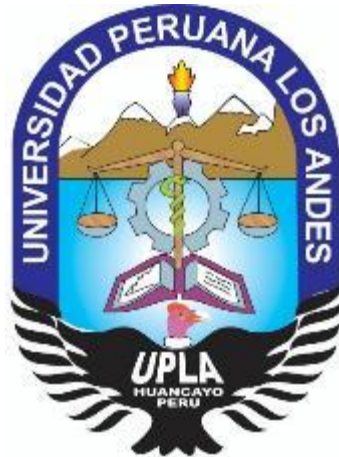


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

***VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS
EDIFICACIONES QUE POSEEN UNA ESTACIÓN
BASE DE COMUNICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE
LIMA - 2019***

PRESENTADO POR:

Bach. Rocio Balbín Lazo

Línea de Investigación de la Universidad:

Transporte y Urbanismo

Línea de Investigación del Programa de Estudios

Estructuras

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

LIMA, PERÚ

2019

ASESORES

ING. PAREDES LEÓN, JUSSY FERNANDO

MG. ING. GALLARDO MENDOZA, JUAN CARLOS

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO:

A Dios por protegerme y guiarme constantemente.

A mis padres, por el inmenso apoyo que siempre me brindaron y ser los paradigmas de lucha incansable por el bienestar y la superación de mi familia.

A mis hermanos, por ser ejemplos de superación y estar siempre animándome en el cumplimiento de mis objetivos.

A todos los docentes de la UPLA – LIMA, por: guiarnos, formarnos, compartir sus conocimientos y alentarnos a seguir adelante a pesar de las adversidades.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO REVISOR**

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO REVISOR**

**ING. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES
JURADO REVISOR**

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO:.....	II
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas.....	VII
Índice de Cuadros.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPITULO I:.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación y sistematización del problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Delimitación del Problema	6
1.5. Limitaciones de la presente investigación.....	7
1.6. Objetivos	7
1.6.1. Objetivo General	7
1.6.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Marco Conceptual	10
2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica	10
2.2.1.1. Análisis de Vulnerabilidad	11
2.2.1.2. Métodos de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.....	12
Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1984).....	18
Adecuación de la Metodología a la normatividad peruana.....	22
Detalle de los parámetros del método de índice de vulnerabilidad.....	24
P 01: Tipo y organización del sistema resistente.....	24
P 02: Calidad del sistema resistente.....	25
P 03: Resistencia convencional.	26
P 04: Posición del edificio y cimentación.	29
P 05: Diafragma horizontal.....	31
P 06: Configuración en planta.	33

P 07: Configuración en elevación.....	36
P 08: Distancia máxima entre muros / columnas.....	38
P 09: Tipo de cubierta.....	39
P 10: Elementos no estructurales.....	39
P 11: Estado de conservación.....	40
2.2.2. Estación Base de Comunicación (EBC).....	41
2.2.3. Edificaciones.....	43
2.2.4. El origen de los sismos.....	45
2.2.5. Cargas estructurales.....	46
2.2.6. Evaluación estructural.....	48
2.3. Definición de Términos.....	48
2.4. Hipótesis.....	50
2.5. Variables.....	50
2.6. Marco Normativo.....	51
CAPITULO III.....	53
METODOLOGÍA.....	53
3.1. Método de Investigación.....	53
3.2. Tipo de Investigación.....	53
3.3. Nivel de Investigación.....	53
3.4. Diseño de Investigación.....	53
3.5. Población y Muestra.....	54
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.7. Procesamiento de la información.....	55
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	56
CAPITULO IV.....	58
RESULTADO.....	58
4.1. Identificación y localización de la zona de estudio.....	58
4.1.1. –Ubicación Geográfica.....	58
4.1.2. Características Geográficas.....	60
4.1.3. Características Geotécnicas.....	61
4.2. Evaluación del grado de Vulnerabilidad Sísmica.....	63
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de cada edificación.....	63
RESULTADO POR CADA PARÁMETRO.....	96
8.1. Evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.....	107
8.1.1. Generalidades de la edificación a evaluar.....	107

8.1.2.	Procedimiento de evaluación.....	107
8.1.3.	Criterios de evaluación estructural	108
8.1.4.	Análisis de los resultados	110
CAPITULO V.....		125
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		125
9.	CONCLUSIONES.....	129
10.	RECOMENDACIONES.....	130
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
12.	ANEXOS.....	133

Índice de Tablas

Tabla 1. Ítems de Vulnerabilidad	20
Tabla 2: Escala de Vulnerabilidad de Beneditti – Petrini	21
Tabla 3: Limitaciones en el uso de la albañilería	25
Tabla 4: Resistencia características de la albañilería	27
Tabla 5: Peso unitario de la albañilería	28
Tabla 6: Peso propio del diafragma.....	28
Tabla 7: Categoría de las edificaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones. ..	44
Tabla 8; Cuadro de pesos de antenas	109

Índice de Figuras

Figura 1: Brecha en cobertura de servicios móviles - Déficit de antenas	3
Figura 2: Provincia de Lima	6
Figura 3: Parámetros de Evaluación	20
Figura 4: Perfiles de suelo en la provincia de Lima.....	30
Figura 5: Diafragmas horizontales	32
Figura 6: Irregularidad en planta	34
Figura 7: Configuración en planta de las edificaciones	35
Figura 8: Torreta de una edificación	36
Figura 9: Porche de una edificación	37
Figura 10: Irregularidad en elevación	37
Figura 11: Torre Monopolo	42
Figura 12: Infraestructura tipo Rooftop	42
Figura 13: Infraestructura de telecomunicaciones tipo Greenfield	43
Figura 14: Infraestructura de telecomunicaciones Autosoportadas	43
Figura 15: Ubicación de la provincia de Lima en el mapa del Perú	59
Figura 16: Provincia de Lima.....	59
Figura 17: Microzonificación sísmica.....	62
Figura 18: Vista del modelado de la edificación:	110
Figura 19: INEI (2015) Población de la Provincia de Lima.....	135

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Rangos de vulnerabilidad	22
Cuadro 2: Adecuación de la metodología a las normas Peruanas.	23
Cuadro 3: Operacionalización de las variables	51
Cuadro 4: Técnicas e instrumentos utilizados para la presente investigación.	55
Cuadro 5: Técnicas de procesamiento de datos y herramientas a usar	56
Cuadro 6: Técnicas de análisis de datos y herramientas a usar	57
Cuadro 7: Resultado del parámetro 01	96
Cuadro 8: Resultado del parámetro 02	97
Cuadro 9: Resultado del parámetro 03	98
Cuadro 10: Resultado del parámetro 04	99
Cuadro 11: Resultado del parámetro 05	100
Cuadro 12: Resultado del parámetro 06	101
Cuadro 13: Resultado del parámetro 07	102
Cuadro 14: Resultado del parámetro 08	103
Cuadro 15: Resultado del parámetro 09	104
Cuadro 16: Resultado del parámetro 10	105
Cuadro 17: Resultado del parámetro 11	106
Cuadro 18: Resultados del desplazamiento	111
Cuadro 19: Resultado de la evaluación de vigas	112
Cuadro 20: Resultado de la evaluación de la viga 25x20	114
Cuadro 21: RESUMEN DE RESULTADOS	124

RESUMEN

La presente investigación respondió a la siguiente interrogante ¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima?, el objetivo general fue: analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima y la hipótesis general que se verificó fue: “La vulnerabilidad sísmica es de grado medio, en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima”.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, nivel de investigación descriptivo y explicativo, diseño cuasi-experimental de corte transversal, la población estuvo conformada por todas las estaciones rooftop de la provincia de Lima, las cuales ascienden a un total de 4,829 según el MTC; el tipo de muestreo fue el no aleatorio o dirigido, se seleccionó un total de 32 edificaciones a las cuales se realizaron las evaluaciones correspondientes.

Se concluyó que la vulnerabilidad sísmica es de grado medio, en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima.

Palabras Claves: Vulnerabilidad sísmica, Edificaciones, Estación base de comunicación

ABSTRACT

The present investigation answered the following question: How is the seismic vulnerability of buildings that have a communication base station in the province of Lima?, the general objective was: to analyze the seismic vulnerability of buildings that have a communication base station in the province of Lima and the general hypothesis that was verified was: "The seismic vulnerability is of medium degree, in the buildings that have a base station of communication in the province of Lima".

The general method of research was the scientist, the type of research was applied, level of descriptive and explanatory research, quasi-experimental cross-sectional design, the population was made up of all rooftop stations in the province of Lima, which amount to a total of 4,829 according to the MTC; The type of sampling was non-random or directed, a total of 32 buildings were selected to which the corresponding evaluations were made.

It was concluded that the seismic vulnerability is of medium degree, in buildings that have a communication base station in the province of Lima.

Key Words: Seismic vulnerability, buildings and communication base station.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación titulado “Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima 2019”, se elaboró con el propósito de analizar la vulnerabilidad sísmica de un conjunto de edificaciones y con los resultados obtenidos concientizar a las instituciones correspondientes sobre las medidas preventivas que se podrían tomar y así prevenir las consecuencias que podría ocurrir durante un sismo de mediana o alta intensidad. El presente trabajo de investigación posee 5 capítulos, los cuales fueron analizados y distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo I, se desarrolla el problema de investigación, detallando el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, en el cual se detalla el problema general y los problemas específicos, posterior a ello se trata la justificación del presente estudio y la delimitación del problema, para luego detallar las limitaciones de la presente investigación y se finaliza el capítulo detallando los objetivos generales y específicos.

En el capítulo II se desarrolla el marco teórico, se trata los antecedentes de la presente investigación, el marco conceptual en el cual se detallan los conceptos de los términos más relevantes, necesarios para la comprensión del presente estudio, posterior a ello se detalla la definición de términos, en el cual se detalla de manera sucinta los términos más usados a lo largo de la investigación, luego se especifica la hipótesis de la investigación, también se define las variables y se finaliza el capítulo con el marco normativo usado para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo III se desarrolla la metodología usada para el desarrollo de la tesis, en esta se detalla el método de investigación usado, el tipo, nivel y diseño de investigación seleccionado para el presente estudio, posterior a ello se detalla la

población y la muestra elegida para realizar el estudio, también se especifica las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, y se finaliza el capítulo con el procesamiento y análisis de los datos

En el capítulo IV, se desarrolla el resultado de las encuestas y análisis sísmico desarrollado como cuerpo de la tesis, además se detalla las características resaltantes de la provincia de Lima, lugar de la investigación.

En el capítulo V, se desarrolla la discusión de los resultados.

Se finaliza la tesis con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

Bach. Rocio Balbin Lazo

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La instalación de una antena de comunicación, generalmente está relacionado con el rechazo de la población circundante por la supuesta radiación que emite, por lo cual cada una de las 43 municipalidades de la provincia de Lima, poseen facultades para emitir autorización para la instalación de estaciones base de comunicaciones; ellas realizan una revisión minuciosa al expediente, levantando en ocasiones demasiadas observaciones, por lo cual las empresas operadoras deciden evadir esos trámites administrativos engorrosos y proceden a realizar la instalación de las estaciones base de comunicación sobre las edificaciones sin autorización alguna, sin una previa evaluación estructural, debido a ello tenemos edificaciones de este tipo que son vulnerables frente a un posible sismo de moderada y gran magnitud, es por ello la necesidad de investigar cual es la vulnerabilidad sísmica actual de dichas edificaciones.

La demanda de los servicios móviles en el Perú se ha masificado y por ende estamos ante una creciente necesidad de una mayor cantidad de estaciones base de comunicación por kilómetro cuadrado, para asegurar dicha calidad del servicio; la ubicación, construcción y el tamaño de cada una, responde a la demanda que la empresa operadora, la cual brinda el servicio, quiera atender.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) la población de la provincia de Lima tiene una tasa de crecimiento de 1.53% (ver detalle en Anexos), sin embargo el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2017) informa que con la población actual, en la provincia de Lima existe un gran déficit de estaciones base de comunicación debido a que: tenemos una población con tasa de crecimiento positiva, el uso de datos por persona cada vez es mayor;

por lo tanto OSIPTEL detalla que con estas características la brecha de estación base de comunicación a nivel nacional al 2021 sería del 93%, y a nivel departamento de Lima sería del 72%, a continuación lo mencionado se presenta en la siguiente imagen.

Figura 1: Brecha en cobertura de servicios móviles - Déficit de antenas



Fuente: Estimación del número de Estaciones Base Celular (estación base de comunicación) requeridas al año 2021, realizado por Javier More, Jorge Trelles y Luis Pacheco. [1] Recuperado de <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/estimacion-numero-estaciones-base-celular> (Recuperado el 04/03/2019)

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones?
- b) ¿Cómo sería el comportamiento de los elementos estructurales frente a un sismo?

1.3. Justificación

Justificación Práctica o social

El efecto del sismo sobre una estructura que falla estructuralmente, acarrea pérdidas económicas y de vidas humanas, por ello es fundamental la investigación del estado actual en el que se encuentran aquellas edificaciones que soportan una estación base de comunicación dentro de la provincia de Lima. El Perú se ubica en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” y aproximadamente al margen del encuentro de dos placas tectónicas la de Nazca y la Sudamericana, ambas producen el efecto de subducción; el cual a lo largo de los años ha provocado un gran número de sismos de diversas intensidades en todo el litoral de nuestro territorio.

Torrealva [2], menciona que no es hasta que después del sismo de 1699 que ocasionó daños severos en las casas de Lima se crea el primer código sísmico de América y con ello se generaron las primeras normativas que pretendían evitar daños severos en las viviendas de ese entonces, posteriormente a mediados del siglo XX se elaboró el primer proyecto de norma Peruana cuya filosofía de diseño era evitar las pérdidas de vida humana y minimizar los daños a la estructura, asegurando así la continuación de los servicios básicos, ya que ésta debería soportar movimientos sísmicos moderados que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio experimentando posibles daños dentro de límites aceptables y no colapsar u ocasionar daños graves a sus habitantes debido a movimientos sísmicos de mediana y gran intensidad que ocurran en el sitio.

Sin embargo, a lo largo de estas últimas décadas en la ciudad de Lima, la autoconstrucción ha sido una práctica común, razón por lo cual durante la

construcción de una vivienda la aplicación de estas normativas no se cumple a cabalidad incurriendo en errores de diseño, construcción y otros, que aumentan la vulnerabilidad en las edificaciones. En la actualidad en la provincia de Lima existen muchas viviendas de este tipo, algunas de ellas albergan en la azotea una estación base de comunicación, por ello es importante evaluar una muestra de este conjunto de edificaciones para verificar el grado de la vulnerabilidad sísmica que estas poseen y así dar a conocer a las instituciones implicadas, el estado actual y así poder tomar medidas correctivas para salvaguardar la vida de los habitantes de dichas viviendas y obtener un adecuado funcionamiento de las estaciones base de comunicación durante y después de la ocurrencia de un sismo, lo cual es fundamental y nosotros como ingenieros civiles estamos llamados a colaborar que eso se dé.

La presente investigación permite conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de una muestra de edificaciones que poseen sobre ella una estación base de comunicación y con dichos resultados tomar acciones para prevenir y salvaguardar la vida de los habitantes de dichas edificaciones, así mismo prevenir que la funcionalidad de las estaciones base de comunicación sigan operando ya que la comunicación posterior a un sismo es muy importante para toda la sociedad y más aún para los habitantes de los distritos costeros que frente a un sismo de gran magnitud estarían frente al riesgo de sufrir las consecuencias de un tsunami, por ende la operatividad de las estación base de comunicación en esos momentos es fundamental.

Justificación Metodológica

En la presente investigación se desarrolla un método de evaluación de la vulnerabilidad sísmica en una edificación que posee una estación base de comunicación, siguiendo las etapas de pre procesamiento (Toma de datos insitu), procesamiento (análisis de los datos) y post procesamiento (presentación de resultados), para ello se usó como apoyo el método del índice de vulnerabilidad y el software ETABS 2016

1.5. Limitaciones de la presente investigación

La presente investigación tiene las siguientes limitaciones:

- El financiamiento de la presente investigación es con recursos propios.
- Teniendo en cuenta que la población es un poco grande, y el financiamiento es propio, por lo tanto, se usará una muestra por conveniencia de 32 sites, eligiendo al azar dentro de la provincia de Lima.
- La presente investigación será evaluada por una metodología mixta cualitativa al inicio y cuantitativa al finalizar, las razones están sustentadas posteriormente en el punto 2.2.1, en la cual se detallan de igual manera porqué se eligió el método del índice de vulnerabilidad y la aplicación para edificaciones de albañilería.
- Las estaciones base de comunicación que se evalúa en la presente investigación es de tipo Rooftop, ya que estas son las que se ubican en las azoteas de las viviendas.
- Las edificaciones a elegir, deberán ser, estaciones rooftop y construidos con el sistema de albañilería.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, mediante el método del índice de vulnerabilidad.

- b) Realizar una evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la presente investigación se tomó en cuenta las investigaciones anteriores que estudiaron los conceptos de vulnerabilidad sísmica, estación base de comunicación, efectos del viento, cargas en antenas actuantes, diseño de cimentaciones de una estación base de comunicación, etc.

Se tomó en cuenta los estudios realizados a nivel nacional e internacional.

Antecedentes Nacionales

En los barrios jóvenes de la provincia de Lima, prima la autoconstrucción, debido a ello es necesario tener un conocimiento del estado actual de las edificaciones en determinadas , sustentando ello Rojas [3] realizó una investigación en el distrito de Santa Anita, cuyo título fue “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017” en la cual realizó un estudio mediante encuestas y entrevistas a través de una ficha previamente validada en la cual recolectó las características fundamentales de las edificaciones en estudio y mediante métodos cualitativos y cuantitativos culminó concluyendo que el 60% de las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 33,33% media y 6,67% baja, de esa manera verifica su respectiva hipótesis planteada; concluyendo con ello la importancia de realizar una evaluación a las demás agrupaciones urbanas ya que predomina el sistema constructivo de albañilería confinada.

De manera similar a la investigación mencionada Villegas [4] realizó una investigación denominada “Análisis de la Vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en el sector Morro Solar bajo, ciudad de Jaén - Cajamarca” dicho

estudio se centró en Jaén, ciudad que se encuentra expuesta a fenómenos naturales, posee una topografía y suelos característicos de la zona, predomina la autoconstrucción de las viviendas, a través de encuestas propuestas por el INDECI, se logró recolectar los datos necesarios para calcular la vulnerabilidad sísmica, el peligro sísmico y el riesgo sísmico, indicando como conclusión que el 80% de las viviendas evaluadas poseen un riesgo alto, con dicho estudio se recomendó la elaboración de un mapa de riesgos y peligros de toda la ciudad de Jaén, de manera similar pretendemos que el presente estudio, sirva para tomar acciones en el ámbito de desarrollo delimitado de la presente investigación.

Rojas [5] en su tesis cuyo título es “Análisis del Riesgo Sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 Lado Este de Chupaca” realiza un análisis de 15 edificaciones informales en una de las zonas crítica de la respectiva provincia y presenta como resultado la contratación de sus hipótesis; nivel de peligro alto, vulnerabilidad sísmica alto y pérdidas económicas altas, para la presente investigación, se tomará en cuenta algunos puntos de análisis de la vulnerabilidad sísmica.

Astorga y Aguilar [6] realizan la evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas, en la cual detallan los principales sistemas estructurales de las edificaciones educativas del país, para ello utilizaron data del INFES mediante el cual se pudo hacer una clasificación de las instituciones educativas, también se usó el método Delphi, a través del cual se logró obtener la opinión de expertos, cuyos resultados pudieron ser presentados en forma estadística.

Antecedentes Internacionales

Martínez [7] en su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicada en la ciudad de Lorca, región de Murcia” donde indica que la reducción de la vulnerabilidad de los elementos expuestos es la medida más eficaz para prevenir los daños y evitar un posible desastre, esto ante la imposibilidad de evitar que ocurran terremotos o que se pueda predecirlos. A través de un estudio estadístico en la ciudad de Lorca, España; se realiza el análisis de un conjunto de edificios según sus parámetros urbanísticos y su tipología estructural, concluyendo con una estimación de habitabilidad o no habitabilidad post sismo

de dichas edificaciones. La metodología aplicada en esta investigación, servirá como una de las referencias para la presente investigación.

Silva [8] en su tesis cuyo título es “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana”, realiza un estudio de un conjunto de viviendas sociales en Chile, construidas entre 1980 y 2001, analizando su vulnerabilidad mediante el análisis cuantitativo de vulnerabilidad y el índice de densidad de muros, lo cual se utilizará como una de las referencias para la presente investigación.

Sacalxot [9] Guatemala, realiza un análisis de las fuerzas que actúan en la torre de comunicación de la estación base de comunicación y como estas son trasladadas hacia la base de la cimentación, para así poder realizar un buen cálculo de la cimentación, este análisis nos servirá para la presente investigación, ya que dichos esfuerzos serán trasladados a una estructura de la vivienda que la soporta.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica

Una definición de este término compuesto, es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños en los elementos estructurales frente a un evento sísmico determinado y algunas características que influyen en eso son la geometría de la estructura, los aspectos estructurales y constructivos.

Alonso, J. [10] define como vulnerabilidad sísmica de una estructura al “límite en el que sobrepasa el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta previsto disponible ante una amenaza sísmica”.

La vulnerabilidad sísmica es un proceso que determina la intensidad de los daños que puede producir la ocurrencia efectiva de un sismo.

Medina y Romero [11] “Define la vulnerabilidad sísmica como el límite en el que sobrepasa el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta previsto disponible ante una amenaza sísmica conocida”.

El grado de vulnerabilidad sísmica en una edificación depende de una serie de factores que se deben evaluar minuciosamente, a continuación, detallamos algunos factores a tener en cuenta:

Factores estructurales

- Muros confinados y reforzados
- Los detalles de las vigas y columnas de confinamiento
- Las vigas de amarre
- Tipo y disposición del entrepiso
- Amarre de cubiertas
- Aspectos de la cimentación

Factores de entorno y geotécnicos:

- Topografía del terreno donde está ubicado la vivienda
- Tipología de suelo

Factores Arquitectónicos

- Irregularidad en planta y elevación de la edificación
- Cantidad de muros en las dos direcciones

Factores Constructivos:

- Encofrado deficiente
- Espesor de las juntas
- Tipo y disposición de ladrillos
- Calidad de los materiales

2.2.1.1. Análisis de Vulnerabilidad

Kuroiwa [12] en su artículo “Reducción de desastres” indica que para el análisis de la vulnerabilidad de las edificaciones existen dos factores los cuales son importantes a tomar en cuenta y estos son:

Vulnerabilidad Estructural

Se entiende como elemento estructural a aquellas partes de la estructura que la sostienen y son los encargados de resistir y transmitir las fuerzas hacia la cimentación y luego al suelo, algunos de esos elementos son las columnas, vigas, muros de albañilería de corte, placas, etc.

Por ende, se define como vulnerabilidad estructural a la susceptibilidad de que estos elementos puedan sufrir daños frente a un sismo.

El daño que sufrirán los elementos estructurales está directamente relacionado con la calidad de los materiales empleados, la configuración de la estructura en general, cargas actuantes en ella, etc.

El grado de vulnerabilidad puede ser descrito en término cualitativo o cuantitativo a través del cual podríamos conocer el nivel de deterioro que podría sufrir la edificación frente a un posible sismo.

Vulnerabilidad No Estructural

Un elemento no estructural es aquel componente que no forma parte del sistema estructural de la edificación, podemos clasificar los componentes arquitectónicos como (puertas, ventanas, tabiquerías u otros) y componentes electromecánicos como (equipos, conexiones, ductos, y similares), los cuales son necesarios para el funcionamiento de la estructura.

Es importante tener en cuenta este tipo de vulnerabilidad, ya que una edificación podría haber sido diseñado y construido de acuerdo a las normas peruanas y podrían tener un buen desempeño durante el posible sismo, pero el daño de algunos componentes no estructurales puede interrumpir el funcionamiento de la edificación.

2.2.1.2. Métodos de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

Para la definición de los métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica existen diversas literaturas internacionales, pero los organismos como el ACI (American Concrete Institute) y la ASCE (American Society of Civil Engineers) se han dedicado a crear y mejorar continuamente una serie de documentos y recomendaciones con los cuales es posible evaluar de manera práctica la posible respuesta de una edificación frente a un sismo. A continuación, se clasifican los métodos:

Métodos Cualitativos

Los métodos cualitativos permiten evaluar de manera rápida y sencilla un conjunto de edificaciones diversas, y seleccionar aquellas que merezcan un estudio más detallado.

Generalmente se usa para realizar la evaluación masiva de edificios y así representar en conjunto el grado de vulnerabilidad.

Se usan cuando se dispone de información limitada.

Algunos métodos constituyen el primer nivel de evaluación de los métodos analíticos.

“En estos métodos generalmente se asignan una calificación a cada medida de vulnerabilidad localizado por simple inspección del edificio, luego a esta calificación básica, se adiciona o resta la calificación recibida por los parámetros modificadores de vulnerabilidad, obteniendo con ello una calificación final de la estructura”. Hernández [13]

Métodos Analíticos

“Esta metodología consiste en realizar un levantamiento de las dimensiones, en planta y elevación de la estructura, se determina las propiedades de los materiales existentes e identifica el tipo de suelo sobre el cual se cimiento la estructura, para luego crear un modelo estructural a través del cual por medio de un análisis estructural detallado y aplicando una caracterización específica de los efectos sísmicos, se determine el nivel de daños que sufriría los elementos estructurales de la edificación ante un movimiento telúrico”. Hernández [13].

Métodos Experimentales

“Este método recurre a ensayos dinámicos para determinar las propiedades de las estructuras y sus componentes. Generalmente constituyen ensayos in situ, orientados a determinar las propiedades dinámicas y otras características esenciales de la estructura involucrando aspectos tan importantes como la interacción suelo estructura, la incidencia de los elementos no estructurales, etc. aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella.” Hernández [13].

Por lo tanto, en la presente investigación se realiza la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un conjunto de edificaciones con las características principales de estos, el cual se realizará por el Método Cualitativo, a continuación, detallamos las ventajas y limitaciones de algunos métodos cualitativos.

Método del ATC_21

Ventajas:

- Es conocido como el método de revisión por filtros de peligros sísmicos potenciales en edificaciones existentes.
- Fue desarrollado por un grupo multidisciplinario de profesionales entre los cuales estaban inspectores de edificios públicos, agencias de gobierno, profesionales de diseño, miembros de universidades.
- Puede ser implementado de forma rápida y económica para reconocer al grupo de edificios con un peligro potencial ante un sismo.
- Los edificios pueden ser revisados desde la vereda, sin la necesidad de ingresar a la vivienda.

Limitaciones

- La persona que realice la toma de datos deberá tener experiencia, ya que la toma de datos se empieza con una calificación inicial dependiendo del tipo estructural y del sistema de resistencia sísmica que tiene la estructura.
- No es un método para estimar la vulnerabilidad de urbanizaciones o conjuntos habitacionales ya que en primer lugar se hace un descarte de algunas edificaciones, eligiendo aquellas que solo significan un riesgo para los habitantes.

Método Japonés

Ventajas:

- El método va de lo simple a lo detallado y se basa en un análisis del comportamiento sísmico.
- Sirve para edificios de hormigón armado y albañilería.
- Evalúa algunas características no estructurales como la peligrosidad de estos elementos.

Limitaciones

- El método solo sirve para edificaciones de baja y mediana altura para edificaciones de concreto armado.
- Se requiere que la persona que recolecta la información tenga un criterio especializado para la calificación de ciertos parámetros de la estructura con los que la edificación deberá cumplir para poder realizar su evaluación.

Método Venezolano

Ventajas:

- El método ofrece una tabla que tiene índices sísmicos a través de los cuales se realiza la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.
- Posee un procedimiento básico para ejecutar el método.

