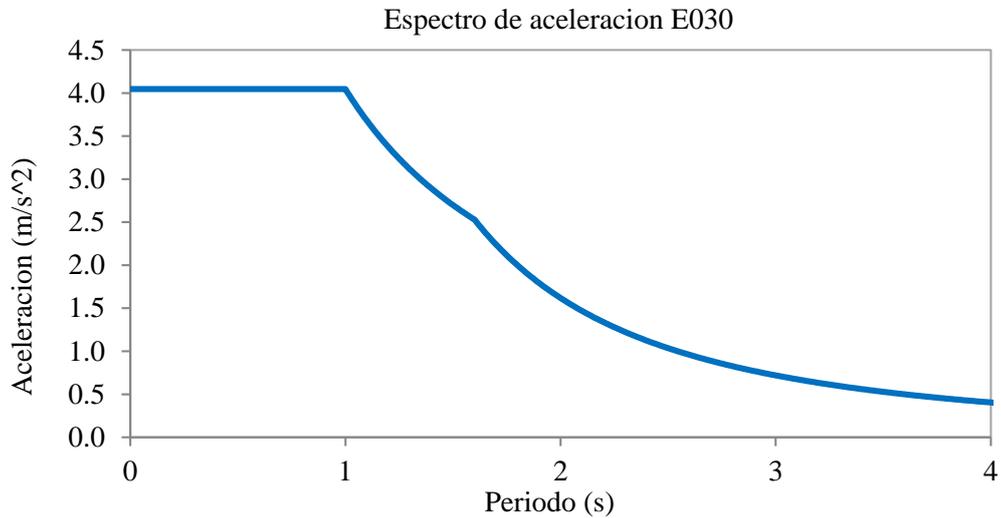
N° CIP

DNI

Espectro de diseño

ESPECTRO DE PSEUDOACELERACIONES, SEGÚN LA NORMA E030

Z	0.45	Factor de zona
S	1.10	Factor de suelo
Tp	1.00	
Tl	1.60	
U	1.00	Factor de uso
Ro	3.00	Factor de reducción basico
Ia	1.00	Irregularidad en altura
Ip	1.00	Irregularidad en planta
R	3.00	Factor de reducción $R=R_o \cdot I_a \cdot I_p$



Resultado del modelamiento de la estructura