Limitaciones

- Para la evaluación mediante este método se debe realizar una inspección detallada del edificio examinando los parámetros detallados en el método.
- Debido al gran detalle en la obtención de datos de la edificación, no es aplicable para un conjunto de edificaciones.

Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (A.I.S. 2001)

Ventajas

- Evalúa seis componentes los cuales son: aspectos geométricos, constructivos, estructurales, cimentación, suelos y el entorno.
- El resultado que arroja la evaluación se clasifica en tres niveles: bajo, medio y alto.
- El lenguaje que utiliza el método es un lenguaje no técnico, el cual podría ser interpretado por profesionales que no poseen mucha experiencia.

Limitaciones

- Es un método que no es ampliamente usado en el Perú, ni en estudios ni en investigaciones.

Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1984).

Ventajas

- Es un método que se puede aplicar para edificios de albañilería confinada y para edificios de concreto armado.
- Los parámetros poseen instrucciones y sus respectivas calificaciones las cuales están descritas con un lenguaje sencillo de tal manera podría ser aplicado por un profesional que no tiene mucha experiencia.
- La aplicación de este método permite realizar una evaluación de una manera rápida y sencilla.

Limitaciones

- Debido a que el método procede de Italia, la metodología inicial esta propuesta para edificaciones europeas, por ello es necesario la adecuación del método a las normas peruanas.

Por lo tanto, para la presente investigación se usará el **Método del Índice de Vulnerabilidad**, por las ventajas y limitaciones detallados y además recalcar que esta metodología.

- Es aplicable para estudios a nivel urbano, adaptando la metodología de acuerdo a las normas del lugar de aplicación.
- Utilizan un lenguaje sencillo.
- Es un método versátil, sencillo de aplicar y robusto.
- Trabajan con los datos reales recolectados de cada vivienda.
- Cada parámetro posee un peso de importancia, esta es una de las características que lo diferencia de las otras metodologías.
- Se tiene la experiencia de que fue aplicado en diversos estudios e investigaciones con buenos resultados, los cuales son detallados a continuación.

Estudios:

- - Sobre la “determinación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico en las edificaciones de mampostería confinada realizado por la UNI en Managua, Nicaragua”.
- - Estudio de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de Tapachula, Chiapas, México.
- - Estudio de la vulnerabilidad sísmica de Managua, realizado por el Instituto Nicaragüense de estudios territoriales.

Investigaciones:

- - Del tema tratado es “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho, Perú”.
- - Sobre “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I. E Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén Cajamarca, Perú”.
- - Vulnerabilidad sísmica aplicando índice de vulnerabilidad en la ciudad y distrito de san José, provincia y departamento de Lambayeque, Perú.
- - Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el distrito de san Juan de Lurigancho, Lima Perú.
- - Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de presas de materiales sueltos y su aplicación en el noroeste de Argentina.

- - Se realizó una “Obtención de mapas de índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas en el barrio de la libertad de la ciudad de Riobamba, Ecuador”.
- - Caracterización sísmica de estructuras metálicas en la ciudad de Quito, Ecuador.
- - Caracterización sísmica de la gran vía de Colon, Granada, España.

Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1984).

El presente método fue desarrollado para tipologías de edificaciones de adobe, mampostería confinada y concreto armado; debido a la mayor presencia de edificaciones en la provincia de Lima, las cuales poseen una estación base de comunicación sobre ella, son de mampostería confinada; el estudio, análisis y adecuación a normas peruanas del presente método, será enfocado en esta tipología.

Este método se empieza a desarrollar en Italia con motivo de los estudios post-terremotos a continuación, detallamos el estudio que hicieron del método D. Chavarria y D. Gomez [28]:

El análisis del comportamiento de edificios durante terremotos ocurridos desde el año 1976 en diferentes regiones de Italia, ha permitido a los investigadores de este país identificar algunos de los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios. Estos parámetros se han compilado en un formulario de levantamiento, el cual se viene utilizando desde 1982, con el propósito de determinar de una forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes. La combinación de dichos parámetros, por medio de una escala predefinida, en un único valor numérico llamado Índice de Vulnerabilidad es lo que se conoce hoy en día como el método del Índice de Vulnerabilidad.

El formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad se ha modificado varias veces, durante los últimos quince años, con el propósito de facilitar las tareas de observación durante las investigaciones de campo. Sin embargo, al estudiar detalladamente se puede concluir que las modificaciones son más de forma que de fondo y que, en cualquier caso, se mantienen siempre los mismos parámetros que se identificaron desde un comienzo como los controladores potenciales del daño.

El formulario de levantamiento consta de dos niveles, los cuales se han diseñado con el propósito de tener dos grados de aproximación. El primer nivel sirve para seleccionar los edificios más "peligrosos" desde el punto de vista estructural y, posteriormente, dichos edificios se investigan con el segundo nivel para obtener una apreciación más exacta de su vulnerabilidad. Sin embargo, actualmente se reconoce que el método en general sólo puede dar una estimación aproximada de la vulnerabilidad de los edificios, suficiente para la toma de decisiones durante los planes de mitigación de desastres.

La escala que se utiliza para calificar los diferentes parámetros que influyen en el comportamiento de los edificios de mampostería se conoce como la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.

El método del índice de vulnerabilidad ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos quince años y su gran aceptación en este país ha quedado demostrada por el GNDT (Grupo Nazionale per la Difesa dei Terremoti) que lo ha adoptado para los planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental. Esto ha permitido la evolución del método, como resultado de la experimentación durante todos esos años, como ninguno de los otros métodos subjetivos que se presentaron anteriormente. (Chavarria, D. y Gomez, D. 2013, pág. 10)

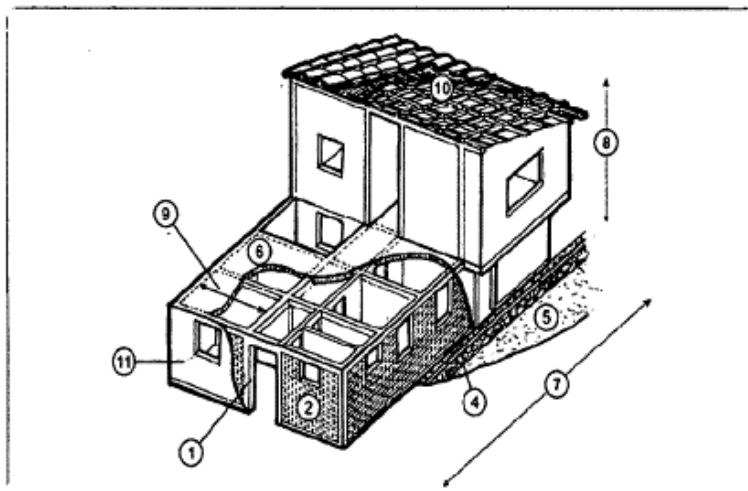
N. Reyes, A. Sarria y J. Maltez [29] dicen que el método del índice de vulnerabilidad presupone la consideración de parámetros que controlan la conducta sísmica de las estructuras. Cuantos más parámetros se consideren, es de esperar una más realista calificación del potencial sismo-resistente de la estructura. Los parámetros incluidos, también llamados ítems de vulnerabilidad son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 1. Ítems de Vulnerabilidad

PARÁMETROS
1. Organización del sistema resistente.
2. Calidad del sistema resistente.
3. Resistencia convencional.
4. Posición del edificio y cimentación.
5. Diafragma horizontales.
6. Configuración en planta.
7. Configuración en elevación.
8. Distancia máxima entre los muros.
9. Tipo de cubierta.
10. Elementos no estructurales.
11. Estado de conservación.

Fuente: Metodología para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones, realizado por Reyes, N. Sarria, A. y Maltez, J. (2013), Nicaragua. Recuperado de <https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/managua-luz/PAPER.pdf>

Figura 3: Parámetros de Evaluación



Fuente: Aguiar Falconi, R. [30] Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en edificios de concreto armado

Cálculo del Índice de Vulnerabilidad

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, "el índice de vulnerabilidad se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería.

A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C, D (A: Optimo, B: Bueno, C: Regular y D: desfavorable) siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45.

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso W_i , que varía entre 0.25 y 1.5.”

Tabla 2: Escala de Vulnerabilidad de Beneditti – Petrini

Parámetro	Clase K_i				Peso
	A	B	C	D	W_i
1.- Tipo y organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2.- Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3.- Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4.- Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5.- Diafragma horizontal.	0	5	15	45	1.00
6.- Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7.- Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8.- Distancia máxima entre muros / columnas.	0	5	25	45	0.25
9.- Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10.- Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11.- Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Fuente: Metodología para la determinación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones, realizado por Reyes, N. Sarria, A. y Maltez, J. (2013), Nicaragua. Recuperado de <https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/managua-luz/PAPER.pdf>

El índice de vulnerabilidad VI se define por la siguiente expresión:

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Al analizar la ecuación se puede deducir que el índice de vulnerabilidad define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5 que es el máximo valor posible. Este se divide por 3.825 para obtener un valor de índice de vulnerabilidad normalizado a un rango de $0 < I_v < 100$. Para interpretar mejor

los resultados que se tienen en el presente estudio se definen los siguientes rangos de vulnerabilidad:

Cuadro 1: Rangos de vulnerabilidad

Tipo de Vulnerabilidad	Rango
BAJA	$IV \leq 15$
MEDIA	$15 < IV \leq 30$
ALTA	$30 < IV \leq 45$
MUY ALTA	$IV > 45$

Fuente: Según investigación de Campos Martínez

Adecuación de la Metodología a la normatividad peruana

El método del índice de vulnerabilidad, inicialmente fue desarrollado para Italia, pero con el tiempo, esta metodología se aplicó en diversos países, donde se tuvo que realizar la adecuación a sus respectivas normas, así es el caso de la presente investigación.

Analizando los 11 parámetros de evaluación de la metodología y los respectivos pesos que se le asigna a cada parámetro, estos no varían, para ello referenciamos las siguientes investigaciones: “Manual-de-autoconstrucción-y-mejoramiento-de-vivienda”, realizada por la Municipalidad de Lima, “Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú” y “Reducción de desastres, viviendo en armonía con la naturaleza” de Julio Kuroiwa, relatan la importancia del respeto de dichos parámetros durante la construcción de una vivienda con albañilería confinada, entre los puntos más resaltantes tenemos:

- La vivienda deberá contar con una densidad de muro equilibrada en ambos ejes, tanto en planta como en elevación, permitiendo una simetría en ambos, de tal manera estos elementos no provoquen excentricidad en planta ni concentración de esfuerzos que permitan cambios bruscos en altura.
- El parámetro “Organización del sistema resistente”, es el que posee el mayor peso asignado. Revisando la literatura anteriormente citada indican que la existencia de columnas de confinamiento y vigas soleras

permiten reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería.

- La calidad de la junta entre la albañilería deberá ser óptima.
- La calidad de los materiales es un factor fundamental.

Cuadro 2: Adecuación de la metodología a las normas Peruanas.

Parámetro	Reglamento Nacional de Edificaciones	%
1.- Tipo y organización del sistema resistente.	NTE E.070 (Art. 11, 15, 18)	12
	Aspecto estructural: muros confinados y reforzados.	
2.- Calidad del sistema resistente.	NTE E.060(Art 6.4), NTE E.070(Art 5, 6)	3%
	Aspectos constructivos como: Disposición y tipo de las unidades de mampostería, la calidad de las juntas del mortero.	
3.-Resistencia convencional.	NTE E.030, Art. 5-10. NTE E 0.70(Art 13)	18%
	Resistencia de la edificación con un comportamiento tipo Cajón.	
4.- Posición del edificio y cimentación.	NTE E.050.	9%
	La disposición de la cimentación, entorno o topografía, pendiente de terreno.	
5.-Diafragma horizontal.	NTE E.030, NTE E.060 (Art. 21), NTE E.070 (art 14)	12%
	Aspecto estructural como los entrepisos – diafragmas.	
6.-Configuración en planta.	NTE E.030, Art. 11.	6%
	Irregularidad en planta de la edificación.	
7.- Configuración en elevación.	NTE E.030, Art. 11.	12%
	Configuración en elevación -Irregularidad en altura.	
8.- Distancia máxima entre muros / columnas.	NTE E.070	3%
	Evaluación de los muros portantes	
9.- Tipo de cubierta.		12%
	Aspecto estructural como el amarre de la cubierta y las vigas de amarre.	
10.-Elementos no estructurales.	NTE E.070, Cap. 9-10.	3%
	Conexión de los elementos no estructurales.	
11.-Estado de conservación.		12%
	Condición y estado actual de la edificación	

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

Detalle de los parámetros del método de índice de vulnerabilidad

Cada parámetro (P) es evaluado en cierta categoría (A, B, C, D) para su clasificación de las características de la edificación en estas categorías, se tuvo en cuenta lo detallado en la adecuación de la metodología a las normas peruanas, revisión de estudios anteriores y los datos recolectados en las visitas.

P 01: Tipo y organización del sistema resistente.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
<p>“Este parámetro evalúa el grado de organización de los elementos estructurales resistentes verticales, sin tomar en cuenta el material utilizado. Eficacia de las conexiones entre elementos ortogonales y que su comportamiento sea tipo cajón”.</p>	<p>En este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos estructurales verticales, se verifica las conexiones entre los elementos ortogonales, si poseen muros en ambos sentidos estos deberán estar conectados y arriostrados entre ellos, se hace un énfasis si para la construcción de la edificación se usó una norma sismorresistente.</p>

En base a estas características detalladas se define como:

A - Óptimo: En general se verifica el cumplimiento de la norma E 070, Verificar:

- Si presenta vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas y la conexión es óptima entre estos.
- Conexión muro-columna.
- Presencia de verticalidad de los elementos estructurales resistentes.
- Presencia de muros enmarcados por columnas y vigas por sus 4 lados.
- Continuidad vertical de los muros portantes.
- Espesor de los muros portantes deben ser mayor a lo mínimo requerido por la norma = $H/20$ para $Z=4$ (Provincia de Lima)
- Edificación construida de acuerdo a las recomendaciones de la norma E 030 para su diseño.

B – Bueno: El sistema resistente no cumple con una de las características del punto A.

C - Regular: El sistema resistente no cumple con más de una de las características del punto A.

D - Desfavorable: No posee buena conexión entre los elementos estructurales ortogonales y los muros. No tiene cumplimiento de varios puntos detallados en el ítem A.

P 02: Calidad del sistema resistente.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“Tipo de mampostería utilizada, diferenciándola cualitativamente por su tipo, resistencia, material y homogeneidad”.	Se evalúa la calidad de los ladrillos usados diferenciando de modo cualitativo su resistencia, para asegurar la eficiencia del comportamiento en cajón, de la estructura.

Algunas consideraciones a tener en cuenta durante la evaluación:

Tabla 3: Limitaciones en el uso de la albañilería

Limitaciones en el uso de la albañilería

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente. Norma Peruana E 070 albañilería

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: El sistema resistente presenta las características siguientes

- Ladrillo de buena calidad y resistencia (No tener resquebrajaduras, fracturas, hendiduras, grietas, crudos u otros defectos similares.).
- Piezas homogéneas.
- Correcta colocación de unidades de mampostería.
- Espesor del mortero de unión de 10 a 15 mm.
- El mortero debe presentar homogeneidad en la mezcla.
- Presencia de mortero en toda extensión del muro.

B – Bueno: No cumple con una característica del punto A

C - Regular: No cumple con más de una característica del punto A

D - Desfavorable: Ladrillos de baja calidad con inclusión de guijarros y piezas privadas del mortero de unión.

P 03: Resistencia convencional.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“Utilizando la hipótesis de comportamiento tipo cajón, evaluar la resistencia de la edificación a cargas horizontales, se realiza un cálculo de un coeficiente sísmico C el cual es definido como la relación entre la fuerza máxima resistente horizontal y el peso del edificio”.	Se realiza una evaluación fiable de la resistencia que presenta un edificio frente a las cargas horizontales. Para ello se considera aspectos estructurales como resistencia del muro en la dirección X e Y, nro. de pisos de la edificación, área techada y características propias de la albañilería.

Para ello utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$C = \frac{a_0 * T_K}{q * N} \sqrt{1 + \frac{q * N}{1.5 * a_0 * T_K * (1 + \gamma)}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$q = \frac{(A+B) * h}{A_t} * P_m + P_s \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$$A = \min (A_x ; A_y)$$

$$B = \max (A_x ; A_y)$$

$$a_0 = \frac{A}{A_t}$$

$$\gamma = \frac{B}{A}$$

$$\alpha = \frac{C}{\ddot{c}}$$

$A_x ; A_y$... Área total resistente del muro X, Y

A_t ... Área Total techada (m²)

T_K ... Resistencia a cortante característica según tipo de albañilería en (Ton/m²)

\ddot{c} Coeficiente sísmico de referencia= 0.40

N ... Número de Pisos

h ... Altura promedio de los niveles en (m)

P_m ... Peso específico de la albañilería (Ton/m³)

P_s ... Peso por unidad del área del diafragma (Ton/ m²)

Para T_K :

Tabla 4: Resistencia características de la albañilería

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_k	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Art 13 de la NTP E070

Para P_m :

Tabla 5: Peso unitario de la albañilería

PESOS UNITARIOS

MATERIALES	PESOKN/m ³ (Kgf/m ³)
Aislamientos de:	
Corcho	2,0 (200)
Fibra de vidrio	3,0 (300)
Fibrocemento	6,0 (600)
Poliuretano y poliestireno	2,0 (200)
Albañilería de:	
Adobe	16,0 (1600)
Unidades de arcilla cocida sólidas	18,0 (1800)
Unidades de arcilla cocida huecas	13,5 (1350)

Fuente: Art 26 de la NTP E020

Para P_s :

Tabla 6: Peso propio del diafragma

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Fuente: Art 26 de la NTP E020

En base a estas características detalladas se categoriza como:

- A - Óptimo: Inmuebles con $\alpha \geq 1$
- B – Bueno: Inmuebles con $0.6 \leq \alpha \leq 1$
- C - Regular: Inmuebles con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
- D - Desfavorable: Inmuebles con $\alpha \leq 0.4$

P 04: Posición del edificio y cimentación.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
"Evalúa la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico, se tiene en cuenta la pendiente y las condiciones del suelo".	Mediante una simple inspección visual, se realiza la evaluación de la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico de la edificación, teniendo en cuenta la consistencia, pendiente del terreno y el posible empuje debido a la presencia de un terraplén, evaluar la presencia de humedad y/o sales.

Para la definición de los parámetros de perfil de suelo se tomó en cuenta la norma E 030 – 2003, por la disposición de un mapa de la provincia de Lima por el CISMID, en el cual se detallan los 4 parámetros de perfil correspondiente a esta norma, los cuales se detallan a continuación para su mayor comprensión:

Perfil S1: Roca o suelos muy rígidos: Corresponden a este perfil las zonas conformadas por afloramientos rocosos y estratos de grava – aluvial o grava arenosa densa. Posee un peligro sísmico bajo.

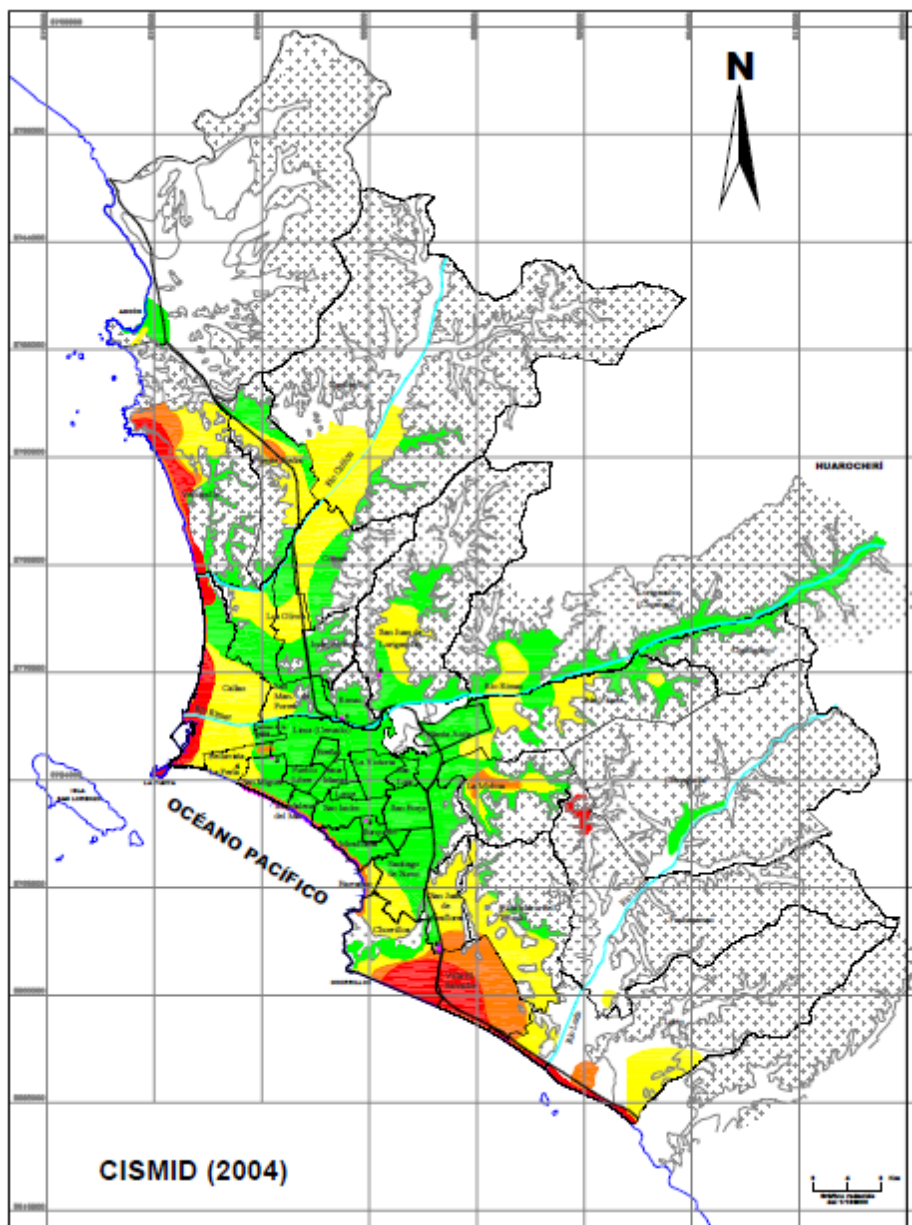
Perfil S2: Suelos Intermedios: Corresponden a este perfil las zonas conformadas por un estrato superficial de suelo granulados fino y suelos arcillosos. Posee un peligro sísmico relativamente bajo.






Perfil S3: Suelos Flexibles o con estratos de gran espesor: Corresponden a este perfil las zonas conformadas por un tipo de suelo flexibles o estratos de gran espesor. Posee un peligro sísmico alto.

Perfil S4: Condiciones excepcionales: Corresponden a este perfil las zonas conformadas por un tipo de suelo excepcionalmente flexible y las condiciones geológicas o topográficas sean desfavorables. Posee un peligro sísmico muy alto.

La Zona V indicada en el mapa siguiente está constituido por áreas conformadas por depósitos de rellenos de desmontes, esta zona no es apta para vivir.

Figura 4: Perfiles de suelo en la provincia de Lima



LEYENDA		
ZONAS	TIPO DE SUELO	SIMBOLO
ZONA I	S1	
ZONA II	S2	
ZONA III	S3	
ZONA IV	S4	
ZONA V	Rellenos de desmonte basura ubicados	 1

Fuente: Cismid - UNI

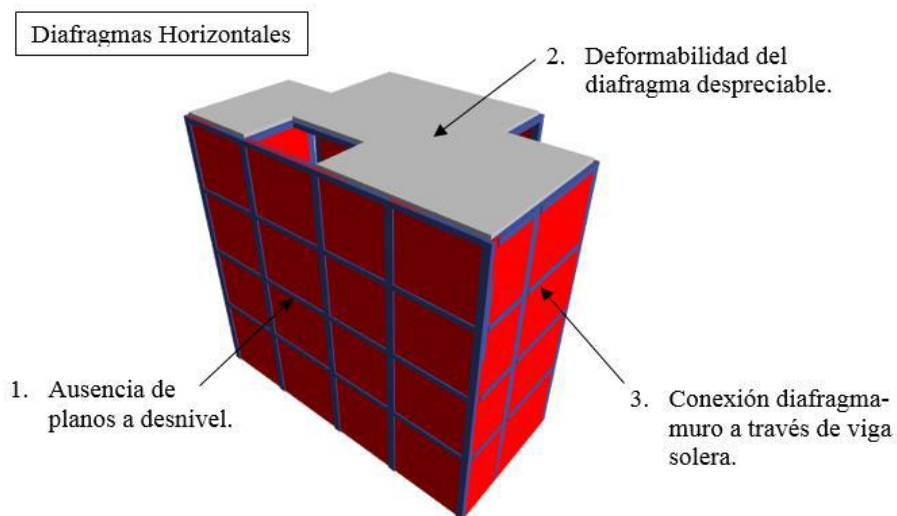
En base a estas características detalladas se categoriza como:

- A - Óptimo: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1, ubicado sobre un terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%, todo el terreno está a una misma cota. No existe un terraplén cercano.
- B – Bueno: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1 o S2, terreno con pendiente inferior o igual al 20%. No existe un terraplén cercano.
- C - Regular: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1 o S2, terreno con pendiente entre 20% y 30%. Presencia de un terraplén el cual ejerce un empuje no equilibrado.
- D - Desfavorable: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S3 o S4.

P 05: Diafragma horizontal.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
<p>“Se evalúa la calidad del esquema resistente del entrepiso y la influencia en el buen funcionamiento del sistema resistente de la edificación.”</p>	<p>El buen funcionamiento del sistema de diafragma horizontal, permitirá transmitir los esfuerzos verticales y horizontales causados por un sismo, si es que posee una buena conexión con el sistema resistente vertical, las vigas soleras y a través de estos, con los muros portantes.</p> <p>Las losas de piso, el techo y cimentación deberán actuar como un elemento que integra a los muros portantes y compatibilicen con los elementos estructurales verticales.</p>

Figura 5: Diafragmas horizontales



Fuente: Iparraguirre

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: Edificaciones que cumplan con las siguientes condiciones:

- Ausencia de discontinuidades abruptas o variaciones de rigidez.
- La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- No existen áreas abiertas mayores al 50% del área bruta del diafragma.

B – Bueno: Edificaciones con las características de la opción A pero que no cumpla la 1ra opción.

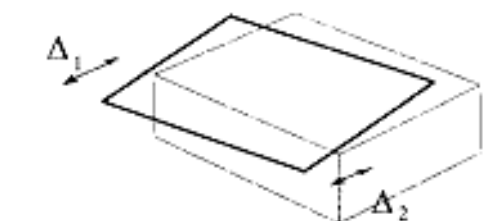
C - Regular: Edificaciones con las características de la opción A pero que no cumpla la 1ra y 2da opción.

D - Desfavorable: Edificaciones que no cumplan las características detalladas en la opción A.

P 06: Configuración en planta.

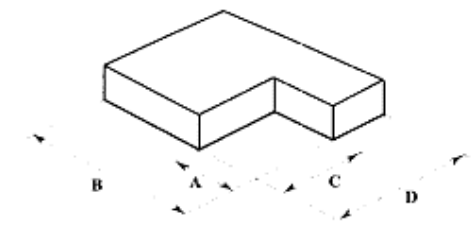
La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“El comportamiento sísmico de una estructura depende de su forma en planta.”	Evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan en secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y penalizándose las secciones excesivamente alargadas los cuales podrían ocasionar problemas de torsión en planta o concentraciones de esfuerzos en esquinas

Según la norma E 030 – 2018 tenemos las siguientes irregularidades estructurales en planta

Irregularidad Torsional

$$\Delta_1 > 1.3 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

Irregularidad Torsional Extrema: Igual que el cálculo anterior, pero el factor ya no es 1.3 sino 1.5

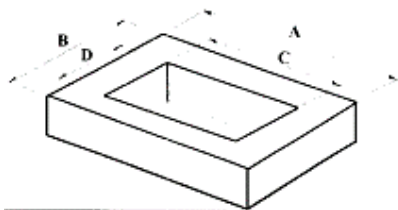
Esquinas Entrantes:

$$A > 0.20B$$

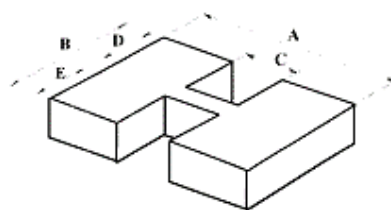
$$C > 0.20D$$

Discontinuidad del diafragma:

1) $C \times D > 0.5 A \times B$



2) $(C \times D + C \times E) > 0.5 A \times B$



Sistemas no paralelos:

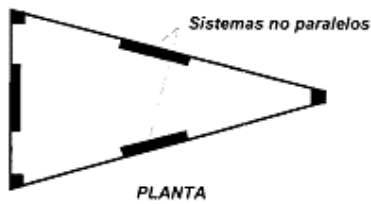
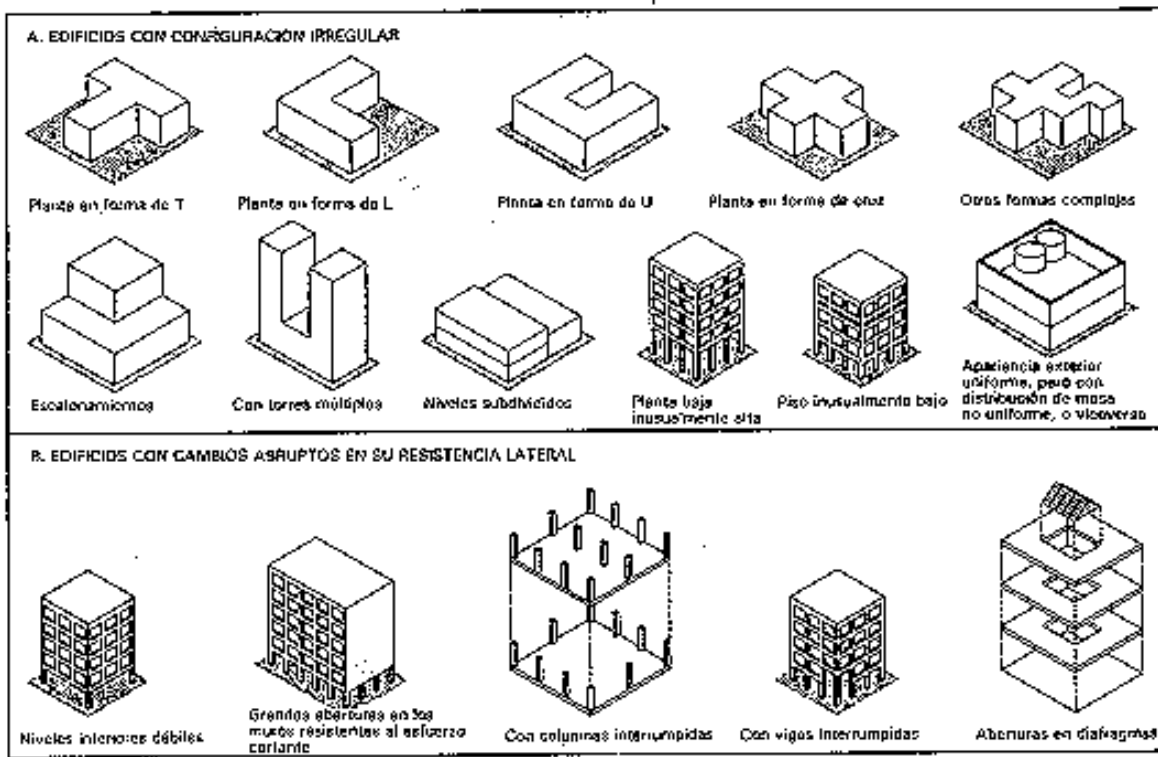
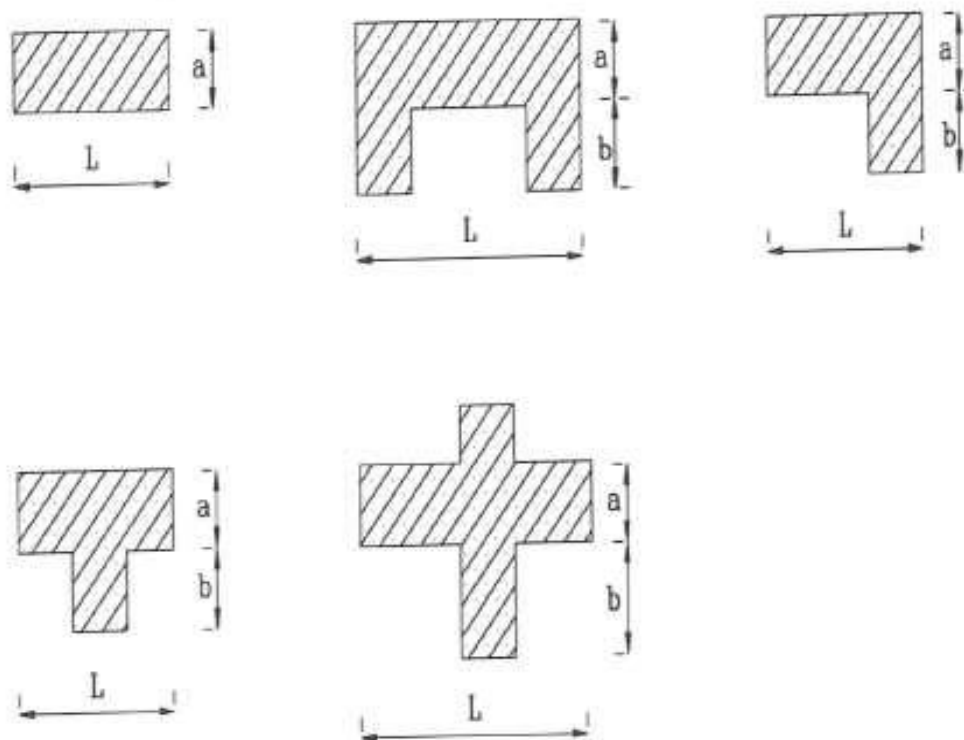


Figura 6: Irregularidad en planta



Fuente: Irregularidades en estructuras – tomado de configuración y diseño sísmico de edificios de Christopher Arnold y Robert Reitherman

Figura 7: Configuración en planta de las edificaciones



Fuente: *Parámetro de evaluación en planta. Yépez. F*

En caso de edificaciones cuya planta se asemejan a secciones rectangulares, se considera no óptimas aquellas que poseen secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiadas grandes, ya que ello podría provocar problemas de torsión en planta y la concentración de esfuerzos en los elementos más alejados del centro de gravedad de la configuración.

Por ello se considera:

$$\beta_1 = \frac{a}{L}$$

$$\beta_2 = \frac{b}{L}$$

Donde:

a=Lado menor

b=Dimensión de la protuberancia del cuerpo principal

L=Dimensión mayor

En base a estas características detalladas se categoriza como:

- A. Óptimo: Edificio con $\beta_1 \leq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Bueno: Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.
- C. Regular: Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$.
- D. Desfavorable: Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$.

P 07: Configuración en elevación.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
<p>“La irregularidad en elevación, suele estar determinada por la presencia de torretas y porches, se evalúan la configuración en elevación entre los pisos sucesivos”</p>	<p>Según las definiciones de porches y torretas, en el Perú. Lima, por el espacio que disponemos, no se usan ninguna de estas dos estructuras.</p> <p>La norma E 030, detalla los factores de irregularidad, de los cuales se está tomando para la presente metodología, solo la Irregularidad geométrica vertical, la cual se detalla en la siguiente hoja.</p>

Se entiende por torreta de una casa a la construcción tipo torre, el cual es componente de la estructura vertical de la edificación

Figura 8: Torreta de una edificación



Fuente: Imagen extraída de shutterstock

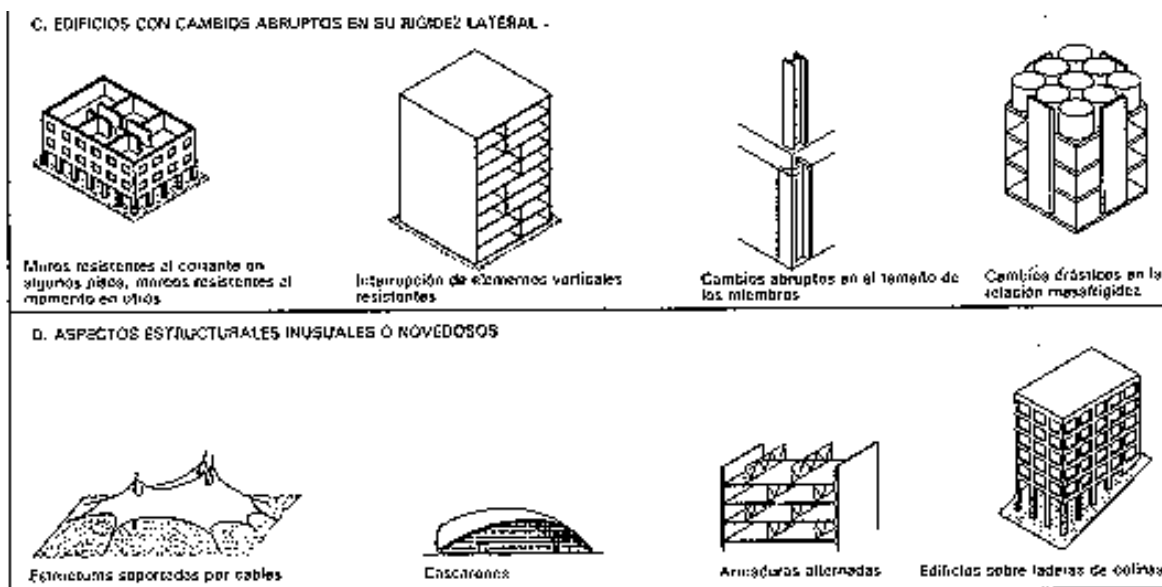
Un porche es un espacio arquitectónico abierto lateralmente y cerrado por la parte superior, adosado en alguna parte lateral de la construcción, mas no queda debajo del edificio.

Figura 9: Porche de una edificación



Fuente: Imagen extraída de Landscape - diseño y construcción.

Figura 10: Irregularidad en elevación

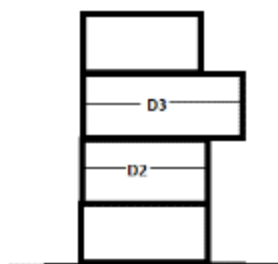


Fuente: Irregularidades en estructuras – tomado de configuración y diseño sísmico de edificios de Christopher Arnold y Robert Reitherman

Según la Norma Peruana E 030, las irregularidades estructurales en altura son:

- Irregularidad de rigidez – Piso Blando
- Irregularidades de resistencia - Piso Débil
- Irregularidad extrema de resistencia
- Irregularidad de Masa o Peso
- Irregularidad geométrica vertical
- Discontinuidad en los sistemas resistentes
- Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

- Como el método del Índice de vulnerabilidad se realiza de manera visual, tomaremos en cuenta solo la Irregularidad geométrica vertical, el cual nos indica que la configuración de la edificación es irregular cuando en una de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor a 1.3 veces la dimensión del piso adyacente, a continuación, se detalla en la siguiente figura:



$$D_3 > 1.3D_2$$

En base a estas características detalladas se categoriza como:

- A - Óptimo: La edificación presenta una configuración de elevación sencilla, presenta una buena regularidad vertical
- B – Bueno: La edificación presenta una configuración de elevación sencilla.
- C - Regular: La edificación no presenta una configuración de elevación sencilla.
- D - Desfavorable: La edificación no presenta una configuración de elevación sencilla y presenta irregularidad geométrica vertical.

P 08: Distancia máxima entre muros / columnas.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
<p>“Se califica el posible espaciamiento excesivo entre muros ubicados transversales a los muros maestros. La clasificación se define en función de L/S”</p> <p>L=Espaciamiento entre muros s= espesor muro</p> <p>*Muro maestro: según la norma italiana, un muro maestro no refiere solamente al muro portante sino incluye al armazón de los vanos presentes y los paneles que rellenan dichos vanos; ya que sin ellos no se lograría la funcionalidad practica del muro en sí.”</p>	<p>Según las normas peruanas para que un muro sea considerado muro portante, deberá cumplir como mínimo las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deben tener continuidad vertical - Espesor efectivo $\geq h/20$ ($z=4$) - Debe estar enmarcado por columnas, vigas y cimentación para el 1er piso. - Distancia máxima centro a centro entre columnas de confinamiento sea dos veces la distancia de los elementos horizontales de refuerzo. <p>Por lo tanto para tomar en cuenta la Longitud L de la metodología, se tomara el caso más desfavorable.</p>

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: $L/s \leq 30$

B – Bueno: $30 < L/s \leq 45$

C - Regular: $45 < L/s \leq 65$

D - Desfavorable: $L/s > 65$

P 09: Tipo de cubierta.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“En este parámetro se considera la influencia del tipo de cubierta y la resistencia de la cobertura a fuerzas sísmicas”	Se evalúa la tipología de la cubierta y como sería el comportamiento frente a un movimiento sísmico.

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: Losa de concreto con diseño sismorresistente y apoyado sobre vigas de concreto armado.

B – Bueno: Losa de concreto sin presencia de viga solera

C - Regular: Liviana, techada con eternit.

D - Desfavorable: Cubierta realizada con teja de barro u otros.

P 10: Elementos no estructurales.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“Este parámetro evalúa el efecto de los elementos que no forman parte del esquema estructural resistente tales como parapetos, cornisas, balcones u otro elemento que sobresalga de la estructura y cuya caída pueda provocar víctimas”.	Se evalúa la tipología de la cubierta y como sería el comportamiento frente a un movimiento sísmico.

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: Edificaciones sin cornisas, sin parapetos ni balcones o elementos sobresalientes en la fachada que pudieran caer.

B – Bueno: Edificaciones con balcones en alguno de sus pisos que presentan una buena conexión.

C - Regular: Edificaciones con parapetos, cornisas o elementos de pequeña dimensión mal conectados a la pared.

D - Desfavorable: Edificación que presenta elementos externos a su estructura principal de un peso considerable que pueda caer en un sismo, por no presentar una buena conexión con la estructura principal.

Balcones construidos en etapas posteriores a la construcción de la estructura.
Parapetos mal construidos.

P 11: Estado de conservación.

La metodología indica:	Según las normas Peruanas:
“Parámetro que evalúa el estado de conservación que se aprecia mediante una inspección visual de la edificación.”	Se evalúa el estado actual de conservación de la estructura, poniendo énfasis en los muros, columnas, vigas, en los recubrimientos, presencia de humedad y oxidación, y estado de los acabados. La antigüedad de la construcción es importante, ya que los materiales de construcción se deterioran con el paso de los años y ello conlleva la pérdida de la capacidad de resistencia.

En base a estas características detalladas se categoriza como:

A - Óptimo: Muros en buena condición

B – Bueno: Muros que presentan fisuras leves.

C - Regular: Muros con fisuras de 2 a 3 mm

D - Desfavorable: Muros que presentan grave deterioro en sus características físicas

2.2.2. Estación Base de Comunicación (EBC)

Una estación base de comunicación se “encarga de mantener el enlace radioeléctrico entre una estación móvil (Celular, Laptop, etc.) y la estación de control de servicio de comunicación. Una estación base atiende a una o varias estaciones móviles” esto es según H. Moya, J Manuel y Conessa [14] p. 166. En el contexto de telefonía móvil, una estación base de comunicación dispone de:

- Equipos transmisores y receptores de radio (estos realizan el enlace entre el que realiza la llamada y el que recibe la llamada).
- Las antenas (estas se sitúan en lo más alto de una estructura, una torre, un edificio o una colina para dar una mejor cobertura)

En zonas muy pobladas, hay muchas estaciones base próximas entre sí, por lo que cada estación base transmite con poca potencia a fin de no producir interferencias entre ellas, en cambio, en zonas no muy pobladas (carreteras) las estaciones base están alejadas unas de otras y por ello deben transmitir a elevada potencia para asegurar la cobertura en un área extensa. Creative Commons Atribución [15]

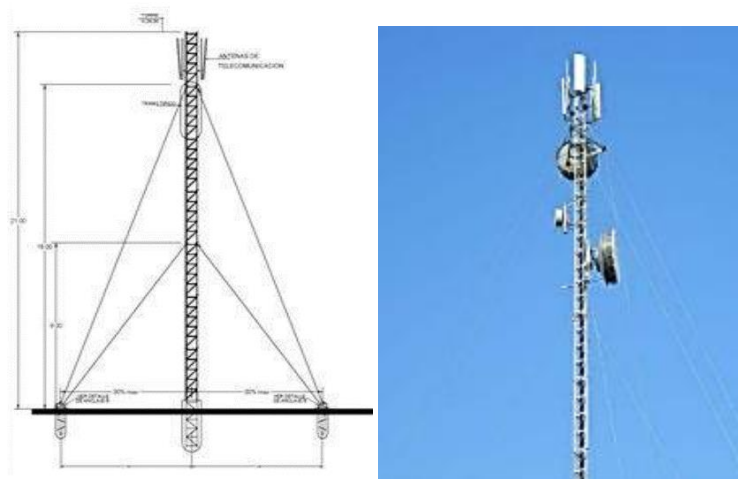
Existen diversos tipos de estaciones base de comunicación, entre ellas tenemos:

- Monopolos
- Rooftop
- Greenfield
- Torres autosoportadas

A continuación, detallamos cada una de ellas:

Monopolo: tipo de torre vertical, instalado sobre un terreno plano con una cimentación adecuada, permite instalar varios niveles de plataforma, generalmente son usadas en zonas urbanas, a veces las encuentras mimetizadas. Los elementos que deben soportar son antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones. Permiten la transmisión de señales en teléfonos celulares. Debido a que su estructura es ligera los sismos no afectan mucho a este tipo de estructuras.

Figura 13: Infraestructura de telecomunicaciones tipo Greenfield



Fuente: Infraestructura de telecomunicaciones tipo Greenfield. Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_5331.pdf

Autosoportadas: Infraestructura de telecomunicaciones construida con ángulos, anidan antenas de gran tamaño.

Figura 14: Infraestructura de telecomunicaciones Autosoportadas



Fuente: Torre autosoportada. Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_5331.pdf

2.2.3. Edificaciones

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, una edificación es una obra de carácter permanente, cuyo fin es albergar actividades humanas. Esta definición alcanza las instalaciones fijas y complementarias agregadas a ella. Eyzaguirre [16].

Se define como edificación al bien inmueble, el cual haya sido construido, modificado, reforzado o rehabilitado para permitir ser usado como vivienda. A continuación, tenemos una clasificación de las edificaciones según el reglamento peruano.

Tabla 7: Categoría de las edificaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
A Edificaciones Esenciales	<p>A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p> <p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</p> <p>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>

C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones R.N.E E030 – Diseño sismorresistente.

2.2.4. El origen de los sismos

Según lo indicado por Espindola y Jiménez [21], la sismología estudia eventos identificados con la ocurrencia de temblores; esta es una ciencia juvenil, ya que la gran mayoría de sus métodos e instrumentos de percepción se crearon durante el siglo XX, independientemente de esto, se lograron avances excepcionales, entre los más notables avances se encuentra la tectónica de placas.

Como la superficie del planeta está compuesta por placas, el movimiento relativo entre ellas se logra, solo si en los márgenes de la tierra se está creando una nueva litosfera, o en otras partes se sobreponen entre ellas ocurriendo el fenómeno llamado subducción, por este fenómeno es que los continentes variaron sus posiciones, ya que se piensa que al inicio estuvieron todos juntos en un gran continente llamado Pangea.

Y toda esta explicación que tiene que ver con los temblores, en una zona de subducción, el movimiento de una placa debajo de la otra, ocurre venciendo fuerzas de fricción, generadas entre ambos produciéndose saltos y esa es la razón por la que se producen temblores en dichas regiones

Ondas Sísmicas

Delanoy [17] nos indica que cuando ocurre un sismo dentro de la Tierra, ocurren ondas, estas se denominan ondas sísmicas; existen dos ondas principales, la onda P o primaria y la onda S o secundaria. La onda P es la que llega primero, con un movimiento longitudinal. Este tipo de onda se siente como si nos estuviéramos hundiendo cuando hay compresión y en otros como si nos golpearan o nos empujaran hacia arriba, cuando hay expansión. En cambio, la onda S tiene un movimiento transversal o de cizallamiento, normalmente sentimos esta y se siente como si nos meciéramos.

2.2.5. Cargas estructurales

A la hora de realizar un diseño o una evaluación de una estructura, consideramos las cargas estructurales.

Jaramillo [22] afirma que son aquellas fuerzas a las cuales está sometida la estructura durante su vida útil, estas deben tenerse en cuenta a la hora del diseño o la evaluación estructural.

A la hora de considerarlas, se deben tener en cuenta aquellas, aunque pequeñas, pueden poner en riesgo la resistencia o estabilidad de la estructura. Se deberán de tener en cuenta no solo las que constituyan empujes, fuerzas exteriores o pesos permanentes, sino también aquellos estados temporales.

Cargas estructurales presente a la hora de evaluar una edificación:

Carga muerta (D)

Carga viva (L)

Carga de sismo (S)

Carga Muerta (D): son las cargas que están presentes durante toda la vida útil de la estructura. Incorporan cada uno de esos componentes de la estructura, como, vigas, pisos, cubiertas, techos y otros componentes de arquitectura, por ejemplo, ventanas, terminaciones y balcones u otros. También se les llama "cargas permanentes", su sigla "D" corresponde a la palabra en ingles Dead, que en español significa Muerto.

La carga muerta principal es el peso propio de la estructura. Sus valores se obtienen calculando el peso específico del material y del volumen de la estructura. A pesar del hecho de que es la carga más fácil de evaluar, su valor se basa en las dimensiones de los elementos de la estructura, los cuales no se conocen al inicio del diseño, por lo cual se recurre a estimaciones de un valor inicial. En algunos casos comunes esta estimación inicial será suficiente, pero en otros casos es necesario hacer una nueva evaluación del peso de la estructura y volver a revisar el diseño. Para las vigas, esta carga se evalúa por unidad de longitud.

Carga Viva (L): Son aquellos que se deben al uso u ocupación de la vivienda; incorporan individuos o divisiones que pueden cambiar de lugar. En general,

están presentes en periodos cortos de la vida de la estructura, pero tienen un impacto en él. La sigla “L” corresponde a la inicial de la palabra en inglés Live que en español es viva. Por lo general, se considera que ocupan todo el área del piso como cargas uniformes, en algunos casos podrían ser cargas puntuales.

Carga de sismo(S): El impacto creado por los movimientos sísmicos en la estructura va a depender de la ubicación de la estructura con respecto a las zonas de actividad sísmica.

Los movimientos del suelo son transmitidos a las construcciones a través de aceleraciones, que producen en la estructura un efecto de inercia, la intensidad de esta depende de la masa y distribución de la estructura. La fuerza total de la inercia, se considera igual al “cortante de base” el cual es un porcentaje del peso total de la edificación.

La reacción de la estructura a los sismos depende de varios factores, algunos de ellos son: la rigidez de la edificación, el número de pisos, su distribución de la masa en altura o planta, tipo de suelo y otros. Las normas sismorresistentes brindan al diseñador las recomendaciones para que consideren un margen de seguridad apropiado para proteger los bienes y las vidas de los ocupantes de las viviendas.

Carga de viento (W): Las cargas de viento y las explosiones producen presión o succión en las superficies descubiertas de las estructuras. Los componentes que influyen en la magnitud de esta carga son: la velocidad del viento y su variación con la altura, magnitud de los vientos, las condiciones de la topografía y superficie del terreno circunvecino, la zona y la región.

La presión del viento ha causado numerosos daños repentinos. Durante el proceso de construcción de la edificación, es normal que los muros de mampostería queden sin apoyo hasta que se construyan los elementos de amarres y es en esos momentos que las ráfagas de viento podrían derribar estos muros debido a la gran superficie que tienen expuestas.

2.2.6. Evaluación estructural

Para la evaluación estructural de una edificación, se tiene que tener en cuenta las características de los materiales, dimensiones de los elementos, geometría de la edificación, etc. Estas características son tomadas en cuenta a la hora de la evaluación, pero en la toma de datos en campo muchas veces no se manejan con exactitud al 100%, por ello a la hora de la evaluación se utiliza valores disminuidos para la resistencia de los materiales y valores aumentados para las fuerzas actuantes, utilizando los factores de seguridad que nos indican las normas.

2.3. Definición de Términos

Estación base de comunicación: Estación base de comunicación es una instalación de radio que sirve y se usa para comunicación con uno o más teléfonos celulares.

Vulnerabilidad: Cualidad o capacidad para prever, resistir y recuperarse del efecto de una amenaza natural.

Vulnerabilidad sísmica: es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños en los elementos estructurales frente a un evento sísmico determinado.

Daños sísmicos: El daño sísmico en edificaciones, según García y Martínez [23] depende de la intensidad de las características del sismo y de la vulnerabilidad sísmica del edificio. Los factores que más influyen dependiendo las características del sismo son: la proximidad de la estructura al epicentro, las cualidades geológicas que cambian localmente la intensidad y el contenido en frecuencia del movimiento del suelo.

Peligro Sísmico: Delanoy [17], nos indica que si existe una zona en la que hay condiciones para que se dé un terremoto se dice que hay peligro sísmico, ella está asociada a la posibilidad de ocurrencia de un sismo de acuerdo al nivel de los esfuerzos a que están sometidas las rocas y en consecuencia a la posibilidad de que estas se rompan o lo que es lo mismo, a fallas activas.

Daño sísmico estructural: Son los daños que sufren los elementos estructurales como las vigas, columnas y losas durante un sismo. Es decir, es el deterioro en la

edificación de aquellos elementos o componentes que forman parte del sistema estructural o resistente.

Daño sísmico potencial: es una medición de las pérdidas materiales o cantidad potencial de fallecidos en caso de que falle la estructura.

Daños estructurales: son daños causados a la edificación, los cuales se presentan durante o después de un sismo, así como el desprendimiento del recubrimiento, la abertura de grietas diagonales ocasionadas por la fuerza cortante o de torsión, presencia de grietas verticales, pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión o aplastamiento del concreto.

Terremoto: Movimiento caótico de la corteza terrestre, con direcciones y amplitudes dependientes del tiempo, empieza con una interacción que se produce a cierta profundidad bajo la corteza terrestre en un punto llamado hipocentro o foco, si proyectamos verticalmente ese hipocentro sobre la superficie del terreno se define ese punto como epicentro. Barbat [24].

Cargas estructurales: solicitaciones o cargas a las que está sometida una edificación a lo largo de su vida útil.

Carga Muerta: cargas presentes durante toda la vida de la estructura (Losas, vigas, columnas, etc.)

Acero estructural: material que se usa para la construcción de estructuras de gran resistencia, una de las ventajas de su uso es la gran resistencia a la tensión y compresión, la facilidad de ensamblaje y el costo razonable.

Concreto estructural: conocido también como hormigón, es un material artificial, compuesto de materiales comunes como la piedra, arena y cemento, la combinación de estos, posee una gran resistencia a la compresión, pero muy poca a la tensión.

Mitigación de desastres: Son las acciones o medidas que se toman con el objetivo de mejorar el comportamiento sísmico de las edificaciones, con el fin de reducir las pérdidas económicas durante el sismo o terremoto.

2.4. Hipótesis

A continuación, detallamos las hipótesis:

Hipótesis General

La vulnerabilidad sísmica es de grado medio, en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima.

Hipótesis Específicas

- a) Las edificaciones que poseen grado medio de vulnerabilidad sísmica, soportarían un movimiento sísmico con la posibilidad de sufrir daños leves hasta graves en sus elementos estructurales.
- b) En la evaluación del comportamiento de los elementos estructurales de las edificaciones, estos poseen una capacidad menor que la demanda ocasionada por el movimiento sísmico.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente: *Edificaciones que poseen una estación base de comunicación:* refiere a aquellas características de los elementos componentes de la edificación que en conjunto brindan estabilidad frente a un movimiento sísmico.

Variable dependiente: *Vulnerabilidad Sísmica:* Es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños en los elementos estructurales frente a un evento sísmico determinado.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable Independiente: *Edificaciones que poseen una estación base de comunicación:* características que abarcan los aspectos constructivos, estructurales y arquitectónicos de una edificación y que afectan directamente su vulnerabilidad.

Variable dependiente: *Vulnerabilidad Sísmica:* Es la degradación que sufrirían los elementos estructurales de una edificación de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo.

Cuadro 3:

2.5.3 Operacionalización de las variables

TIPO	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente	Edificaciones que poseen una estación base de comunicación.	Características constructivas	-Asesoría durante la construcción
		Características arquitectónicas	-Organización de los ambientes de la edificación -Número de pisos
		Características estructurales.	-Configuración en planta y elevación -Características de los materiales. -Estado de los elementos estructurales.
Variable Dependiente	Vulnerabilidad Sísmica	El grado de vulnerabilidad sísmica.	-Vulnerabilidad baja -Vulnerabilidad media -Vulnerabilidad alta -Vulnerabilidad muy alta
		Comportamiento de los elementos estructurales	-Elementos que fallan estructuralmente -Los elementos no fallan estructuralmente

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

2.6. Marco Normativo

En la presente investigación se usará como marco normativo diversos artículos de las normas técnicas de edificación del Reglamento Nacional de Edificaciones a continuación el detalle tomado de la definición de cada una:

- **E.020 Cargas**

“Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su Norma de diseño específica.

En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma.

Las cargas mínimas establecidas en esta Norma están dadas en condiciones de servicio. Esta Norma se complementa con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente y con las Normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales.”

- **E.030 Diseño sismorresistente**

“Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en numeral 1.3 de la respectiva norma. Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaran dañadas por la acción de los sismos. El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2 de la respectiva norma, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

- **E.050 Suelos y cimentaciones**

“El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos* (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.”

- **E.060 Concreto armado**

“Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple.

Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma.

Lo establecido en esta Norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia.

- **E.070 Albañilería**

“Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.”

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

El método general de investigación fue el científico con un enfoque mixto, ya que al inicio se usó el método cualitativo, el cual nos permitió realizar un estudio de campo a través de fichas de encuestas previamente validadas; posterior a ello se usó el método cuantitativo ya que se realizó los cálculos con los datos inicialmente recolectados, los cuales permitieron obtener las conclusiones de la presente investigación.

3.2. Tipo de Investigación

-Según el objetivo de investigación, fue una **investigación aplicada** ya que permitió llevar los conocimientos a la práctica y el campo de acción fue específico y delimitado.

-Según el periodo temporal de estudio, fue transversal ya que la toma de datos fue en un momento concreto del tiempo, sin hacer el seguimiento de este.

3.3. Nivel de Investigación

De acuerdo a la naturaleza de la presente investigación reúne las características de una investigación **descriptiva – explicativa** ya que se describió la situación actual de las edificaciones que se estudiaron, posterior a ello se identificaron la relación e interacción que tienen las variables para así realizar la respectiva clasificación.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación fue Cuasi Experimental – Transversal

3.5. Población y Muestra

La población al 2019 en la provincia de Lima existen 4,829 estaciones base de comunicación del tipo rooftop (según información brindada por el MTC, adjunta en el anexo 07 de la presente investigación).

Por lo tanto, en la presente investigación se usó una muestra elegida por el método no probabilístico – intencional o dirigida, compuesta por 32 edificaciones seleccionadas de manera aleatoria en los 43 distritos de la provincia de Lima, con la condición de que sean estaciones rooftop.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información se usarán fuentes primarias o de primera mano, como las fotografías realizadas insitu de la edificación, las medidas tomadas de la edificación al momento de la visita y algunos datos proporcionados en la entrevista. Como información de fuente secundaria tenemos los documentos que brinda el propietario el cual contiene información de la edificación.

Las técnicas de recolección de datos que se usarán para la presente investigación serán varias.

Para el objetivo 1, la técnica que se usará será la observación directa estructurada y el instrumento para la recolección de información de dicha observación será mediante una cámara fotográfica a través de la cual se hará un registro fotográfico de la edificación. Posterior a ello otra técnica a usar será la entrevista semiestructurada realizada a los propietarios de la edificación, en la cual se tratarán temas relacionados a la edificación, el instrumento para el registro de lo detallado será una ficha de inspección, en lo cual se estará realizando el apunto de lo detallado por el propietario, posterior a ello se procederá a tomar medidas de la edificación, según los ítems faltantes de la ficha de inspección. Cabe resaltar que esta ficha es realizada para la presente investigación y fue validada por 3 expertos de la especialidad.

Para el objetivo 2, se verificará la información existente y si es que falta algún dato o medida se procederá a realizar una nueva visita en la cual, mediante la observación directa y entrevista estructurada, se procederá a tomar los datos faltantes, además se realizaran los test o pruebas normadas como son la prueba

de resistencia a compresión del concreto utilizando un esclerómetro, también se realizara el escaneo de las barras de acero de las columnas con un detector de acero.

Cuadro 4: Técnicas e instrumentos utilizados para la presente investigación.

Objetivo	Técnicas	Instrumentos
1.-Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, mediante el método del índice de vulnerabilidad.	Observación directa	Cámaras fotográficas
	Entrevista semiestructurada	Fichas de registro de inspección
2.-Realizar una evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.	Pruebas realizadas	-Esclerómetro -Scanner detector de barras de acero.

Fuente Elaboración Propia según técnicas a usar

3.7. Procesamiento de la información

Una vez recolectada la información mediante la técnica e instrumentos ya relatados, se procederá al procesamiento de la información:

- Para el procesamiento de la información del objetivo 1, se trasladarán todos los datos recolectados en hojas de cálculo de manera estructurada, posterior a ello se trabajará en los cálculos necesarios para obtener los parámetros calculados, solicitados por la ficha de encuesta del método del índice de vulnerabilidad.
- Para el procesamiento de la información del objetivo 2, se utilizará el software Etabs V 16.0 para realizar el modelado de la edificación y posterior análisis sísmico.

Cuadro 5: Técnicas de procesamiento de datos y herramientas a usar

Objetivo	Técnicas de Procesamiento de datos	Herramienta
1.-Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, mediante el método del índice de vulnerabilidad.	Hojas de calculo	Programa Excel Normas E020, E030, E060, E070, E050.
2.-Realizar una evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.	Modelamiento de la edificación	Etabs V 16.0

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

3.8. Técnicas y análisis de datos

Posterior al procesamiento de la información se obtendrá el conjunto de datos recolectados debidamente registrados, con los cuales se procederá a realizar el análisis de la vulnerabilidad, para ello se usará el “método del índice de vulnerabilidad”, el cual realiza una calificación subjetiva de las edificaciones en estudio, apoyándose en los parámetros recolectados y los parámetros obtenidos de los cálculos simplificados de estructuras y a cada uno de ellos se les asigna un coeficiente denominado índice de vulnerabilidad, para posteriormente realizar una sumatoria de todas las puntuaciones de los parámetros y así obtener una calificación de la edificación, la cual estará relacionada directamente con la vulnerabilidad de la edificación. Posterior a ello a través de la herramienta de representación gráfica se presentarán los resultados de las edificaciones analizadas, obteniendo así cuatro conjuntos de edificaciones de vulnerabilidad (baja, media, alta y muy alta).

Una vez obtenido esta clasificación se procederá a obtener una unidad de análisis del grupo de vulnerabilidad muy alta, para poder realizar el análisis sísmico de dicha edificación, para ello se usará el método estático y método dinámico modal espectral. Con los datos recolectados al inicio no es posible realizar el análisis

sísmico, para ello se procederá a realizar una nueva visita, en la cual se extraerá datos faltantes sobre la geometría, propiedades de los materiales, estructura y suelo de dicha edificación necesarias para poder realizar el análisis sísmico. Una vez obtenido dichos datos se procederá a realizar un modelo matemático tridimensional de la estructura de la edificación, para ello se usará el programa Etabs V 16.0, en la cual se realizará el análisis estático y dinámico, basándose en los parámetros de las Normas Técnicas Peruana E 020, E 030, E 060 y E 070 para posterior a ello presentar los resultados.

Cuadro 6: Técnicas de análisis de datos y herramientas a usar

Objetivo	Técnicas de análisis de datos	Herramienta
1.-Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, mediante el método del índice de vulnerabilidad.	Distribución de frecuencias y representación grafica	Programa Excel 2010 y SPSS V 20.0
2.-Realizar una evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.	Cálculos y comparación de resultados	Etabs 2016 Programa Excel 2010

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Identificación y localización de la zona de estudio

4.1.1. –Ubicación Geográfica

La provincia Lima se encuentra ubicada en la parte central occidental del departamento de Lima y en la costa central del pacífico, a una altitud entre 0 a 850 msnm, limita con las provincias de Canta y Huarochirí por el Este, con la provincia constitucional del Callao y el Océano Pacífico por el Oeste, con Huaral por el Norte y con Cañete por el sur; está constituido por 43 distritos: : Lima Cercado, Breña, Ancón, El Agustino, Chaclacayo, Ate, Barranco, Comas, Carabaylo, Chorrillos, Cieneguilla, Independencia, Jesús María, La Molina, La Victoria, Lince, Los Olivos, Lurigancho, Lurín, Magdalena del Mar, Punta Hermosa, Magdalena Vieja, Miraflores, Pachacamac, Pucusana, Puente Piedra, San Martín de Porres, Punta Negra, Rímac, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, San Luis, San Miguel, Santa Anita, Santa María del Mar, Santa Rosa, Santiago de Surco, Surquillo, Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, información extraída de la investigación de Quinteros [27]

4.1.2. Características Geográficas

CLIMA: El clima de la provincia de Lima, está caracterizada por dos estaciones bien marcadas, el verano e invierno.

Desde el mes de mayo a noviembre son meses de invierno donde la temperatura oscila entre los 14 °C y 18 °C, la presencia de alta humedad provoca una sensación mayor de frío, la presencia de nubosidad es constante en todo el litoral y ocurren casuales lloviznas y garuas.

Entre diciembre y abril está presente el clima de verano con temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 28 °C, donde el clima es soleado, los cielos permanecen despejados y la presencia de humedad disminuye.

Además, existen microclimas con las características de un clima templado y brillo solar la mayor parte del año, presentes en los distritos de Cieneguilla, Chosica y Lurigancho.

Algunos factores que determinan el clima de la provincia de Lima son:

- Existe una capa de inversión térmica, debido a que a mayor altitud la temperatura es mayor y por ende se forma un manto nuboso del tipo estrato, el cual cubre a la mayoría de distritos de la provincia de Lima, y ello define que la temperatura en el invierno no supere los 20 °C, contrariamente ocurre en el verano ya que este manto desaparece y se obtiene un cielo despejado y ello permite que la temperatura menor sea de 24 °C.
- La topografía presente en la provincia de Lima influye en la circulación de los vientos, ya que la presencia de los cerros influye en el flujo de los vientos, al empezar el día, los vientos ascienden desde los valles hacia las partes altas por la presencia del sol y al atardecer desciendan desde las alturas hacia los valles.

MORFOLOGÍA: La provincia de Lima está situada en la vertiente de la cordillera de los andes, en la costa central del país, frente al Océano Pacífico y en su territorio se encuentran 3 cuencas hidrográficas, las cuales son: la cuenca del río Lurín, la cuenca del río Chillón y la cuenca del río Rímac.

La provincia de Lima está rodeada de por colinas y montañas, posee laderas de pendiente moderada a fuerte.

El río Rímac se comienza a extender desde el sector de Chaclacayo hasta llegar a las inmediaciones del sector de Caquetá, donde empieza un sector donde predomina la erosión fluvial, esto sigue hasta el sector de Carmen de la Legua, y de ahí nuevamente empieza a extenderse hasta llegar al océano pacífico.

El río Chillón forma una extensa llanura desde el sector de trapiche hasta su desembocadura.

El río Lurín solo se activa durante las épocas del fenómeno del niño.

GEOGRAFÍA: la provincia de Lima, posee una extensión de 2,664.67 km², en su generalidad está compuesto por un territorio costero con algunas entradas hacia las estribaciones andinas de la sierra central.

A lo largo de estos años se ha observado un crecimiento descontrolado, lo cual ha ido reduciendo las áreas rurales de manera drástica.

4.1.3. Características Geotécnicas

En la provincia de Lima existen una diversidad de tipos de suelos, pero existen algunos con cierta predominancia, entre los cuales tenemos:

Grava Aluvial: Esta zona está conformada por los valles del río Rímac, Chillón y Lurín, sus características geotécnicas de este tipo permiten realizar una buena cimentación aun sea esta superficial.

Grava Coluvial: este tipo de material, cubre la extensión correspondiente a los pies de los taludes de los cerros, los cuales se encuentran alrededor de la ciudad, en algunos sectores presenta problemas de lixiviación, lo cual ocasiona algunos daños a las edificaciones.

Arenas y Limos, menores que 10m: este tipo presenta una estratigrafía comprendida por un material fino en la parte superior, limo arcilloso y arena limosa o arcillosa, con una dimensión de 3 a 10 m y debajo de esta capa se encuentra grava aluvial.

Arenas y Limos, entre 10 y 20m: este tipo presenta una estratigrafía comprendida por un material fino en la parte superior, luego está presente limo arcilloso y arenas limosas o arcillosas de 10 a 20 m, posterior a esta capa se encuentra grava aluvial. Presenta una influencia en el nivel de daños de la edificación. Este tipo de suelo predomina en La Molina.

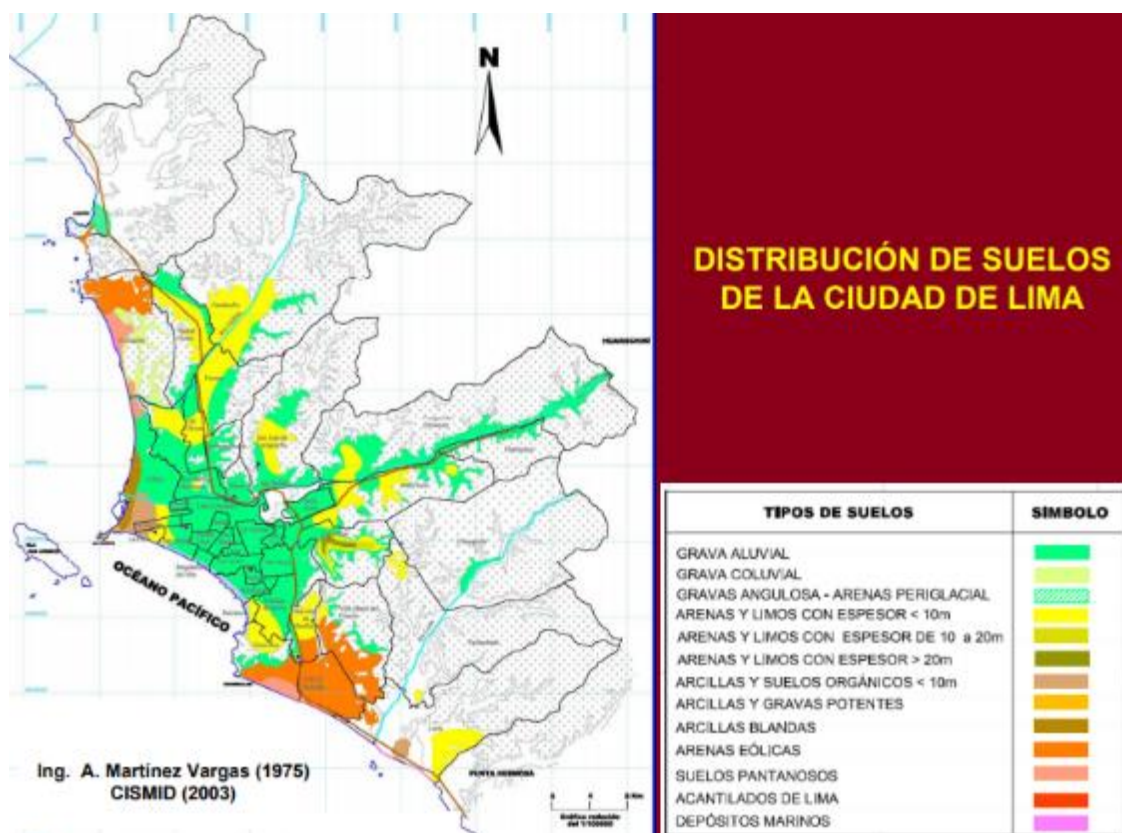
Arenas y Limos, mayores que 20m: este tipo presenta una estratigrafía comprendida por un material fino, arenas limosas, cuyo espesor es mas que 20m. Este tipo de suelo predomina en La Molina y reportaron daños en sismos pasados.

Arcillas y suelos orgánicos: este tipo presenta una estratigrafía comprendida por un suelo fino, hasta los 10m, presenta un nivel freático entre 1 y 3m, después de esta capa está presente la grava aluvial. Tipo de suelo presente en los conos del Rímac y chillón.

Arenas eólicas: zonas conformadas por capas de arenas, superficialmente se encuentra suelta y en la profundidad, compacta. Presente en los distritos de Ancón, Ventanilla, Villa El Salvador, Chorrillos, San Juan De Miraflores Y Villa María Del Triunfo.

Acantilados de Lima: zona conformada por unos 100m de terreno a los alrededores de las playas y del rio Rímac. Datos tomados del estudio de microzonificación de Lima, realizado por el CISMID - Lima

Figura 17: Microzonificación sísmica



Fuente: Imagen tomada del informe de microzonificación sísmica de Lima, realizado por el Ing. Jorge Alva. H.

4.2. Evaluación del grado de Vulnerabilidad Sísmica

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, se detalló que se realizará con el método del Índice de Vulnerabilidad, el cual se trata ampliamente en el capítulo II, a continuación se detalla los resultados, producto de la evaluación del conjunto de edificaciones componentes de la muestra; primero se detallará el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de cada edificación, posteriormente se presentara el resultado por cada parámetro (La metodología del índice de vulnerabilidad se compone de la observación de 11 parámetros).

4.2.1. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de cada edificación.

A continuación, presentaremos los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de cada edificación, el cual fue realizado como se detalla por el método de vulnerabilidad sísmica mediante sus 11 parámetros de inspección, cabe resaltar que en el anexo 4 se detalla las fotos y su respectiva ficha de evaluación de cada edificación:

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 01

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	15	0	0	1.00	15
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	45	0.25	11.25
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						143.75
%						37.58
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 02

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W _i)	(K _i)*(W _i)
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	5	0	0	1.50	7.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	0	0.50	0
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	45	0.25	11.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	30
					%	7.84
					Vulnerabilidad Baja	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Baja

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 03

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	5	0	0	1.00	15
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	45	0.25	11.25
9	0	15	0	0	1.00	5
10	0	5	0	0	0.25	1.25
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						147.5
%						38.56
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 04

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	5	0	0	1.00	15
6	0	0	0	0	0.50	0
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	15	0	0	1.00	5
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						116.25
%						31.00
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 05

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	5	0	0	0.50	2.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	25	0	0.25	6.25
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	0	25	0	1.00	25
					IV =	133.75
					%	35.00
					Vulnerabilidad Alta	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 06

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	5	0	0	1.00	5
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						128.75
%						34.00
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 07

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	5	0	0	0.50	2.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						92.5
%						25.00
Vulnerabilidad Media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 08

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	5	0	0	0.50	2.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	25	0	0.25	6.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						56.25
%						15.00
Vulnerabilidad Baja						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Baja

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 09

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	25	0	0.75	18.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	0	0.50	0
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						100
%						27.00
Vulnerabilidad Media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 10

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	100
					%	27.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá: **Vulnerabilidad Media**

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 11

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	25	0	0.75	18.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	45	0.25	11.25
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						92.5
%						25.00
Vulnerabilidad Media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 12

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	$(K_i) \cdot (W_i)$
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W_i)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	15	0	0	1.00	15
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	45	0.25	11.25
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						143.75
%						37.58
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá: **Vulnerabilidad Alta**

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 13

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	95
					%	25.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 14

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	0	0	0.25	0
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	98.75
					%	26.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá: **Vulnerabilidad Media**

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 15

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	25	0	0.75	18.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	5	0	0	0.50	2.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	100
					%	27.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 16

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	45	0.25	11.25
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	102.5
					%	27.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 17

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	0	0	0.25	0
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	98.75
					%	26.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá: **Vulnerabilidad Media**

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 18

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	0	45	0.25	11.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	5	0	0	1.00	5
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						136.25
%						36.00
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 19

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	95
					%	25.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 20

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	45	0.25	11.25
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	137.5
					%	36.00
					Vulnerabilidad Alta	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 21

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(K _i)*(W _i)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W) _i	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	56.25
					%	15.00
Vulnerabilidad Baja						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	IV ≤ 15
Vulnerabilidad Media	15 < IV ≤ 30
Vulnerabilidad Alta	30 < IV ≤ 45
Vulnerabilidad Muy Alta	IV > 45

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Baja

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 22

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						112.5
%						30.00
Vulnerabilidad Media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 23

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	66.25
					%	18.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 24

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	5	0	0	1.50	7.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	25	0	0.25	6.25
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	76.25
					%	20.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 25

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(W)i	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	5	0	0	0.25	1.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	90
					%	24.00
					Vulnerabilidad Media	

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 26

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (Wi)	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	5	0	0	1.00	5
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
IV =						136.25
%						36.00
Vulnerabilidad Alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 27

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (Wi)	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	0	20	0	1.00	20
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	5	0	0	1.00	5
					IV =	86.25
					%	23.00
Vulnerabilidad Media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 28

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (W _i)	(K _i)*(W _i)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	25	0	0.50	12.5
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	25	0	1.00	25
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						126.25
%						34.00
Vulnerabilidad alta						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Alta

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 29

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (Wi)	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	0	0	0.25	0
3	0	0	0	45	1.50	67.5
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	45	0.50	22.5
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	90
					%	24.00
Vulnerabilidad media						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Media

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 30

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso	(Ki)*(Wi)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(Wi)	
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	0	0	1.50	0
4	0	0	0	0	0.75	0
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	0	0.50	0
7	0	5	0	0	1.00	5
8	0	5	0	0	0.25	1.25
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	5	0	0	1.00	5
IV =						17.5
%						5.00
Vulnerabilidad baja						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Baja

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 31

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (W _i)	(K _i)*(W _i)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	5	0	0	1.00	5
2	0	0	0	0	0.25	0
3	0	0	0	0	1.50	0
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	0	0	0	0.50	0
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	8.75
					%	3.00
Vulnerabilidad baja						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

Vulnerabilidad Baja

Resultado de la evaluación de la edificación Nro. 32

Parámetro de evaluación	Def de su Clase				Param. De Peso (W _i)	(K _i)*(W _i)
	(A)	(B)	(C)	(D)		
1	0	0	0	0	1.00	0
2	0	0	25	0	0.25	6.25
3	0	0	25	0	1.50	37.5
4	0	5	0	0	0.75	3.75
5	0	0	0	0	1.00	0
6	0	5	0	0	0.50	2.5
7	0	0	0	0	1.00	0
8	0	0	0	0	0.25	0
9	0	0	0	0	1.00	0
10	0	0	0	0	0.25	0
11	0	0	0	0	1.00	0
					IV =	50
					%	14.00
Vulnerabilidad baja						

CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	
Vulnerabilidad Baja	$IV \leq 15$
Vulnerabilidad Media	$15 < IV \leq 30$
Vulnerabilidad Alta	$30 < IV \leq 45$
Vulnerabilidad Muy Alta	$IV > 45$

Según la clasificación que nos brinda el método del índice de vulnerabilidad, la edificación tendrá:

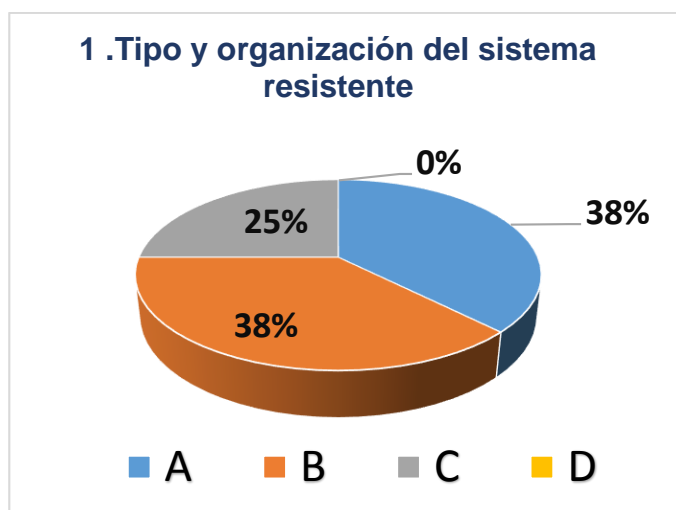
Vulnerabilidad Baja

RESULTADO POR CADA PARÁMETRO

Cuadro 7: Resultado del parámetro 01

CALIFICACIÓN	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	12	38%
B	12	38%
C	8	25%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

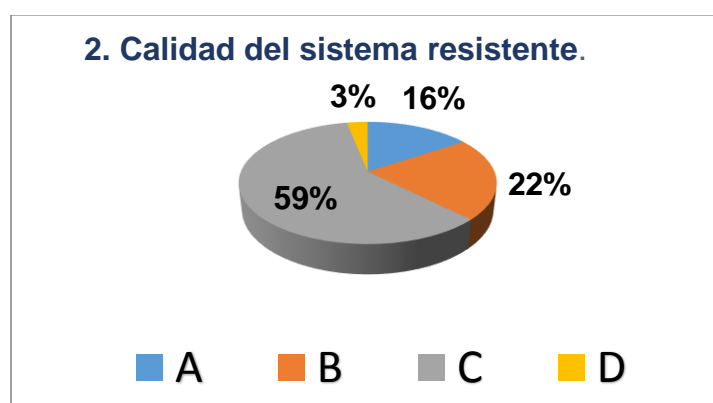
Según la inspección realizada a las 32 edificaciones, se observó que el Parámetro Nro. 01, correspondiente al **tipo y organización del sistema resistente**, en el cual se evaluó el grado de organización de los elementos estructurales verticales, se verificó las conexiones entre los elementos ortogonales, si poseían muros en ambos sentidos estos debieron estar conectados y arriostrados entre ellos, se hizo un énfasis si en el diseño y construcción de la edificación se usó la norma sismorresistente NTP E030 y posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A: Optimo o Nada Vulnerable un 38%**
- **B: Bueno o Poco Vulnerable un 38%**
- **C: Regular o Medianamente Vulnerable un 25%**
- **D: Desfavorable o Muy Vulnerable un 0%.**

Cuadro 8: Resultado del parámetro 02

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	5	16%
B	7	22%
C	19	59%
D	1	3%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

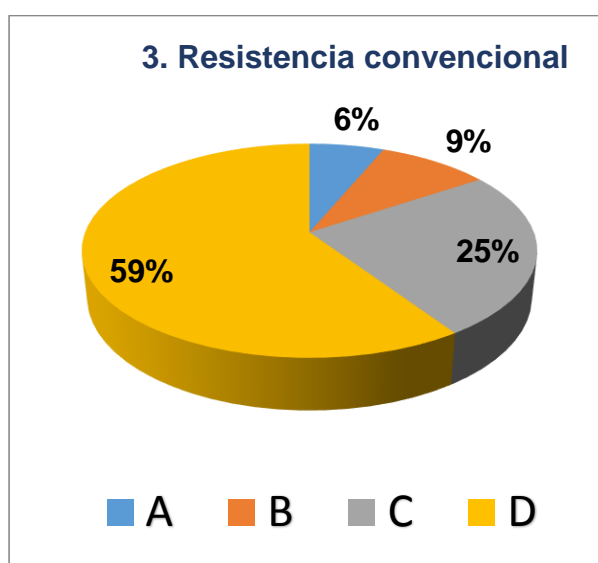
Según la inspección realizada a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 02, correspondiente a la **Calidad del sistema resistente** donde se evaluó la calidad de los ladrillos usados, diferenciándolos de modo cualitativo, su resistencia para asegurar la eficiencia del comportamiento en cajón de la estructura y en base a esa inspección se clasificó de la siguiente manera:

- **A: Optimo o Nada Vulnerable** un **16%**
- **B: Bueno o Poco Vulnerable** un **22%**
- **C: Regular o Medianamente Vulnerable** un **59%**
- **D: Desfavorable o Muy Vulnerable** un **3%**.

Cuadro 9: Resultado del parámetro 03

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	2	6%
B	3	9%
C	8	25%
D	19	59%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

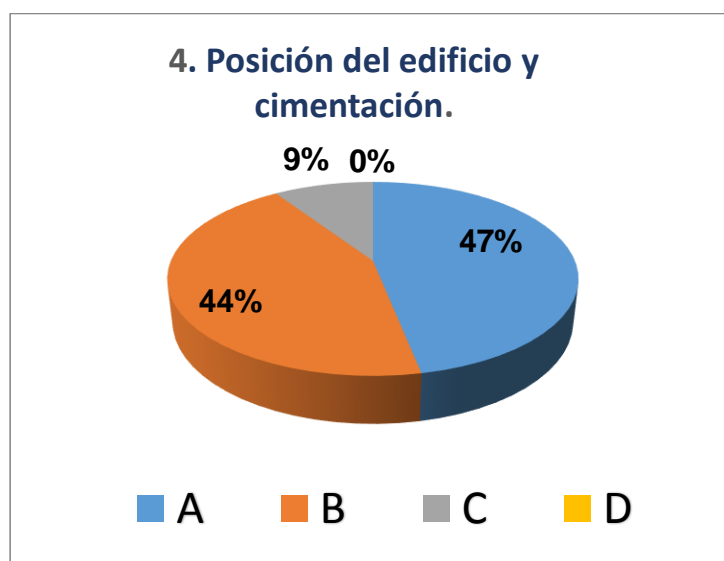
Según la inspección realizada a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 03, correspondiente a la **Resistencia convencional**, se realizó una evaluación fiable de la resistencia que presenta la edificación frente a las cargas horizontales, para ello se consideró aspectos estructurales como resistencia del muro en la dirección X e Y, nro. de pisos de la edificación, área techada y características propias de la albañilería, luego a ello se realizó los cálculos correspondientes y de acuerdo a los resultados se clasificó de la siguiente manera:

- **A:** Optimo o **Nada Vulnerable** un **06%**
- **B:** Bueno o **Poco Vulnerable** un **09%**
- **C:** Regular o **Medianamente Vulnerable** un **25%**
- **D:** Desfavorable o **Muy Vulnerable** un **59%**.

Cuadro 10: Resultado del parámetro 04

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	15	47%
B	14	44%
C	3	9%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

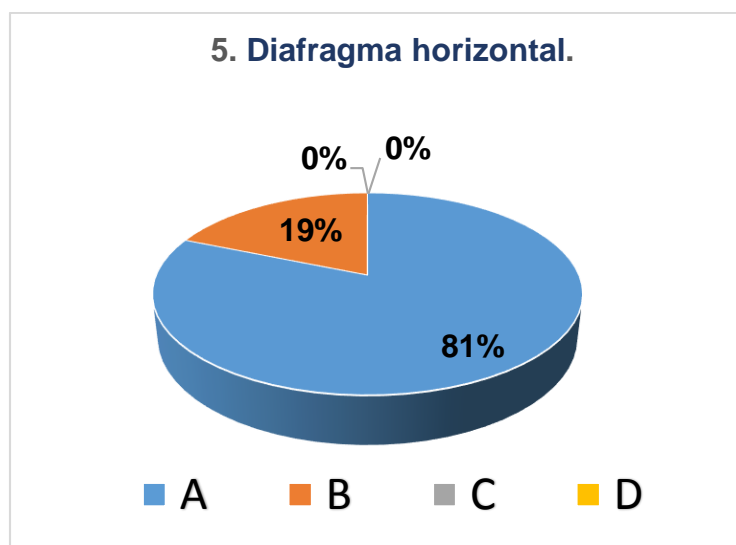
Según la inspección realizada a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 04, correspondiente a la **Posición del edificio y cimentación**, se evaluó mediante una simple inspección visual la influencia del terreno y de la cimentación, en el comportamiento sísmico de la edificación, teniendo en cuenta la consistencia, pendiente del terreno y el posible empuje debido a la presencia de un terraplén, también se evaluó la presencia de humedad y/o sales, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A:** Optimo o **Nada Vulnerable** un **47%**
- **B:** Bueno o **Poco Vulnerable** un **44%**
- **C:** Regular o **Medianamente Vulnerable** un **09%**
- **D:** Desfavorable o **Muy Vulnerable** un **00%**.

Cuadro 11: Resultado del parámetro 05

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	26	81%
B	6	19%
C	0	0%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

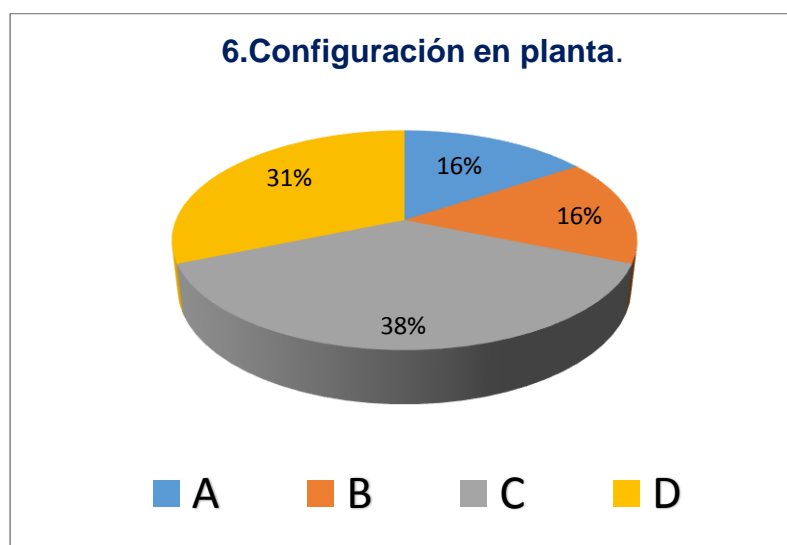
Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 05, correspondiente al **Diafragma horizontal**, se evaluó el buen funcionamiento del sistema de diafragma horizontal, si este permitía transmitir los esfuerzos verticales y horizontales causados por un sismo, si es que poseía una buena conexión con el sistema resistente vertical, las vigas soleras y a través de estos, con los muros portantes, las losas de piso, el techo y cimentación actuaban como un elemento que integra a los muros portantes y compatibilizaran con los elementos estructurales verticales, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A: Optimo o Nada Vulnerable un 81%**
- **B: Bueno o Poco Vulnerable un 19%**
- **C: Regular o Medianamente Vulnerable un 00%**
- **D: Desfavorable o Muy Vulnerable un 00%.**

Cuadro 12: Resultado del parámetro 06

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	5	16%
B	5	16%
C	12	38%
D	10	31%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

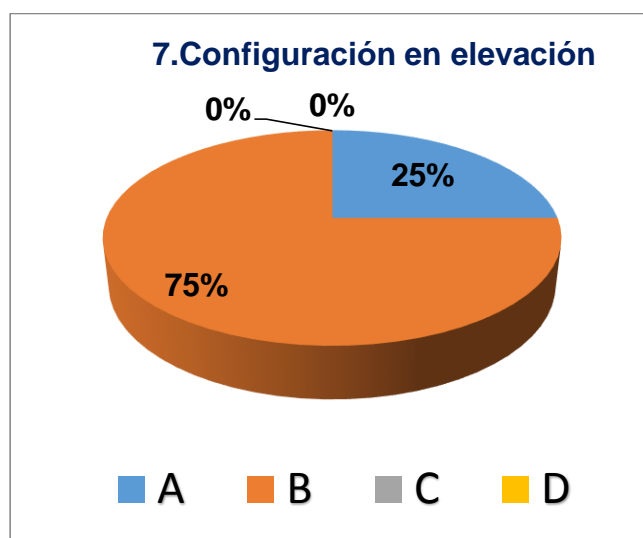
Según la inspección realizada a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 06, correspondiente a la **Configuración en planta**, se evaluó la condición de simetría en planta de la edificación, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan en secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y penalizándose las secciones excesivamente alargadas los cuales podrían ocasionar problemas de torsión en planta o concentraciones de esfuerzos en esquinas, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A:** Optimo o **Nada Vulnerable** un **16%**
- **B:** Bueno o **Poco Vulnerable** un **16%**
- **C:** Regular o **Medianamente Vulnerable** un **38%**
- **D:** Desfavorable o **Muy Vulnerable** un **31%**.

Cuadro 13: Resultado del parámetro 07

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	8	25%
B	24	75%
C	0	0%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

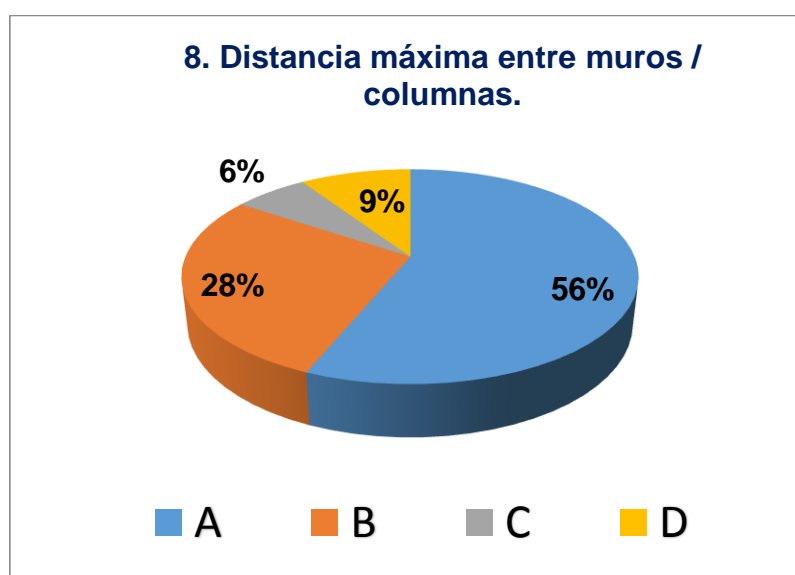
Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 07, correspondiente a la **Configuración en elevación**, se evaluó que la irregularidad en elevación, suele estar determinada por la configuración en elevación entre los pisos sucesivos, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A: Optimo o Nada Vulnerable** un **25%**
- **B: Bueno o Poco Vulnerable** un **75%**
- **C: Regular o Medianamente Vulnerable** un **0%**
- **D: Desfavorable o Muy Vulnerable** un **0%**.

Cuadro 14: Resultado del parámetro 08

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	18	56%
B	9	28%
C	2	6%
D	3	9%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

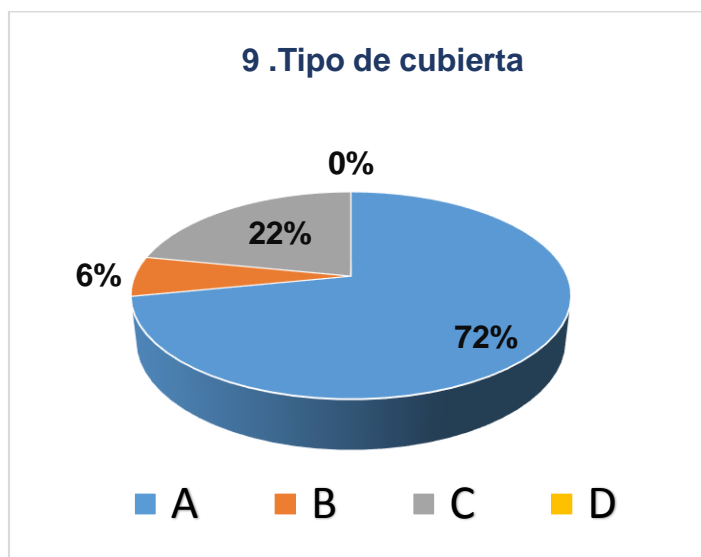
Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 08, correspondiente a la **Distancia máxima entre muros / columnas**, se calificó el posible espaciamiento excesivo entre muros ubicados transversales a los muros portantes y posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A: Optimo o Nada Vulnerable** un **56%**
- **B: Bueno o Poco Vulnerable** un **28%**
- **C: Regular o Medianamente Vulnerable** un **06%**
- **D: Desfavorable o Muy Vulnerable** un **09%**.

Cuadro 15: Resultado del parámetro 09

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	23	72%
B	2	6%
C	7	22%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

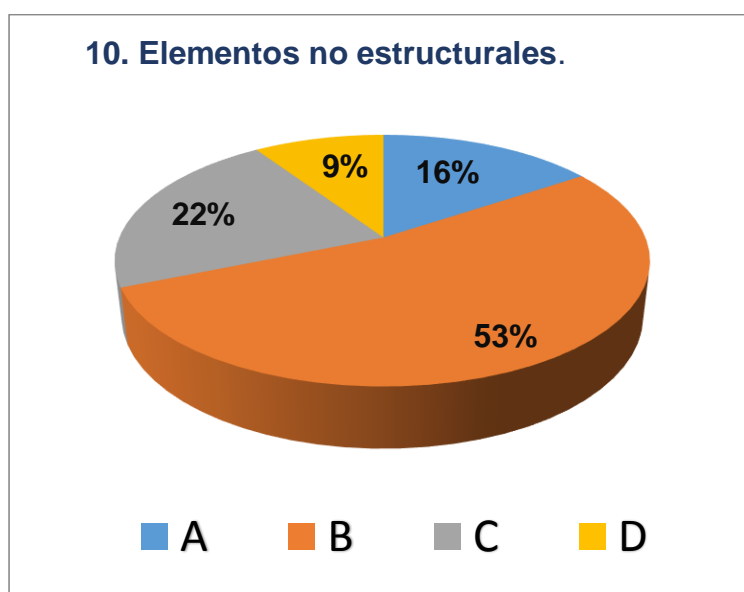
Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 09, correspondiente al **Tipo de cubierta**, se evaluó la tipología de la cubierta y como sería su comportamiento frente a un movimiento sísmico, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A:** Optimo o **Nada Vulnerable** un **72%**
- **B:** Bueno o **Poco Vulnerable** un **06%**
- **C:** Regular o **Medianamente Vulnerable** un **22%**
- **D:** Desfavorable o **Muy Vulnerable** un **00%**.

Cuadro 16: Resultado del parámetro 10

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	5	16%
B	17	53%
C	7	22%
D	3	9%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

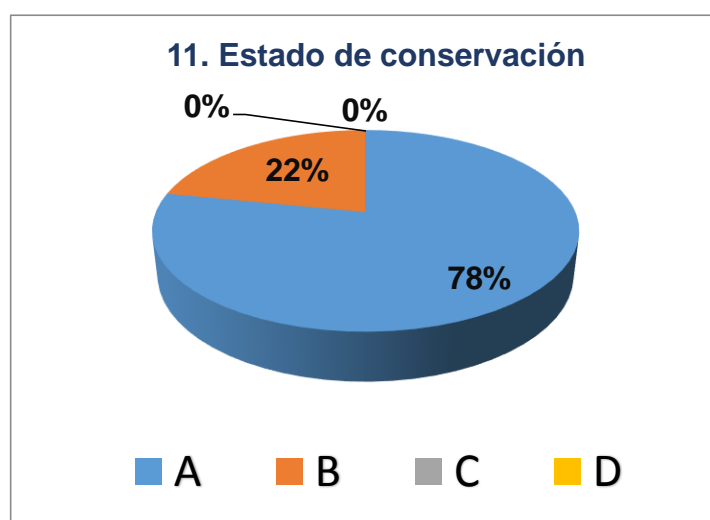
Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 10, correspondiente a los **Elementos no estructurales**, se evaluó la tipología de la cubierta y como sería el comportamiento frente a un movimiento sísmico, posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- **A:** Optimo o **Nada Vulnerable** un **16%**
- **B:** Bueno o **Poco Vulnerable** un **53%**
- **C:** Regular o **Medianamente Vulnerable** un **22%**
- **D:** Desfavorable o **Muy Vulnerable** un **09%**.

Cuadro 17: Resultado del parámetro 11

CLASES	EDIFICACIONES	
	N°	%
A	25	78%
B	7	22%
C	0	0%
D	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis



Resultados

Según la inspección que se realizó a las 32 edificaciones, se observó que en el Parámetro Nro. 11, correspondiente al **Estado de conservación**, se evaluó el estado de conservación el cual se aprecia mediante una simple inspección y posterior a ello se clasificó de la siguiente manera:

- A: Optimo o Nada Vulnerable un 78%**
- B: Bueno o Poco Vulnerable un 22%**
- C: Regular o Medianamente Vulnerable un 0%**
- D: Desfavorable o Muy Vulnerable un 0%.**

4.2.2. Evaluación del comportamiento estructural de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación

Para la evaluación del comportamiento estructural de edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima, **se tomó una unidad de análisis del conjunto de edificaciones de vulnerabilidad alta**, y se evaluó su comportamiento estructural ante la presencia de un sismo de mediana a gran intensidad.

Generalidades de la edificación a evaluar

A continuación, detallaremos las especificaciones de la edificación que se evaluó

Ubicación de la edificación:

Distrito: La Victoria

Provincia: Lima

Descripción de la edificación:

El detalle de los planos estructural, se detalla en el anexo 4 de la presente investigación.

Entre las características más resaltantes de la edificación tenemos:

- La estructura a evaluar consta de 2 pisos, presenta un sistema estructural conformado por albañilería confinada, las losas de entrepiso son de 20 cm de espesor.
- Las losas son aligeradas y que en el último piso existe una carga puntual correspondiente a la carga de la antena de telecomunicaciones.
- En todos los pisos se usaron ladrillos King Kong Industrial.

Procedimiento de evaluación

Las normas técnicas peruanas, que se usaron para la evaluación de la estructura fueron las siguientes:

- NTP E020- para la asignación de cargas.
- NTP E030- para la evaluación sismo resistente.

- NTP E060 – para la definición de las características del concreto armado usado en la construcción de la edificación.
- NTP E070 – para la definición de las características de albañilería.

Para la evaluación del comportamiento estructural se realizó:

- El análisis de desplazamientos, donde verificamos los desplazamientos obtenidos y lo comparamos con los máximos permitidos por la norma.
- La verificación de esfuerzos, verificando la resistencia al corte, flexión, carga axial en vigas y columnas.

Criterios de evaluación estructural

En este ítem se trató los criterios a tomar para la evaluación del comportamiento sísmico de la edificación como las características de la estructura, metrados de carga y las consideraciones sísmicas propias de la edificación.

Características de los materiales:

- Resistencia mecánica del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, esto se basa en los resultados de esclerometría realizados en la edificación, lo cual se adjunta en el anexo 5.
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 198499,99 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la fluencia del acero grado 60, $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Albañilería artesanal (King Kong)

- Resistencia a la compresión $f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia al corte $v'm = 8.1 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad, $E_m = 500f'm = 17500 \text{ kg/cm}^2$

Resumen de cargas

Cargas Muertas (CM o Dead):

Peso propio piso terminado (todos los niveles) =	100	Kg/m ²
Peso propio piso tabiquería =	150	Kg/m ²
Peso propio piso tabiquería en azotea =	100	Kg/m ²

Cargas Vivas (CV o Live):Sobrecarga de vivienda (Taller) = 350 Kg/m²Sobrecarga de azotea = 100 Kg/m²**Cargas de Antena:**Carga Puntual del mástil de 6m = 1000 Kg/m²

Esta Carga es tomada según el cuadro de pesos siguiente:

Tabla 8.; Cuadro de pesos de antenas

TIPO	Estructura Soporte de antenas a instalar	Equipos	Equipos en Azotea	Equipos en Piso	Peso Referencial sobre Edificio (Kg)	Sobrecarga repartida en 40 m ² (kg/m ²)	Límite de carga máxima distribuida a (kg/m ²)	Límite de carga máxima puntual (kg/m ²)
Tipo1	Mástiles 3m	Equipos Ligeros s/Plat. Met	x	x	300	7.5	25	-
Tipo2	Mástiles 6m	Equipos Ligeros c/Plat. Met	x	x	1800	45	50	500
Tipo3	T. Ventada o T. Arriestrada	Equipos Pesados c/Plat. Met	-	x	2000	50	50	1000
Tipo4	T. Ventada o T. Arriestrada	Equipos Ligeros s/Plat. Met	x	x	2500	62.5	100	1000
Tipo5	T. Ventada o T. Arriestrada	Equipos Ligeros c/Plat. Met	x	x	3500	87.5	100	1000
Tipo6	Mástiles	Equipos Pesados c/Plat. Met	x	x	5000	125	150	1500
Tipo7	T. Ventada o T. Arriestrada	Equipos Pesados c/Plat. Met	x	x	7000	175	200	1500
Tipo8	T. Autosoportada	Equipos Pesados c/Plat. Met	x	x	10000	250	300	2000

Fuente: Cuadro tomado del informe de "Diseño de torres de telecomunicación", de Sergio López Hernández

Cargas de Sismo:Según Norma Peruana de Estructuras $S_a = (ZUCS.g) / R$ **Zonificación (Z)**

De acuerdo a la Norma E-0.30 de diseño sismo-resistente para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto corresponde a la zona 4 y su factor de zona Z será 0.45.

Parámetros del Suelo (S)

Debido a las limitaciones de la presente investigación, no fue posible realizar un estudio de suelo para la presente edificación, pero con la observación realizada a los alrededores de la edificación, y la referencia del mapa de microzonificación sísmica del centro histórico de lima, realizado por el Cismid – UNI, presente en la explicación del parámetro 4 del capítulo 4 de la presente investigación, se considera que el perfil de suelo es de tipo rígido (S1), el parámetro T_p asociado con este tipo de suelo es de 0.40 seg., $T_L = 2.5$ y el factor de amplificación del suelo se considera $S = 1.0$.

Factor de amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5 \times (T_p/T); \quad C \leq 2.5$$

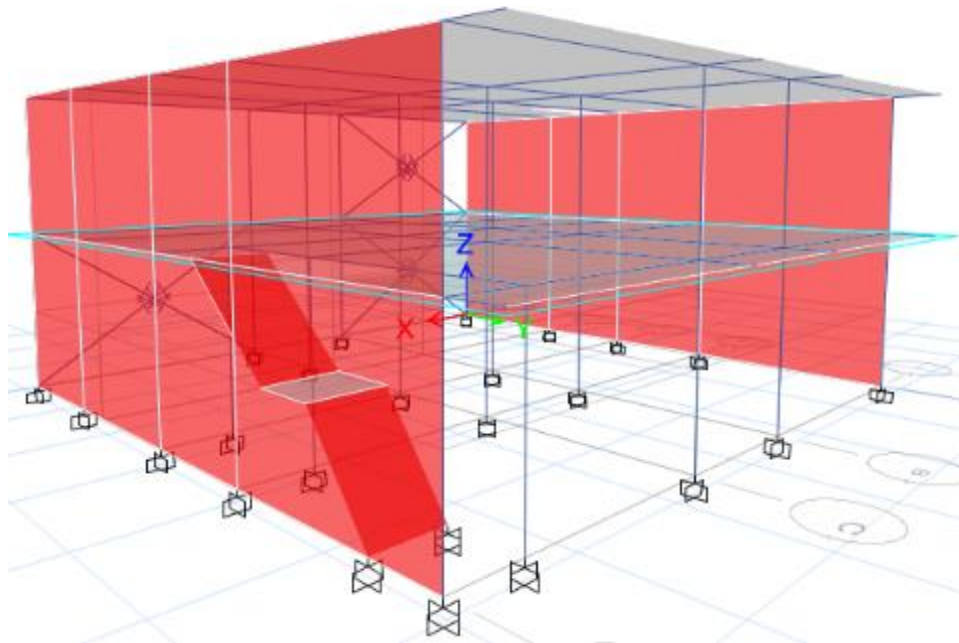
Categoría de las edificaciones (U)

La edificación está ubicada en la categoría "C" ya que es de tipo vivienda, la norma E030, establece un factor de importancia $U = 1.0$, el que se tomará para este análisis.

Análisis de los resultados

De acuerdo a los datos anteriormente mencionados, se realizará el modelado de la edificación con el software Etabs V16.0, y se presentó los resultados:

Figura 18: Vista del modelado de la edificación:



Fuente: *Elaboración propia, desarrollado con el programa Etabs*

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Cuadro 18: Resultados del desplazamiento

RESULTADO	OPTIMO	SIN EBC	CON EBC
Desplazamientos relativos entre pisos	EJE X=:0.007	0.005 (0.0067*0.75) CUMPLE	0.005 (0.0068*0.75) CUMPLE
	EJE Y= 0.005	0.0007(0.00095*0.75) CUMPLE	0.0007 (0.00096*0.75) CUMPLE

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

Gráficos del modelo, según resultado brindado:

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS ENTRE PISOS

Sin EBC

Máximo desplazamiento en el eje X

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY2	0.030081	0.001727	0.006723	0.000333
STORY1	0.012953	0.000874	0.004318	0.000291

Máximo desplazamiento en el eje Y

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY2	0.001646	0.004393	0.000505	0.000599
STORY1	0.001003	0.002851	0.000334	0.000950

Con EBC

Máximo desplazamiento en el eje X

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY2	0.030644	0.001737	0.006875	0.000333
STORY1	0.013125	0.000883	0.004375	0.000294

Máximo desplazamiento en el eje Y

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY2	0.001551	0.004493	0.000504	0.000617
STORY1	0.001012	0.002906	0.000337	0.000969

VERIFICACIÓN DE VIGAS

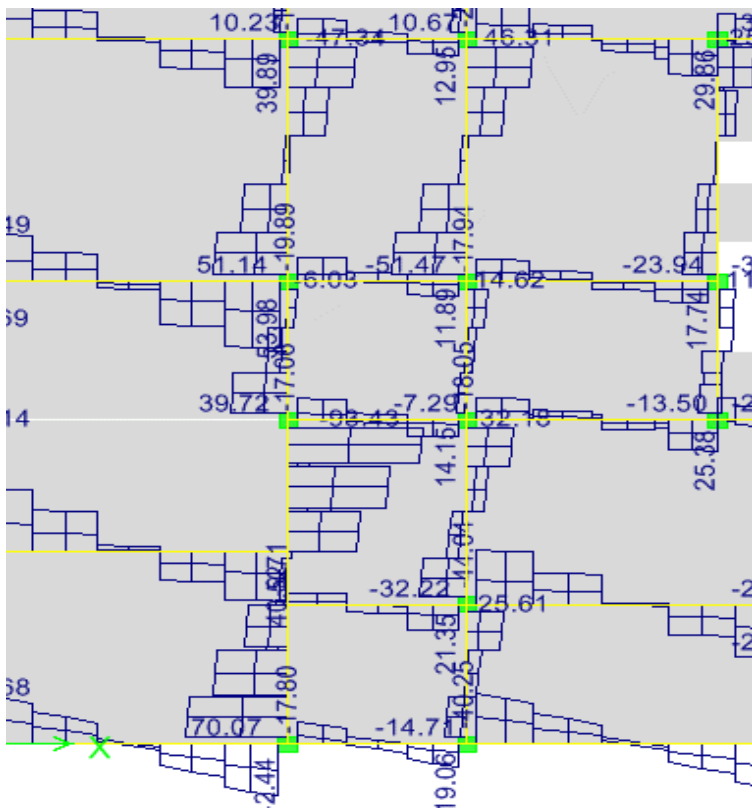
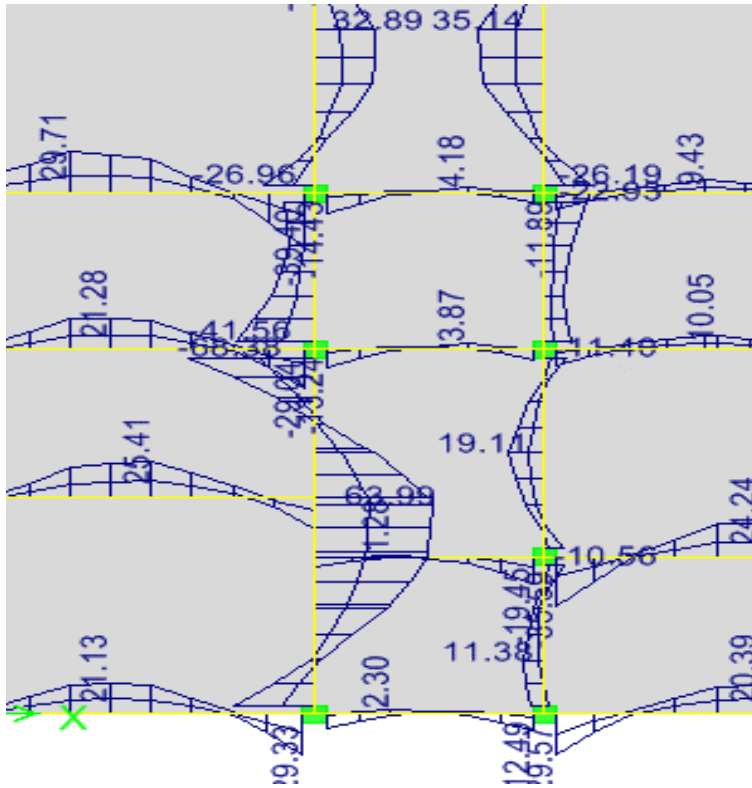
Cuadro 19: Resultado de la evaluación de vigas

	SIN EBC		CON EBC	
V 25x40	Área de acero mínimo requerida =1.7 cm ²	Área acero que tiene= 4.0 cm ² (2 de 5/8") SI CUMPLE	Área de acero mínimo =1.7cm ²	Área acero que tiene= 4.0 cm ² (2 de 5/8") SI CUMPLE
	Momento Ultimo= 63.99kn-m	Momento resistente= 42.6 kn-m NO CUMPLE	Momento Ultimo= 64.02kn-m	Momento resistente= 42.6 kn-m NO CUMPLE
	Fuerza Cortante= 81.43kn	Fuerza Cortante = 123kn SI CUMPLE	Fuerza Cortante= 81.41kn	Fuerza Cortante = 123kn SI CUMPLE
	DEMANDA	CAPACIDAD	DEMANDA	CAPACIDAD

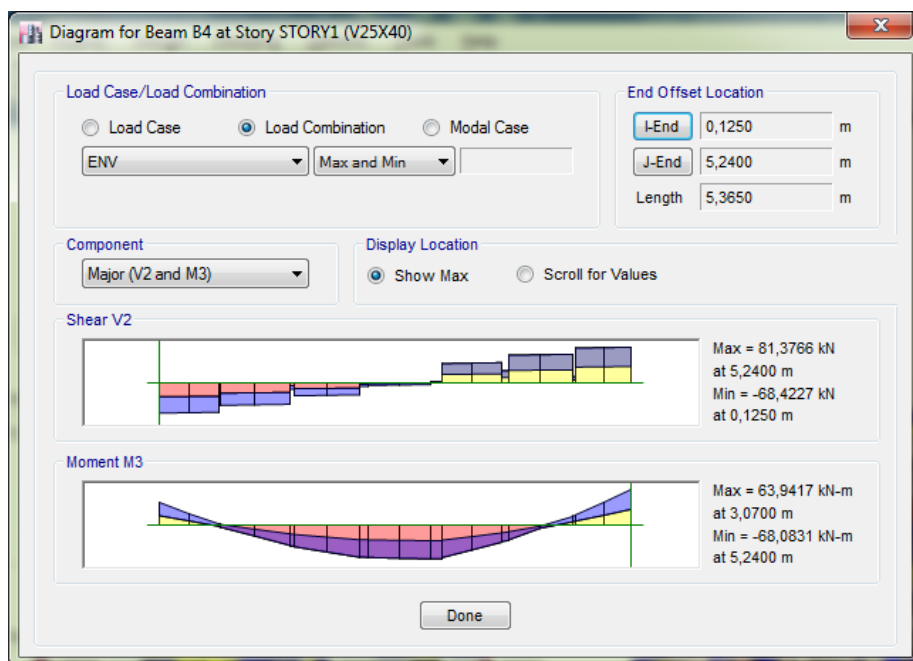
Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

Verificación de Momentos y cortantes

Sin EBC



Con EBC



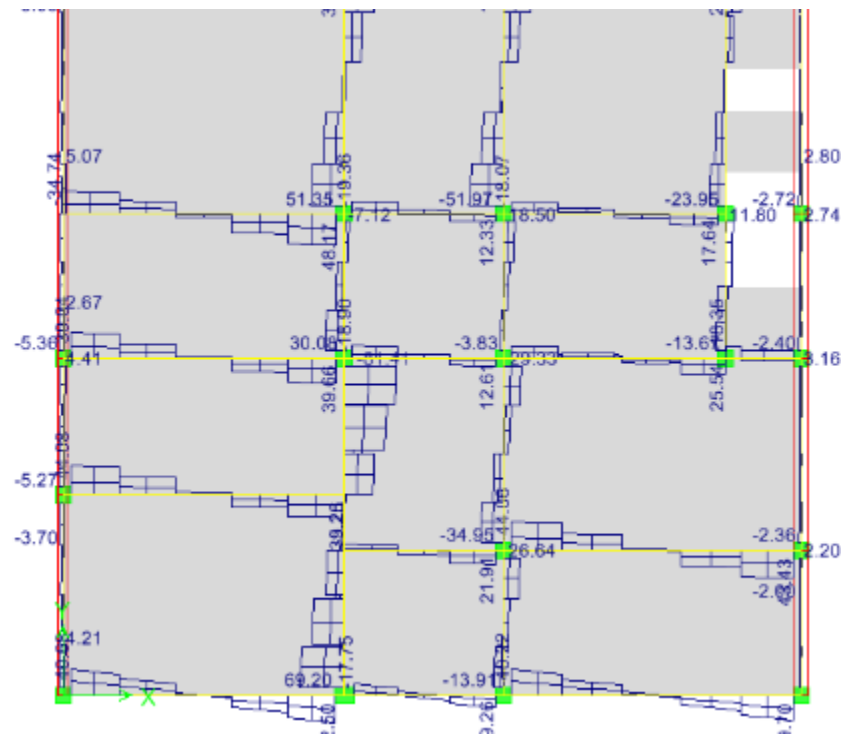
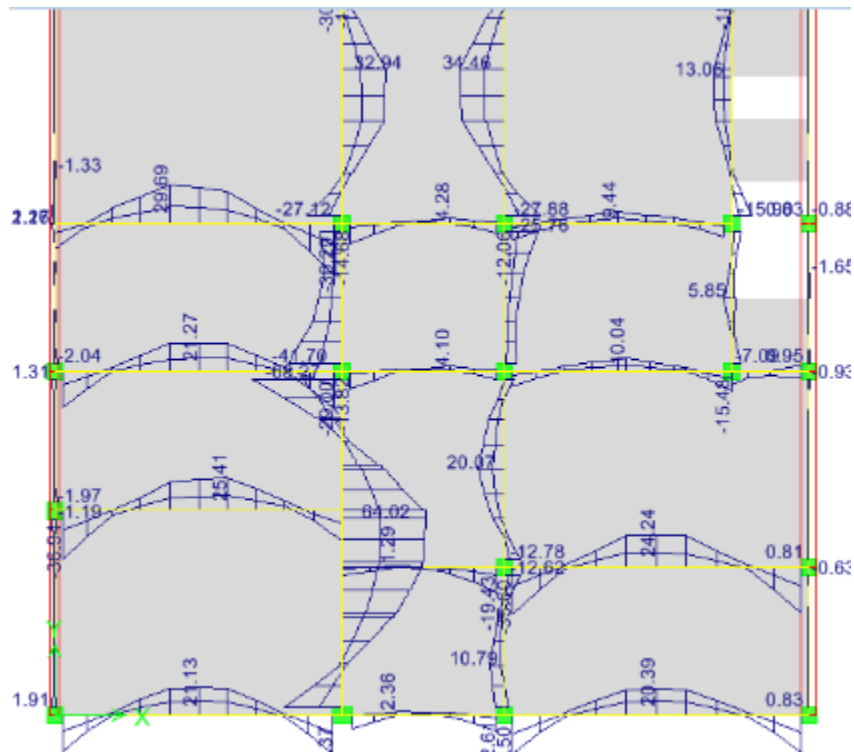
Cuadro 20: Resultado de la evaluación de la viga 25x20

	SIN EBC		CON EBC	
V 25x20	Área de acero mínimo requerida = 0.8 cm ²	Área acero que tiene= 4.0 cm ² (2 de 5/8") SI CUMPLE	Área de acero mínimo = 0.8 cm ²	Área acero que tiene= 4.0 cm ² (2 de 5/8") SI CUMPLE
	Momento Ultimo= 25.41 kn-m	Momento resistente= 10.4 kn-m NO CUMPLE	Momento Ultimo= 29.69 kn-m	Momento resistente= 18.4 kn-m NO CUMPLE
	Fuerza Cortante= 39.68 kn	Fuerza Cortante = 59 kn SI CUMPLE	Fuerza Cortante= 48.17 kn	Fuerza Cortante = 59 kn SI CUMPLE
	DEMANDA	CAPACIDAD	DEMANDA	CAPACIDAD

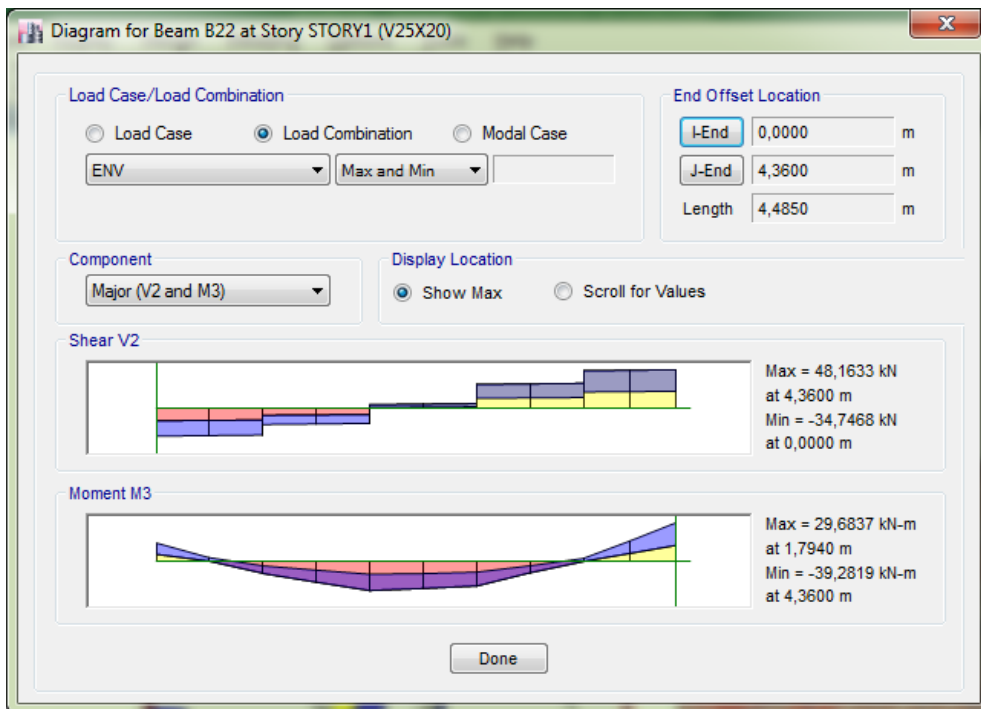
Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

Verificación de Momentos y cortantes

Sin EBC



Con EBC



VERIFICACIÓN COLUMNAS

Verificación de Momentos y cortantes

Se verificará la columna (C 25x25) con acero 4 de 5/8

Sin EBC

Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY1	C24	COMB1	0	-258.80	-4.24	-0.50	-0.01	-0.49	-4.04
STORY1	C24	COMB2 MAX	0	-221.70	-1.87	-0.29	0.05	-0.20	0.07
STORY1	C24	COMB2 MIN	0	-222.24	-5.33	-0.55	-0.07	-0.63	-6.93
STORY1	C24	COMB3 MAX	0	-218.82	-2.76	1.61	0.08	2.65	-2.08
STORY1	C24	COMB3 MIN	0	-225.11	-4.44	-2.44	-0.10	-3.49	-4.78
STORY1	C24	COMB4 MAX	0	-128.97	-0.24	-0.10	0.06	-0.01	1.64
STORY1	C24	COMB4 MIN	0	-129.51	-3.70	-0.36	-0.07	-0.45	-5.37
STORY1	C24	COMB5 MAX	0	-126.10	-1.13	1.80	0.08	2.84	-0.51
STORY1	C24	COMB5 MIN	0	-132.39	-2.81	-2.25	-0.10	-3.30	-3.22

Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY1	C24	COMB1	2.5	-253.64	-4.24	-0.50	-0.01	0.75	6.57
STORY1	C24	COMB2 MAX	2.5	-217.09	-1.87	-0.29	0.05	0.75	6.49
STORY1	C24	COMB2 MIN	2.5	-217.64	-5.33	-0.55	-0.07	0.51	4.67
STORY1	C24	COMB3 MAX	2.5	-214.22	-2.76	1.61	0.08	2.63	6.34
STORY1	C24	COMB3 MIN	2.5	-220.51	-4.44	-2.44	-0.10	-1.36	4.82
STORY1	C24	COMB4 MAX	2.5	-125.66	-0.24	-0.10	0.06	0.46	3.97
STORY1	C24	COMB4 MIN	2.5	-126.20	-3.70	-0.36	-0.07	0.22	2.14
STORY1	C24	COMB5 MAX	2.5	-122.78	-1.13	1.80	0.08	2.33	3.81
STORY1	C24	COMB5 MIN	2.5	-129.07	-2.81	-2.25	-0.10	-1.65	2.30

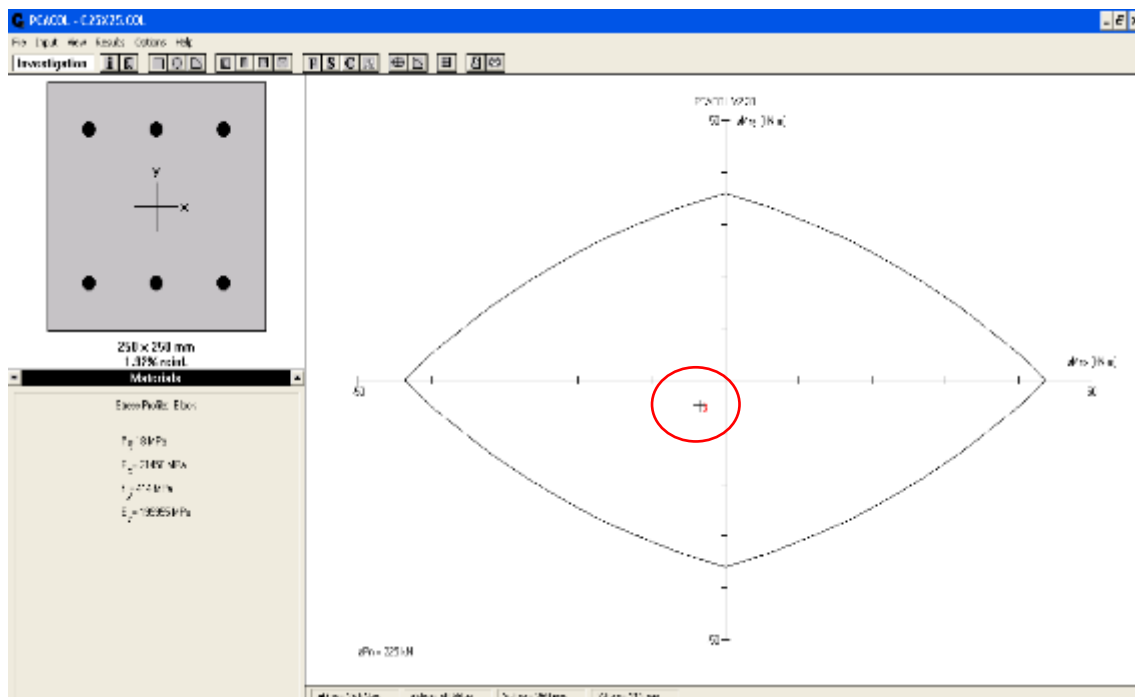


Diagrama de Flexión Biaxial – Máxima Carga Axial.

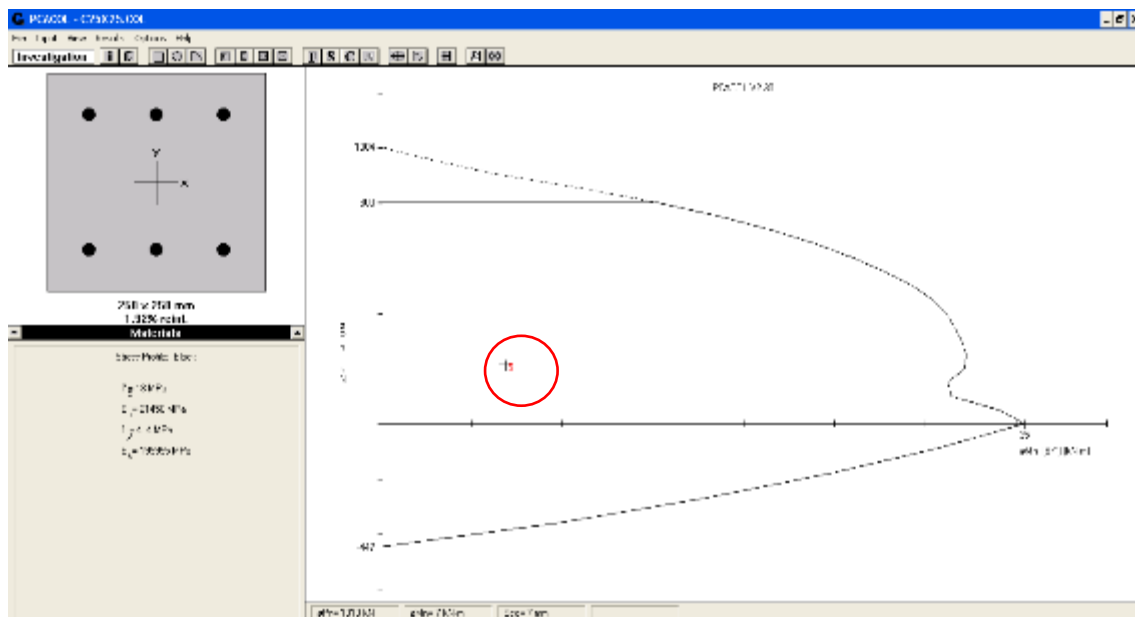


Diagrama de Flexión Biaxial – Mínima Carga Axial.

Se concluye que la capacidad del elemento es suficiente para las demandas impuestas. Se asumió una distribución de acero de 4 aceros de 5/8” según lo observado en la inspección (cuantía: 1.92%).

Con EBC

Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY1	C8	COMB1	0	-291.67	6.35	5.22	0.01	5.13	6.40
STORY1	C8	COMB2 MAX	0	-245.93	7.60	4.79	0.07	4.91	9.62
STORY1	C8	COMB2 MIN	0	-253.55	3.13	4.06	-0.05	3.78	1.19
STORY1	C8	COMB3 MAX	0	-248.01	6.07	6.62	0.09	7.73	6.47
STORY1	C8	COMB3 MIN	0	-251.47	4.65	2.23	-0.07	0.96	4.34
STORY1	C8	COMB4 MAX	0	-140.10	5.07	2.76	0.07	2.91	7.08
STORY1	C8	COMB4 MIN	0	-147.72	0.61	2.02	-0.05	1.77	-1.35
STORY1	C8	COMB5 MAX	0	-142.18	3.55	4.58	0.09	5.72	3.93
STORY1	C8	COMB5 MIN	0	-145.64	2.13	0.20	-0.07	-1.05	1.80
STORY1	C8	COMB6	0	-249.45	5.47	4.44	0.01	4.37	5.64
STORY1	C8	COMB7	0	-249.52	5.45	4.41	0.01	4.33	5.60
STORY1	C8	COMB8	0	-249.66	5.41	4.39	0.01	4.29	5.52
STORY1	C8	COMB9	0	-249.95	5.31	4.37	0.01	4.27	5.29
STORY1	C8	COMB10	0	-250.04	5.26	4.41	0.01	4.32	5.17

Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY1	C8	COMB1	2.6	-286.31	6.35	5.22	0.01	-8.44	-10.11
STORY1	C8	COMB2 MAX	2.6	-241.14	7.60	4.79	0.07	-6.77	-6.92
STORY1	C8	COMB2 MIN	2.6	-248.76	3.13	4.06	-0.05	-7.55	-10.17
STORY1	C8	COMB3 MAX	2.6	-243.22	6.07	6.62	0.09	-4.84	-7.76
STORY1	C8	COMB3 MIN	2.6	-246.68	4.65	2.23	-0.07	-9.47	-9.33
STORY1	C8	COMB4 MAX	2.6	-136.65	5.07	2.76	0.07	-3.49	-2.90
STORY1	C8	COMB4 MIN	2.6	-144.27	0.61	2.02	-0.05	-4.27	-6.15
STORY1	C8	COMB5 MAX	2.6	-138.73	3.55	4.58	0.09	-1.57	-3.74
STORY1	C8	COMB5 MIN	2.6	-142.19	2.13	0.20	-0.07	-6.20	-5.31
STORY1	C8	COMB6	2.6	-244.67	5.47	4.44	0.01	-7.17	-8.58
STORY1	C8	COMB7	2.6	-244.74	5.45	4.41	0.01	-7.15	-8.58
STORY1	C8	COMB8	2.6	-244.87	5.41	4.39	0.01	-7.12	-8.56
STORY1	C8	COMB9	2.6	-245.16	5.31	4.37	0.01	-7.11	-8.52
STORY1	C8	COMB10	2.6	-245.25	5.26	4.41	0.01	-7.14	-8.50

Demandas en columna (KN.m)

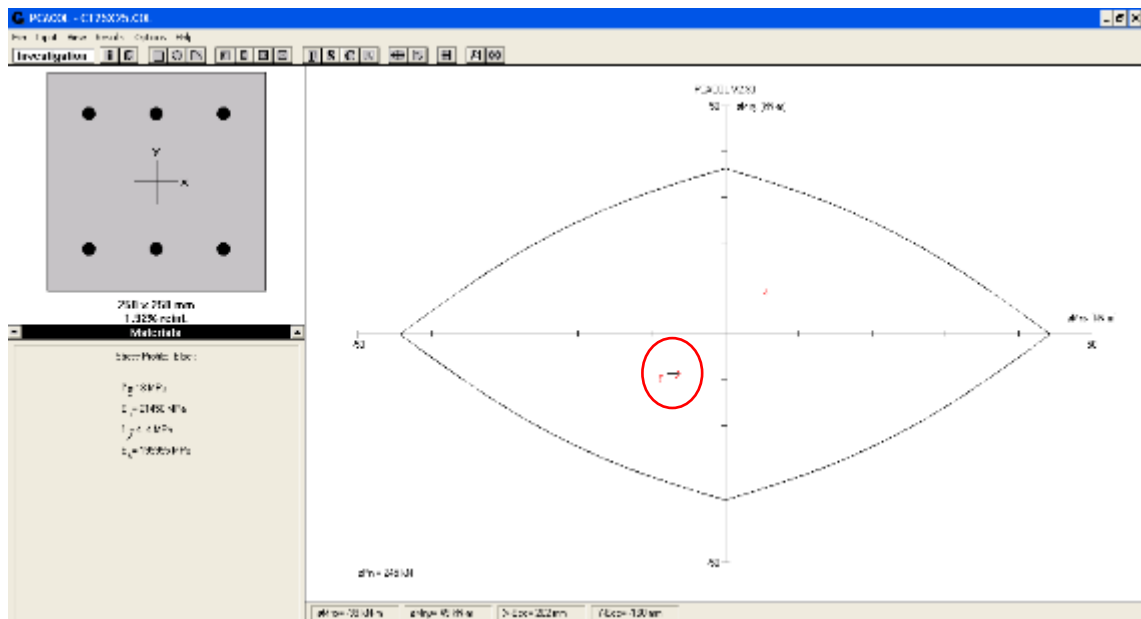


Diagrama de Flexión Biaxial – Máxima Carga Axial.

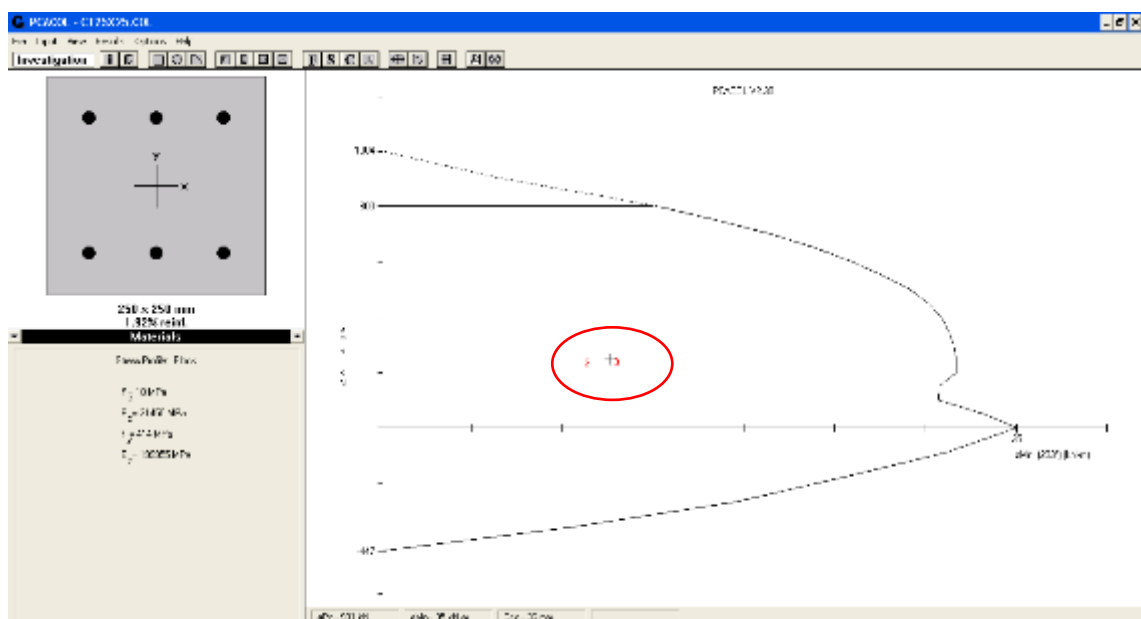


Diagrama de Flexión Biaxial – Mínima Carga Axial.

Se concluye que la capacidad del elemento es insuficiente para las demandas impuestas. Se asumió una distribución de acero de 4 aceros de 5/8" según lo observado en la inspección (cuantía: 1.92%).

VERIFICACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

VERIFICACIÓN DE MUROS EN LA DIRECCIÓN X

Sin EBC Espesor 13 cm

A. - Verificación de la Resistencia de Tabique de Albañilería.

Son las cargas debido al peso propio de los elementos modelados, tales como vigas y elementos de confinamiento, es calculada de acuerdo a la geometría de estos, utilizados en el predimensionamiento.

Propiedades de los Elementos de Albañilería

Peso específico de la Albañilería:	unidades de albañilería	$\gamma_m := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$	
Resistencia a la compresión axial de la Albañilería		$f_m := 35 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Modulo de Elasticidad		$E := 500 \cdot f_m$	$E = 17500 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Modulo de Corte		$G_0 := 0.4 \cdot E$	$G_0 = 7000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Dimensiones del tabique de

Albañilería:	$t := 13\text{cm}$	Espesor del tabique.
	$h := 260\text{cm}$	Altura del tabique.
	$L_0 := 449\text{cm}$	Longitud del tabique.

Dimensiones del Puntal de

Albañilería:	$D := \sqrt{(L_0^2 + h^2)}$	$D = 519\text{-cm}$	Longitud del Puntal
	$b := \frac{D}{4}$	$b = 130\text{-cm}$	Ancho equivalente del Puntal

Rigidez Axial

$$K_a := \frac{E \cdot b \cdot t}{D} \quad K_a = 55775 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Resistencia Última a Cizalle (f_s)

$$f_s := 4 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia por Aplastamiento (R_c)

$$R_c := 0.12 \cdot f_m \cdot D \cdot t \quad R_c = 278\text{-kN}$$

Resistencia por Tracción Diagonal (R_t)

$$R_t := 0.85 \cdot \sqrt{f_m} \cdot D \cdot t \quad R_t = 333\text{-kN}$$

Resistencia por Cizalle (R_s)

$$R_s := \frac{f_s \cdot t \cdot D}{1 - 0.4 \cdot \frac{h}{L_0}} \quad R_s = 344\text{-kN}$$

Resistencia Última del Puntal de Albañilería (R_u)

$$R_u := \min(R_c, R_t, R_s) \quad R_u = 278\text{-kN}$$

Verificación:

Primer Nivel

401.30 kN. > 278 kN.... NO OK.

Segundo Nivel

523.99 kN. > 278 kN.... NO OK.

Se concluye que el esfuerzo actuante por Carga Axial en el Primer y Segundo Nivel es mayor al resistente.

Con EBC

Espesor 13 cm

A.- Verificación de Resistencia de Tabique de Albañilería.

Son las cargas debido al peso propio de los elementos modelados, tales como vigas y elementos de confinamiento, es calculada de acuerdo a la geometría de estos, utilizados en el predimensionamiento.

Propiedades de los Elementos de Albañilería

Peso específico de la : unidades de albañilería $\gamma_m := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Resistencia a la compresión axial de la Albañilería $f_m := 35 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Modulo de Elasticidad $E := 500 \cdot f_m$ $E = 17500 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Modulo de Corte $G_0 := 0.4 \cdot E$ $G_0 = 7000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Dimensiones del tabique de

Albañilería: $t := 13\text{cm}$ Espesor del tabique.

$h := 260\text{cm}$ Altura del tabique.

$L_0 := 449\text{cm}$ Longitud del tabique.

Dimensiones del Puntal de

Albañilería: $D := \sqrt{(L_0^2 + h^2)}$ $D = 519\text{-cm}$ Longitud del Puntal

$b := \frac{D}{4}$ $b = 130\text{-cm}$ Ancho equivalente del Puntal

Rigidez Axial

$K_A := \frac{E \cdot b \cdot t}{D}$ $K_A = 55775 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Resistencia Última a Cizalle (f_s)

$f_s := 4 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Resistencia por Aplastamiento (R_C)

$R_C := 0.12 \cdot f_m \cdot D \cdot t$ $R_C = 278\text{-kN}$

Resistencia por Tracción Diagonal (R_t)

$R_t := 0.85 \cdot \sqrt{f_m} \cdot D \cdot t$ $R_t = 333\text{-kN}$

Resistencia por Cizalle (R_s)

$R_s := \frac{f_s \cdot t \cdot D}{1 - 0.4 \cdot \frac{h}{L_0}}$ $R_s = 344\text{-kN}$

Resistencia Última del Puntal de Albañilería (R_u)

$R_u := \min(R_C, R_t, R_s)$ $R_u = 278\text{-kN}$

Verificación:

Primer Nivel

407.27 kN. >278 kN.... NO OK.

Segundo Nivel

521.39 kN. > 278 kN.... NO OK.

Se concluye que el esfuerzo actuante por Carga Axial en el Primer y Segundo Nivel es mayor al resistente.

VERIFICACIÓN DE MUROS EN LA DIRECCIÓN Y

Sin EBC

Para el control de fisuración deberá usarse la expresión del ítem 26.3 de la NTE-070, para sismo moderado; pudiendo esta calcularse en función de fuerzas como esta descrita en la norma; de la expresión:

$$V_m = 0.5 v'_m \alpha t L + 0.23 P_g$$

La resistencia al corte de la albañilería para un $f'_m = 35 \text{ Kg/cm}^2$, es:

$$v'_m = 5.92 \text{ Kg/cm}^2.$$

Nivel	Ve (tn.)	Me (tn-m)	α	Pg (tn.)	t (cm)	V _m (tn.)	0.55 V _m	Ve < 0.55 V _m
2	9.49	18.61	1.000	9.29	13	46.05	25.33	Conforme
1	16.27	37.63	1.000	23.64	13	49.35	27.14	Conforme
Muro	Y							
Nivel	Ve (tn.)	Me (tn-m)	α	Pg (tn.)	t (cm)	V _m (tn.)	0.55 V _m	Ve < 0.55 V _m
2	10.52	26.59	1.000	26.46	23	83.78	46.08	Conforme
1	14.20	39.99	1.000	36.25	23	86.03	47.32	Conforme

Control de Fisuración eje Y-Y (Sismo Severo):

Nivel	$\sum V_E$ (tn.)	< $\sum V_m$ (tn.)	
2	117.12	129.83	OK!
1	206.02	135.39	NO OK

Con EBC

Para el control de fisuración deberá usarse la expresión del ítem 26.3 de la NTE-070, para sismo moderado; pudiendo esta calcularse en función de fuerzas como esta descrita en la norma; de la expresión:

$$V_m = 0.5 v'_m \alpha t L + 0.23 P_g$$

La resistencia al corte de la albañilería para un $f'_m=35 \text{ Kg/cm}^2$, es:

$$v'_m = 5.92 \text{ Kg/cm}^2.$$

Nivel	Ve (tn.)	Me (tn-m)	α	Pg (tn.)	t (cm)	V _m (tn.)	0.55 V _m	Ve < 0.55 V _m
2	9.48	18.71	1.000	9.26	13	46.04	25.32	Conforme
1	16.18	37.67	1.000	23.23	13	49.26	27.09	Conforme
Muro	Y							
Nivel	Ve (tn.)	Me (tn-m)	α	Pg (tn.)	t (cm)	V _m (tn.)	0.55 V _m	Ve < 0.55 V _m
2	10.41	26.46	1.000	26.27	23	83.74	46.06	Conforme
1	13.99	39.82	1.000	35.31	23	85.82	47.20	Conforme

Control de Fisuración eje Y-Y (Sismo Severo):

Nivel	$\sum V_E$ (tn.)	< $\sum V_m$ (tn.)	
2	122.84	129.78	OK!
1	212.42	135.08	NO OK

Cuadro 21: RESUMEN DE RESULTADOS

			SIN EBC	CON EBC
Desplazamiento Relativo entre pisos		Eje X-X	CUMPLE	CUMPLE
		Eje Y-Y	CUMPLE	CUMPLE
Verificación de las vigas más esforzadas	V 25x40	Área Acero	CUMPLE	CUMPLE
		Momento	NO CUMPLE	NO CUMPLE
		Cortante	CUMPLE	CUMPLE
	V 25x20	Área Acero	CUMPLE	CUMPLE
		Momento	NO CUMPLE	NO CUMPLE
		Cortante	CUMPLE	CUMPLE
Columna más esforzada		C 25 x 25	CUMPLE	CUMPLE
Verificación de Muros		Eje X-X	1er piso	NO CUMPLE
			2do piso	NO CUMPLE
		Eje Y-Y	1er piso	NO CUMPLE
			2do piso	CUMPLE

Fuente: Desarrollado, por la autora de la presente tesis

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión de resultados del objetivo General

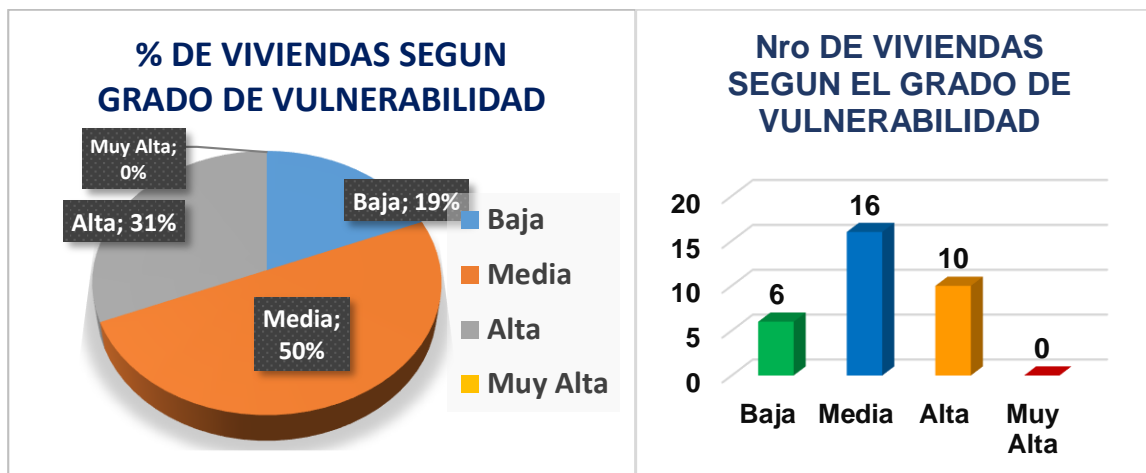
Al analizar la vulnerabilidad sísmica, de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima, el cual se realizó mediante el MIV, se tuvo como resultado que el grado de vulnerabilidad es medio, lo cual implica que algunas edificaciones estarían sufriendo algunos daños graves en sus elementos estructurales frente a un sismo de mediana a gran intensidad.

Las funciones que cumplen las viviendas evaluadas son: albergar a sus habitantes y brindar un soporte estable para las estaciones bases de comunicación (antenas) ubicadas en sus azoteas.

A través de la evaluación del comportamiento estructural de la unidad de análisis se pudo observar que, frente a un sismo de mediana a gran intensidad, los elementos estructurales que estarían fallando, serían los que directamente sostienen a la EBC (antena), con lo cual, la funcionalidad de esta, en algunos casos estarían fallando, en otros simplemente no funcionarían (por el colapso de esta, o el colapso de algún elemento estructural que lo sostiene), es por eso la importancia de saber el estado actual de las edificaciones de este tipo, para así tomar acciones que prevengan consecuencias que puedan afectar no solo a los habitantes de dicha vivienda sino también a aquellos usuarios dependientes de dicha estación base de comunicación, la cual usan para su comunicación.

Discusión de resultados del objetivo 01

Después de realizar la visita de inspección a cada una de las 32 viviendas de la muestra, se realizó la evaluación de cada una de ellas con el “método del índice de vulnerabilidad” obteniendo sus respectivos grados de vulnerabilidad, a continuación, se observa la clasificación de ellas:



- Del 100% de viviendas evaluadas: el **0%** presentan un grado de vulnerabilidad **Muy alto**, el **31%** poseen un grado de vulnerabilidad **Alta**, el **50%** poseen un grado de vulnerabilidad **Media** y solo el **19% Baja**. Cabe mencionar que estos resultados se deben principalmente a la construcción informal, deficiencias en el proceso constructivo, uso de materiales de baja calidad; esto debido al alto índice de autoconstrucción que se realiza en la provincia de Lima, agravada con la ausencia de supervisión por un profesional calificado.
- Según el grado de vulnerabilidad hallado, según [20] el comportamiento de las edificaciones sería, aquellas que presentan:
 - Vulnerabilidad Baja: El estado de la edificación, actualmente soportaría sin problemas un movimiento sísmico, con la posibilidad de sufrir fisuras leves.
 - **Vulnerabilidad Media: El estado de la edificación, actualmente soportaría un movimiento sísmico con la posibilidad de sufrir daños leves hasta graves.**
 - Vulnerabilidad Alta: El estado de la edificación, actualmente podría soportar un movimiento sísmico, pero con daños graves que podrían imposibilitar algunas funcionalidades de la edificación.

- Vulnerabilidad Muy Alta: El estado de la edificación, actualmente No podría soportar un movimiento sísmico, lo más probable sería que ocurriera el colapso de algunos de sus elementos estructurales.
- En la evaluación de los 11 parámetros:
 - En el parámetro 2 “Calidad del sistema resistente” presenta mayor porcentaje las edificaciones que son medianamente vulnerables, esto indica que es común el uso de ladrillos que presentan bajos estándares de calidad, además indica también la falta de cuidado a la hora de asentar los ladrillo ya que poseen juntas de dimensiones variables, de excesivo o mínimo espesor, además en algunos casos el uso de mortero de mala calidad.
 - En el parámetro 3 “Resistencia convencional” presenta mayor porcentaje las edificaciones que son medianamente vulnerables y las muy vulnerables, esto indica que es común la construcción de muros con aparejo de soga en la dirección longitudinal, el uso del ladrillo “pandereta” en los muros portantes, asimismo se observó deficiencias en el confinamiento, lo cual reduce su resistencia.

Por lo expuesto; en la presente investigación se confirma la hipótesis planteada inicialmente “Las edificaciones que poseen grado medio de vulnerabilidad sísmica, soportarían un movimiento sísmico con la posibilidad de sufrir daños leves hasta graves en sus elementos estructurales”.

- Es importante detallar que parte de las edificaciones evaluadas, han sido construidas empleando un sistema estructural de albañilería en la dirección longitudinal y un sistema estructural de pórticos en la dirección transversal.
- Por todo lo indicado en la presente discusión, queda en manos de las autoridades correspondientes el tomar acciones para mitigar los daños que podrían ocasionar los sismos de mediana a gran intensidad en el tipo de edificaciones de estudio; ya que en la actualidad en las evaluaciones e inspecciones que realizan, no inciden mucho en el tema estructural, sino más se enfocan en el tema de defensa civil, el nivel de radiación y el daño visual ambiental.

Discusión de resultados del objetivo 2

Al observar el cuadro 21, el cual es el resumen de los resultados de la evaluación del comportamiento de una unidad de análisis del conjunto de viviendas cuyo grado de vulnerabilidad es alto, se puede apreciar:

- El desplazamiento máximo relativo en ambas direcciones X e Y, cumplen, tanto para la edificación sola o con la carga de la EBC incluida.
- En la verificación de las vigas más esforzadas, se detalla que la capacidad es menor que la demanda, por lo tanto, estaría fallando ante un movimiento sísmico de mediana a gran intensidad.
- En el caso de las columnas, estas poseen suficiente capacidad para responder a las demandas impuestas por la edificación con EBC o sin EBC, por ello podrían soportar las cargas verticales de servicio
- Los muros de albañilería en la dirección X, tanto en 1er piso como en 2do piso no tienen capacidad para responder a las demandas impuestas, por ende terminarían fallando frente a sismo; los de la dirección Y, solo los del 1er piso fallarían.

La evaluación del comportamiento estructural de la unidad de análisis, permite llegar a un estudio más profundo después de analizar el grado de vulnerabilidad y con ello nos permite indicar que el desempeño sísmico de la estructura no estaría cumpliendo con lo establecido por la Norma.

5. CONCLUSIONES

A continuación, presentamos las conclusiones de la presente tesis:

1. Al analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima, se llegó a la conclusión de que la mayoría poseen un grado de vulnerabilidad media y por ende, sus elementos estructurales no presentarían un adecuado comportamiento estructural y algunos de ellos estarían fallando.
2. Las edificaciones, que poseen una EBC sobre ella, en la provincia de Lima al 2019, poseen un grado de vulnerabilidad MEDIO, ya que del 100% de edificaciones evaluadas, el 0.19 posee una vulnerabilidad baja, el 0.50 posee vulnerabilidad Media, el 0.31 vulnerabilidad alta y el 0.0 tienen una vulnerabilidad Muy Alta.
 - Si la mayoría de las evaluaciones realizadas, presenta un grado de vulnerabilidad media, esto indica que el estado de dichas edificaciones actualmente soportaría un movimiento sísmico con la posibilidad de sufrir daños leves hasta graves en sus elementos estructurales.
 - La metodología usada para la evaluación del grado de vulnerabilidad en esta presente tesis, es una metodología que abarca gran número de parámetros los cuales toman en cuenta aspectos de calidad, resistencia de los elementos estructurales, configuración geométrica y elementos no estructurales, por lo cual es una opción adecuada para la aplicación en zonas similares a la zona de estudio.
3. Después de haber realizado la evaluación del comportamiento estructural de los elementos estructurales de la edificación (unidad de análisis), se indicó en los resultados, aquellos elementos que estarían fallando frente a un evento sísmico de mediana a gran intensidad, de esa manera podemos manifestar que la hipótesis secundaria 2, planteada inicialmente, se cumple, y con estos elementos estructurales que estarían fallando, serían suficientes para la no habitabilidad de la edificación; además del mal funcionamiento de las antenas albergadas por la edificación.

6. RECOMENDACIONES

A continuación, presentamos las recomendaciones de la presente tesis:

1. Para las edificaciones evaluadas que tienen un grado de vulnerabilidad medio y alto, deberían realizarse un análisis cuantitativo - experimental, para determinar los elementos estructurales que fallarían frente a un evento sísmico, y proponer un reforzamiento de la edificación.
2. Los resultados obtenidos en esta presente investigación, deberían ser tomados y analizados por las entidades pertinentes y de acuerdo a ello se tomen medidas preventivas y se tome decisiones que ayuden a mitigar las posibles pérdidas en caso de la ocurrencia de un sismo de mediana a gran intensidad, así mismo asegurar el buen funcionamiento de las antenas albergadas por estas edificaciones.
 - Se recomienda a las autoridades de turno, la creación de políticas que incentiven la construcción formal y supervisada. Asimismo, realizar charlas a los sectores de menos recursos económicos, para concientizar a la población de la importancia en realizar una construcción que cumpla con los parámetros que indica las normas peruanas.
3. Se recomienda, una vez que se conozca el resultado de la evaluación del comportamiento estructural de la edificación que se estudió, se proponga su reforzamiento para salvaguardar la vida de los ocupantes y a la vez obtener un óptimo funcionamiento de la EBC, posterior a un sismo, ya que la comunicación es fundamental en ese lapso de tiempo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OSIPTEL, «Estimación del número de Estaciones Base Celular (estación base de comunicación) requeridas al año 2021, realizado por Javier More, Jorge Trelles y Luis Pacheco.,» 21 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/estimacion-numero-estaciones-base-celular>. [Último acceso: 21 Marzo 2019].
- [2] D. Torrealva Dávila, «Evolución de las Normas Sísmicas Peruanas y el Diseño Sismo Resistente,» Lima, Perú, 2012.
- [3] E. Rojas Salcedo, *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita*, Lima: (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo., 2017.
- [4] J. O. Villegas Ramirez, *Análisis de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en el sector Morro Solar Bajo, ciudad de Jaén - Cajamarca.*, Cajamarca, Perú: (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca., 2014.
- [5] J. M. Rojas Yaurivilca, *Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca.*, Chupaca, Peru: (Tesis Pregrado). Universidad Peruana Los Andes., 2017.
- [6] M. A. Astorga Mendizabal y V. R. Aguilar, *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones*, Lima, Perú: (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú., 2006.
- [7] C. S. Martines, *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, región de Murcia*, Murcia, España: (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Madrid., 2014.
- [8] N. A. Silva Bustos, *Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región Metropolitana.*, Chile: (Tesis de Postgrado). Universidad Chile., 2011.
- [9] V. Sacalxot y C. Sacalxot, *Cimentaciones para Torres Autosoportadas*, Guatemala: (Tesis de Pregrado). Universidad De San Carlos De Guatemala., 2005.
- [10] J. L. Alonso, *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*, Venezuela: Diseño Guayaba Digital, 2014.
- [11] J. Medina y R. Romero, *Estudios de vulnerabilidad y mitigación I*, Lima, Perú: Tecnología Intermedia, 1992.
- [12] J. Kuroiwa Horiuchi, *Reducción de Desastres – Vivienda en armonía con la naturaleza*, Lima, Peru.: Quebecor World Perú S.A., 2002.
- [13] D. A. CHAVARRIA LANZAS y D. GOMEZ PIZANO, «ESTUDIO PILOTO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE 1 Y 2 PISOS DEL BARRIO CUARTO DE LEGUA EN EL CONO CAÑAVERALEJO,» 2001. [En línea]. Available: <https://webserver2.ineter.gob.ni//sis/vulne/cali/00-porta.htm>. [Último acceso: 03 Julio 2019].
- [14] N. Reyes Loáisiga, A. Sarria Sirias y . J. Maltez Montiel, «METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN,» Managua, Nicaragua, 2013.

- [15] R. Aguiar Falconi, «Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en edificios de Hormigón Armado,» Centro de Investigaciones Científicas Escuela Politécnica del Ejército., Ecuador, 2005.
- [16] C. Eyzaguirre Acosta , Costos y presupuestos para edificación, Lima, Peru: Macro, 2010.
- [17] J. O. Jaramillo Jimenez, Análisis clásico de estructuras., Bogotá, Colombia: Unibiblos, 2004.
- [18] R. Delanoy, Aspectos de Sismología Dominic, República Dominicana.: Pag. 117, 118, 2010.
- [19] E. Rodriguez Moguel, Metodología de la inves, México: Editorial de la Universidad Juárez Autónoma De Tabasco., 2005.
- [20] U. M. Juipa Machado, «Vulnerabilidad sísmica de los puestos de salud de los distritos de Huanuco y Amarilis, 2018,» Universidad de Huanuco (Tesis Pregrado), Huanuco, Peru, 2018.
- [22] E. Hernandez, «La vulnerabilidad y el riesgo sísmico,» 2010. [En línea]. Available: <https://arquitecto.com/2011/06/la-vulnerabilidad-el-riesgo-sismico/>. [Último acceso: 25 Mayo 2019].
- [23] J. Manuel, H. Moya y R. Conesa, Sistema de telefonía. Madrid, Madrid, España.: Thomson Paraninfo., 2005.
- [24] Creative Commons Atribución, «Estación base,» 17 Junio 2019. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_base. [Último acceso: 24 Junio 2019].
- [25] J. Giner y S. Molina, Sismicidad y riesgo sísmico en la C.A.V., España, 2001.
- [26] G. Escobar Castro, «Bogotá Frente a la Gestión Integral del Riesgo Sísmico (Fopae, 2010),» 27 Abril 2010. [En línea]. Available: http://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Bogota_frente_al_riesgo_sismico.pdf/cc9d8dac-4eca-4143-a3bc-3026c36db13c. [Último acceso: 25 Marzo 2019].
- [27] D. Muñoz, «Conceptos básicos en riesgo sísmico.,» Madrid, España..
- [28] J. M. Espindola y Z. Jimenez, Terremotos y ondas sísmicas: una breve introducción, Mexico: Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México., 1990.
- [29] J. M. Garcia y F. Luzon, Homenaje a la profesora María Dolores Romacho Romero., Almería, España: Editorial Universidad de Almería, 2012.
- [30] A. H. Barbat, Calculo sísmico de las estructuras, Barcelona, España.: Editores Técnicos Asociados S.A., 1983.
- [31] E. R. Casavilca Maldonado, K. M. Rivas Rodríguez y K. Tuesta Angulo, «Plan estratégico de empresa proveedora de infraestructura pasiva de telecomunicaciones,» (Tesis de Postgrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Peru, 2016.
- [32] V. M. Quinteros Marquina, «Plan Estratégico Local de Prevención y Tratamiento del Adolescente en Conflicto con la Ley Penal de Lima Cercado, realizado por el MINJUS.,» 03 Junio 2016. [En línea]. Available: https://www.minjus.gob.pe/wp-content/uploads/2016/12/PUEDO_LIMA_CERCADO_2016-2018.pdf. [Último acceso: 3 Mayo 2019].

8. ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de Consistencia: Vulnerabilidad Sísmica en las Edificaciones que poseen una Estación Base de Comunicación, en la provincia de Lima – 2019

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Principal ¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima?</p>	<p>General. Analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima</p>	<p>General La vulnerabilidad sísmica es de grado medio, en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación en la provincia de Lima.</p>	<p>V.I.: Edificaciones que poseen, una estación base de comunicación (Características)</p>	<p>Características Constructivas</p> <p>Características Arquitectónicas</p> <p>Características Estructurales</p>	<p>-Asesoría durante la construcción</p> <p>-Número de pisos -Organización de los ambientes de la edificación</p> <p>-Configuración en planta y elevación -Características de los materiales. -Estado de los elementos estructurales.</p>	<p>Método: Científico con enfoque mixto.</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo - explicativo</p> <p>Diseño: Cuasi-experimental.</p>
<p>Específicos ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones?</p> <p>¿Cómo sería el comportamiento de los elementos estructurales frente a un sismo?</p>	<p>Específicos Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, mediante el método del índice de vulnerabilidad.</p> <p>Realizar una evaluación del comportamiento del comportamiento de los elementos estructurales de las edificaciones que poseen una estación base de comunicación.</p>	<p>Específicos Las edificaciones que poseen grado medio de vulnerabilidad sísmica, soportarán un movimiento sísmico con la posibilidad de sufrir daños leves hasta graves en sus elementos estructurales.</p> <p>En la evaluación del comportamiento de los elementos estructurales de las edificaciones, estos poseen una capacidad menor que la demanda ocasionada por el movimiento sísmico.</p>	<p>V.D.: Vulnerabilidad sísmica</p>	<p>Grado de vulnerabilidad sísmica</p> <p>Comportamiento de los elementos estructurales</p>	<p>-Vulnerabilidad muy alta -Vulnerabilidad alta - Vulnerabilidad media - Vulnerabilidad baja</p> <p>-Falla estructuralmente -No Falla estructuralmente</p>	<p>Población: Compuesta por un total de 4,829 estaciones base de comunicación del tipo rooftop.</p> <p>Muestra: 32 edificaciones con una EBC del tipo rooftop.</p>

Anexo 2.- Información utilizada para sustento

Población de la provincia de Lima.

Figura 19: INEI (2015) Población de la Provincia de Lima



Departamento: ▼
Provincia: ▼
Distrito: ▼
Filtrar: Desde: ▼ Hasta: ▼

[Exportar](#)

	Año	Población
LIMA	2000	6,968,339
	2001	7,103,087
	2002	7,236,194
	2003	7,367,376
	2004	7,496,342
	2005	7,622,792
	2006	7,744,537
	2007	7,861,745
	2008	7,977,709
	2009	8,095,747
	2010	8,219,116
	2011	8,348,403
	2012	8,481,415
	2013	8,617,314
	2014	8,751,741
	2015	8,890,792

Fuente: INEI (2015) Población de la Provincia de Lima. Recuperado de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

Del presente cuadro se obtiene una tasa de crecimiento anual de 1.53% de la siguiente manera:

Se utiliza la presente fórmula de Crecimiento Poblacional Compuesto:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

Donde:

P_t = Población del año 2015

P_0 = Población del año 2000

r = Tasa de crecimiento anual

t = Número de años del rango.

Entonces:

$$8,890.792 = 6,968.339(1 + r)^{16}$$

$$r = 1.53\%$$

Anexo 3.- Ficha para la inspección de las edificaciones

FICHA DE INSPECCIÓN - ENTREVISTA

NRO:

Distrito:

PARÁMETRO 01: TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE.

A - Óptimo: En general se verifica el cumplimiento de la norma E 070, Verificar:

- Si presenta vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas y la conexión es óptima entre estos.
- Conexión muro-columna.
- Presencia de verticalidad de los elementos estructurales resistentes.
- Presencia de muros enmarcados por columnas y vigas por sus 4 lados.
- Continuidad vertical de los muros portantes.
- Espesor de los muros portantes deben ser mayor a lo mínimo requerido por la norma = $H/20$ para $Z=4$ (Provincia de Lima)
- Edificación construida de acuerdo a las recomendaciones de la norma E 030 para su diseño.

B – Bueno: El sistema resistente no cumple con una de las características del punto A.

C - Regular: El sistema resistente no cumple con más de una de las características del punto A.

D - Desfavorable: No posee buena conexión entre los elementos estructurales ortogonales y los muros. No tiene cumplimiento de varios puntos detallados en el ítem A.

PARÁMETRO 02: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.

A - Óptimo: El sistema resistente presenta las características siguientes

- Ladrillo de buena calidad y resistencia (No tener resquebraaduras, fracturas, hendiduras, grietas, crudos u otros defectos similares.).
- Piezas homogéneas.
- Correcta colocación de unidades de mampostería.
- Espesor del mortero de unión de 10 a 15 mm.
- El mortero debe presentar homogeneidad en la mezcla.
- Presencia de mortero en toda extensión del muro.

B – Bueno: No cumple con una característica del punto A

C - Regular: No cumple con más de una característica del punto A

D - Desfavorable: Ladrillos de baja calidad con inclusión de guijarros y piezas privadas del mortero de unión

PARÁMETRO 03: RESISTENCIA CONVENCIONAL.

A - Óptimo: Inmuebles con $\alpha \geq 1$

B – Bueno: Inmuebles con $0.6 \leq \alpha \leq 1$

C - Regular: Inmuebles con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$

D - Desfavorable: Inmuebles con $\alpha \leq 0.4$

Ax=

Ay=

α =

Nro Pisos:

Altura promedio:

Área techada:

1ro: 2do:

3ro: 4to:

PARÁMETRO 04: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN.

A - Óptimo: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1, ubicado sobre un terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%, todo el terreno está a una misma cota. No existe un terraplén cercano.

B – Bueno: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1 o S2, terreno con pendiente inferior o igual al 20%. No existe un terraplén cercano.

C - Regular: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S1 o S2, terreno con pendiente entre 20% y 30%. Presencia de un terraplén el cual ejerce un empuje no equilibrado.

D - Desfavorable: Edificación cuya cimentación, este ubicado en un perfil de suelo S3 o S4.

PARÁMETRO 05: DIAFRAGMA HORIZONTAL.

A - Óptimo: Edificaciones que cumplan con las siguientes condiciones:

- Ausencia de discontinuidades abruptas o variaciones de rigidez.
- La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- No existen áreas abiertas mayores al 50% del área bruta del diafragma.

B – Bueno: Edificaciones con las características de la opción A pero que no cumpla la 1ra opción.

C - Regular: Edificaciones con las características de la opción A pero que no cumpla la 1ra y 2da opción.

D - Desfavorable: Edificaciones que no cumplan las características detalladas en la opción A.

PARÁMETRO 06: CONFIGURACIÓN EN PLANTA.

L= a= b=

$\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$

- A. Óptimo: Edificio con $0.8 \leq \beta_1$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Bueno: Edificio con $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.
- C. Regular: Edificio con $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D. Desfavorable: Edificio con $\beta_1 < 0.4$ ó $0.3 < \beta_2$

PARÁMETRO 07: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN.

D2= D3=

- A - Óptimo: La edificación presenta una configuración de elevación sencilla, presenta una buena regularidad vertical
- B – Bueno: La edificación presenta una configuración de elevación sencilla.
- C - Regular: La edificación no presenta una configuración de elevación sencilla.
- D - Desfavorable: La edificación no presenta una configuración de elevación sencilla y presenta irregularidad geométrica vertical.

PARÁMETRO 08: DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS / COLUMNAS.

L= s= L/s=

- A - Óptimo: $L/s \leq 30$
- B – Bueno: $30 < L/s \leq 45$
- C - Regular: $45 < L/s \leq 65$
- D - Desfavorable: $L/s > 65$

PARÁMETRO 09: TIPO DE CUBIERTA.

- A - Óptimo: Losa de concreto con diseño sismoresistente y apoyado sobre vigas de concreto armado.
- B – Bueno: Losa de concreto sin presencia de viga solera
- C - Regular: Liviana, techada con etemit.
- D - Desfavorable: Cubierta realizada con teja de barro u otros.

PARÁMETRO 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.

- A - Óptimo: Edificaciones sin cornisas, sin parapetos ni balcones o elementos sobresalientes en la fachada que pudieran caer.
- B – Bueno: Edificaciones con balcones en alguno de sus pisos que presentan una buena conexión.
- C - Regular: Edificaciones con parapetos, cornisas o elementos de pequeña dimensión mal conectados a la pared.
- D - Desfavorable: Edificación que presenta elementos externos a su estructura principal de un peso considerable que pueda caer en un sismo, por no presentar una buena conexión con la estructura principal.
Balcones contruidos en etapas posteriores a la construcción de la estructura.
Parapetos mal contruidos.

PARÁMETRO 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN.

- A - Óptimo: Muros en buena condición
- B – Bueno: Muros que presentan fisuras leves.
- C - Regular: Muros con fisuras de 2 a 3 mm
- D - Desfavorable: Muros que presentan grave deterioro en sus características físicas

Anexo 4.- Detalle de la inspección de cada edificación

Edificación 01:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 01



Fuente: Toma realizada por la autora
Azotea de la Edificación 01



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	195
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	23.0
Bmax (Ax,Ay)	69.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.12	3.02	2.49	0.19	0.40	0.47

Falencias estructurales encontradas:

Parapetos sin columnetas



Fuente: Toma realizada por la autora

Muros con fisuras



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 02:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 02



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 02



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	1625
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	83.3
Bmax (Ax,Ay)	55.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.05	0.66	0.45	0.28	0.40	0.71

Falencias estructurales encontradas:

Discontinuidad en vigas



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 03:

Distrito: San Juan de Lurigancho. - Calle los Zafiros N°1713.

Fachada de la Edificación 03



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 03



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	720
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	41.3
Bmax (Ax,Ay)	159.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.06	3.85	1.46	0.10	0.40	0.24

Edificación 04:

Distrito: La Victoria

Fachada de la Edificación 04



Fuente: Toma realizada por la autora
Azotea de la Edificación 04



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	284
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	27.0
Bmax (Ax,Ay)	90.7
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.7
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.10	3.36	2.35	0.16	0.40	0.41

Falencias estructurales encontradas:

Columnas y Vigas con fisuras



Fuente: Toma realizada por la autora

Muros con fisuras



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 05:

Distrito: Pueblo Libre

Fachada de la Edificación 05



Fuente: Toma realizada por la autora
Azotea de la Edificación 05



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	417
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	37.8
Bmax (Ax,Ay)	92.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.09	2.45	1.64	0.16	0.40	0.41

Falencias estructurales encontradas:

Azotea de la edificación con espacios reducidos y sin mantenimiento.



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 06:

Distrito: La Molina

Fachada de la Edificación 06



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 06



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	248
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	21.0
Bmax (Ax,Ay)	49.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.08	2.36	1.49	0.17	0.40	0.42

Falencias estructurales encontradas:

Losa con vacíos realizados posterior a la construcción



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 07:

Distrito: Los Olivos

Fachada de la Edificación 07



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 07



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	195
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	23.0
Bmax (Ax,Ay)	69.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	Ĉ	α
0.12	3.02	2.49	0.19	0.40	0.47

Edificación 08:

Distrito: San Martín de Porres

Fachada de la Edificación 08



Fuente: Toma realizada por la autora
Azotea de la Edificación 08



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	5
At: Área total techada (m ²)	1088
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	70.5
Bmax (Ax,Ay)	74.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.06	1.05	0.70	0.20	0.40	0.50

Falencias estructurales encontradas:

Presencia de humedad en la losa del 1er piso



Fuente: Toma realizada por la autora

Levantamiento de la pintura debido al salitre, en varias columnas



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 09:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 09



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 09



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	248
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	25.0
Bmax (Ax,Ay)	57.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a ₀	γ	q	C	Ĉ	α
0.10	2.30	1.75	0.23	0.40	0.57

Falencias estructurales encontradas:

Parapetos sin columnetas



Fuente: Toma realizada por la autora

Columnas con rajaduras y humedad



Fuente: Toma realizada por la autora

Parapeto con rajaduras



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 10:

Distrito: Miraflores

Fachada de la Edificación 10



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 10



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	5
At: Área total techada (m ²)	1104
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	71.8
Bmax (Ax,Ay)	88.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.07	1.23	0.76	0.18	0.40	0.46

Edificación 11:

Distrito: Puente Piedra

Fachada de la Edificación 11



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 11



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	402
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	20.0
Bmax (Ax,Ay)	39.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.05	1.98	0.78	0.19	0.40	0.48

Falencias estructurales encontradas:

Losa superior con relleno de tecnopor, las inferiores con ladrillo de techo



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 12:

Distrito: Comas

Fachada de la Edificación 12



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 12



Fuente: Toma realizada por la autora

N: Número de pisos	5
At: Área total techada (m ²)	872
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	31.0
Bmax (Ax,Ay)	109.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.04	3.52	0.84	0.09	0.40	0.23

Edificación 13:

Distrito: Ate -Huaycan

Fachada de la Edificación 13



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 13



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	485.5
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	43.0
Bmax (Ax,Ay)	110.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a ₀	γ	q	C	Ĉ	α
0.09	2.56	1.65	0.13	0.40	0.33

Edificación 14:

Distrito: Los Olivos

Fachada de la Edificación 14



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 14



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	5
At: Área total techada (m ²)	575
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	46.0
Bmax (Ax,Ay)	99.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.08	2.15	1.32	0.13	0.40	0.32

Edificación 15:

Distrito: Independencia

Fachada de la Edificación 15



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 15



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	102
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	12.8
Bmax (Ax,Ay)	40.8
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.13	3.19	2.76	0.14	0.40	0.34

Edificación 16:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 16



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 16



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	624
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	14.8
Bmax (Ax,Ay)	92.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.02	6.22	0.90	0.07	0.40	0.16

Falencias estructurales encontradas:

Parapetos sin columnetas



Fuente: Toma realizada por la autora

Presencia de cangrejas en la viga



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 17:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 17



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 17



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	585
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	29.3
Bmax (Ax,Ay)	115.3
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.6
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.05	3.94	1.35	0.09	0.40	0.23

Edificación 18:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 18



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 18



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	591
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	25.0
Bmax (Ax,Ay)	91.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.04	3.66	1.03	0.12	0.40	0.30

Falencias estructurales encontradas:

Losa con presencia de humedad



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 19:

Distrito: Santa Anita

Fachada de la Edificación 19



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 19



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	578
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	40.5
Bmax (Ax,Ay)	87.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.07	2.15	1.16	0.15	0.40	0.37

Falencias estructurales encontradas:

Parapetos sin columnetas



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 20:

Distrito: San Martín de Porres

Fachada de la Edificación 20



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 20



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	585
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	30.3
Bmax (Ax,Ay)	91.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.05	3.00	1.09	0.12	0.40	0.29

Falencias estructurales encontradas:

Figura 20: Incorrecto uso del ladrillo de albañilería



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 21:

Distrito: Rímac

Fachada de la Edificación 21



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 21



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	336
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	27.0
Bmax (Ax,Ay)	37.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a ₀	γ	q	C	Ĉ	α
0.08	1.37	1.00	0.20	0.40	0.50

Edificación 22:

Distrito: Ate

Fachada de la Edificación 22



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 22



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	7
At: Área total techada (m ²)	1517
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	23.5
Bmax (Ax,Ay)	44.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a ₀	γ	q	C	Ĉ	α
0.02	1.87	0.23	0.12	0.40	0.29

Edificación 23:

Distrito: Los Olivos

Fachada de la Edificación 23



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 23



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	206
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	15.0
Bmax (Ax,Ay)	30.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.07	2.00	1.15	0.19	0.40	0.47

Edificación 24:

Distrito: Puente Piedra

Fachada de la Edificación 24



Fuente: Toma realizada por la autora
Azotea de la Edificación 24



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	260
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	15.0
Bmax (Ax,Ay)	30.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.06	2.00	0.91	0.25	0.40	0.62

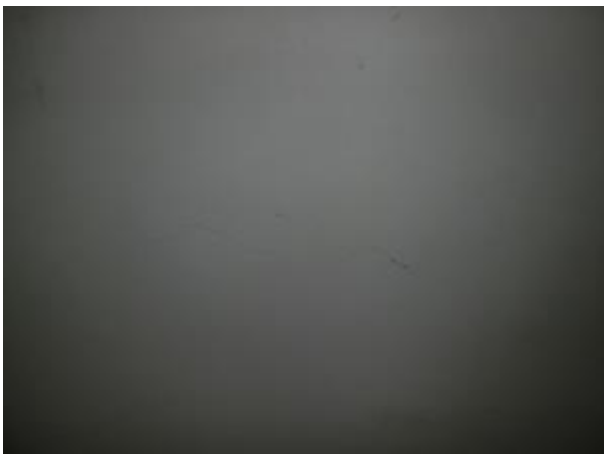
Falencias estructurales encontradas:

Fisura en la pared



Fuente: Toma realizada por la autora

Fisuras en la losa



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 25:

Distrito: La Molina

Fachada de la Edificación 25



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 25



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	1012
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	24.3
Bmax (Ax,Ay)	62.8
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.02	2.58	0.45	0.13	0.40	0.33

Edificación 26:

Distrito: San Juan de Lurigancho

Fachada de la Edificación 26



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 26



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	235
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	18.5
Bmax (Ax,Ay)	76.5
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.08	4.14	2.12	0.11	0.40	0.28

Falencias estructurales encontradas:

Presencia de mortero de mala calidad, roturas en los ladrillos



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 27:

Distrito: Santiago de Surco

Fachada de la Edificación 27



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 27



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	730
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	28.3
Bmax (Ax,Ay)	54.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.04	1.91	0.59	0.19	0.40	0.49

Falencias estructurales encontradas:

Rajaduras en la pared



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 28:

Distrito: Jesús María

Fachada de la Edificación 28



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 28



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	4
At: Área total techada (m ²)	758
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	28.3
Bmax (Ax,Ay)	54.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.04	1.91	0.57	0.16	0.40	0.40

Falencias estructurales encontradas:

Elementos de soporte de antena en mal estado



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 29:

Distrito: Lince

Fachada de la Edificación 29



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 29



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	6
At: Área total techada (m ²)	2238
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	47.0
Bmax (Ax,Ay)	76.3
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.02	1.62	0.29	0.14	0.40	0.35

Edificación 30:

Distrito: Santa Anita

Fachada de la Edificación 30



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 30



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	2
At: Área total techada (m ²)	264
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	30.0
Bmax (Ax,Ay)	30.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.11	1.00	1.19	0.37	0.40	0.94

Falencias estructurales encontradas:

Losa con abultamientos de pintura – producto de humedad



Fuente: Toma realizada por la autora

Edificación 31:

Distrito: Chorrillos

Fachada de la Edificación 31



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 31



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	1
At: Área total techada (m ²)	16.2
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	11.8
Bmax (Ax,Ay)	12.3
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a0	γ	q	C	\hat{C}	α
0.73	1.04	7.81	0.62	0.40	1.54

Edificación 32:

Distrito: Comas

Fachada de la Edificación 32



Fuente: Toma realizada por la autora

Azotea de la Edificación 32



Fuente: Toma realizada por la autora

Parámetro 3: Calculo de Resistencia convencional

N: Número de pisos	3
At: Área total techada (m ²)	318
Ax,y: Área total resistente del muro Amin (Ax, Ay)	21.0
Bmax (Ax,Ay)	30.0
Tk: Resistencia a cortante característica del tipo de albañilería en (Ton/m ²)	5.1
h: Altura promedio de los niveles en (m)	2.5
Pm: Peso específico de la albañilería (Ton/m ³)	1.8
Ps: Peso por unidad de área de la losa (Ton/m ²)	0.3

a ₀	γ	q	C	Ĉ	α
0.07	1.43	0.84	0.23	0.40	0.58

Fuente: Toma realizada por la autora

Anexo 5.- Detalle de la evaluación del comportamiento estructural de la edificación, unidad de análisis.

Anexo 5.1 - PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EDIFICACIÓN A EVALUAR

Vista Frontal de la edificación.



Vista de los equipos instalados en la torre.



Vista de la viga peraltada, se puede apreciar deterioro de la sección.



. Vista del ambiente del depósito de llantas, se observa desprendimiento de pintura en la losa.



Presencia de fisuras en el muro. Se recomienda verificación de calidad del muro.



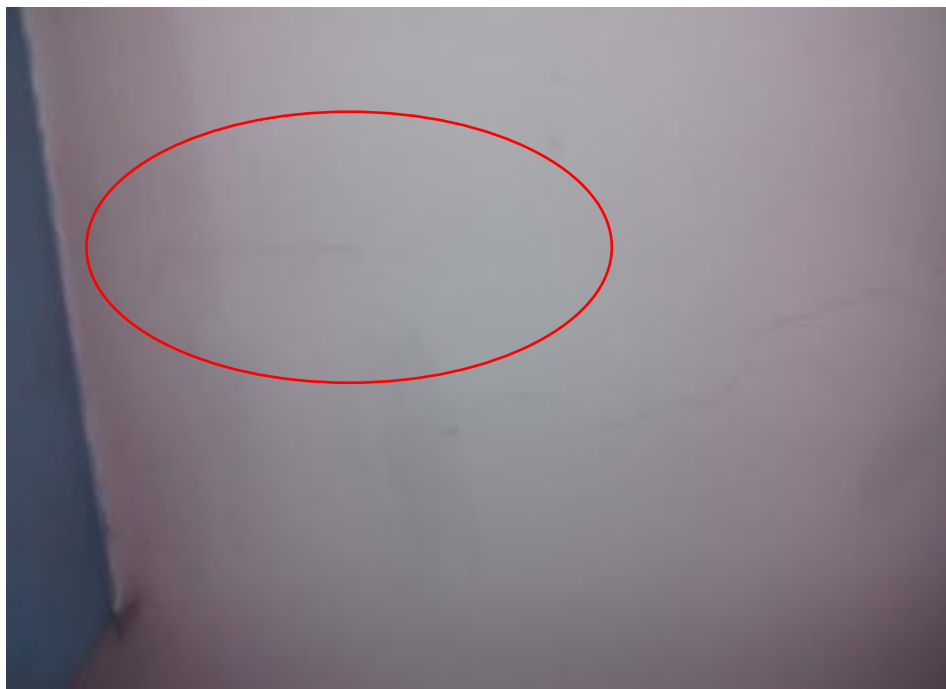
Vista de fisuras en la viga y en la columna.



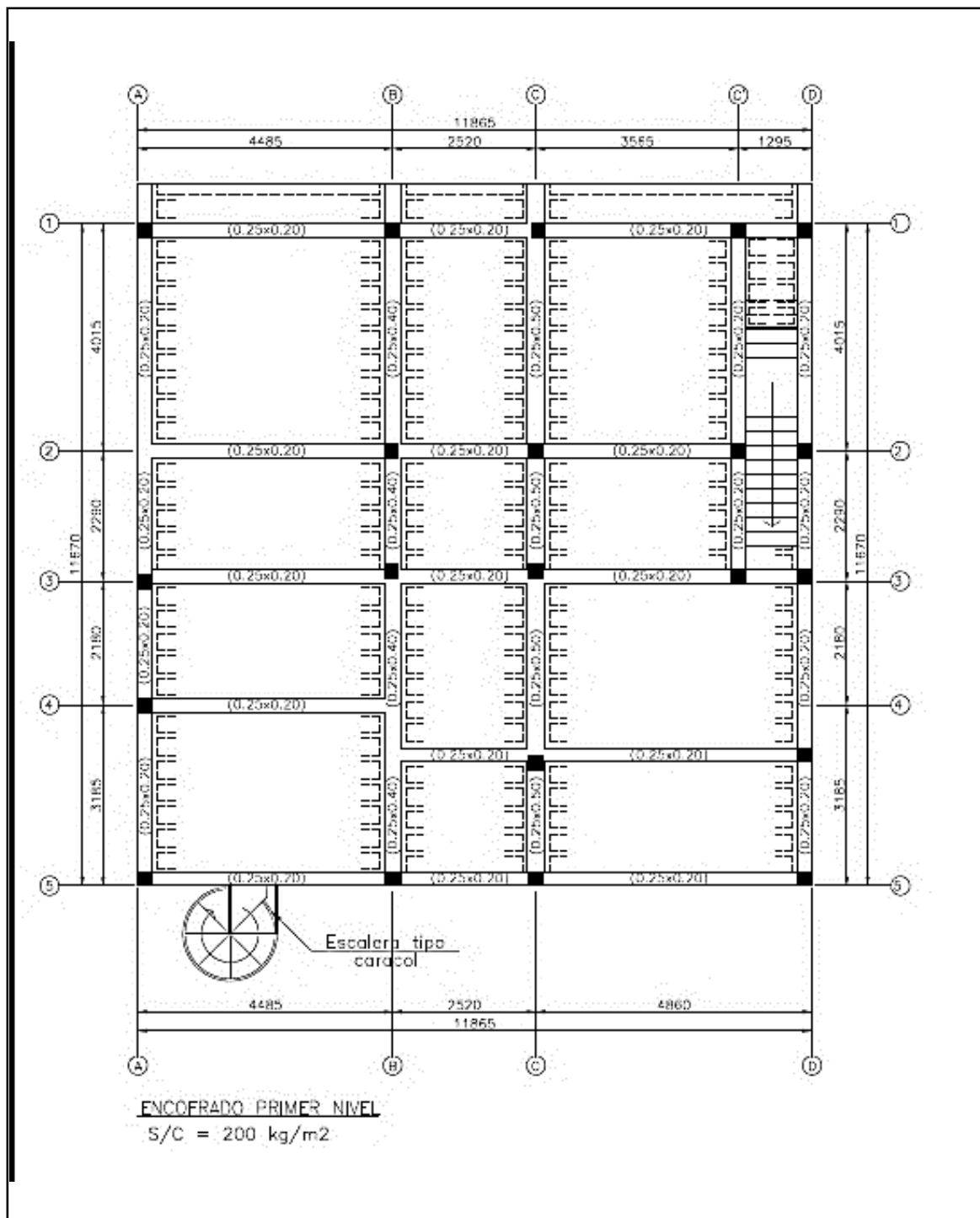
Se aprecia fisuras en el muro



Foto 8. Se aprecia fisuras en la losa.

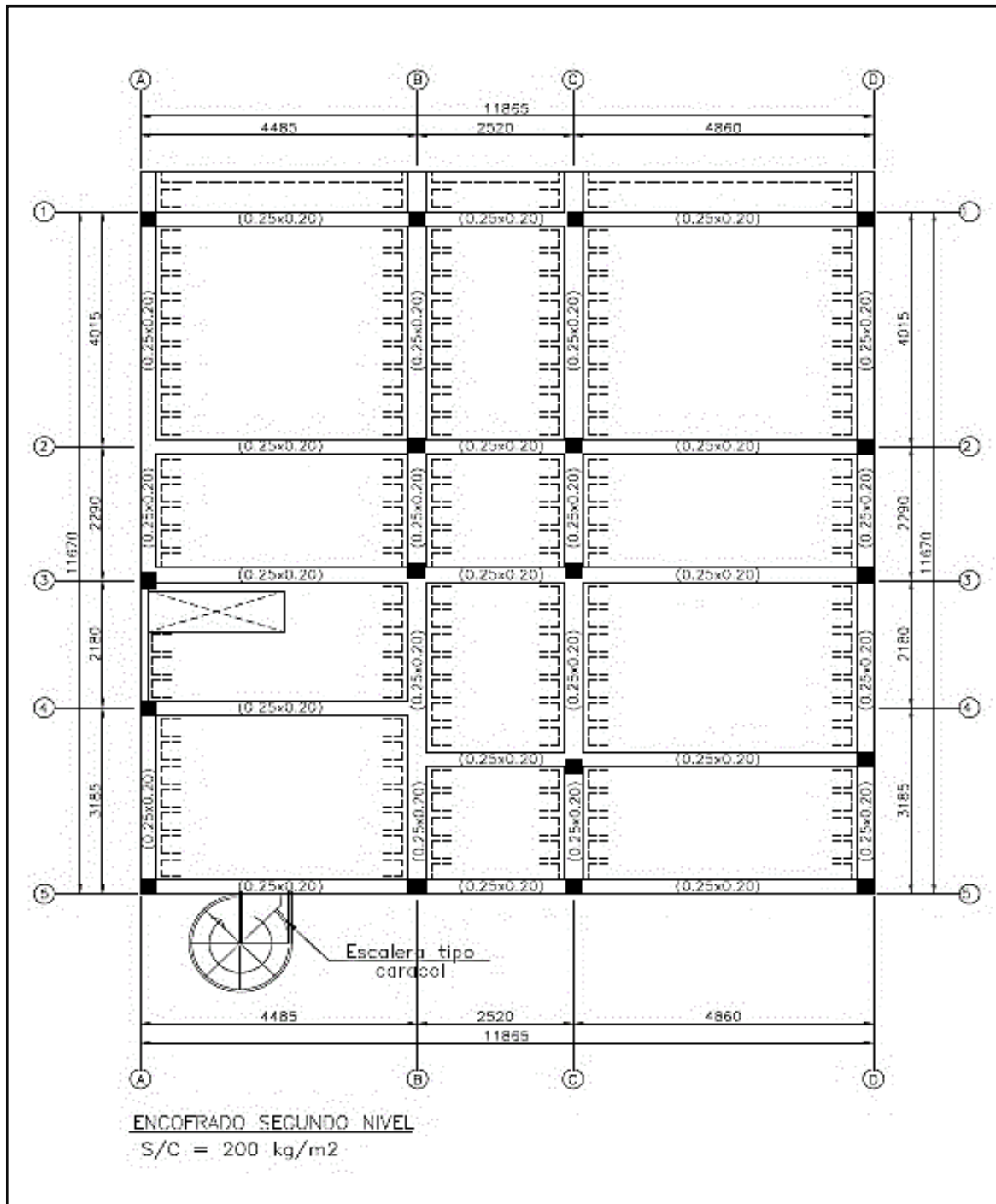


5.2 Planos de estructura de la edificación a Evaluar:



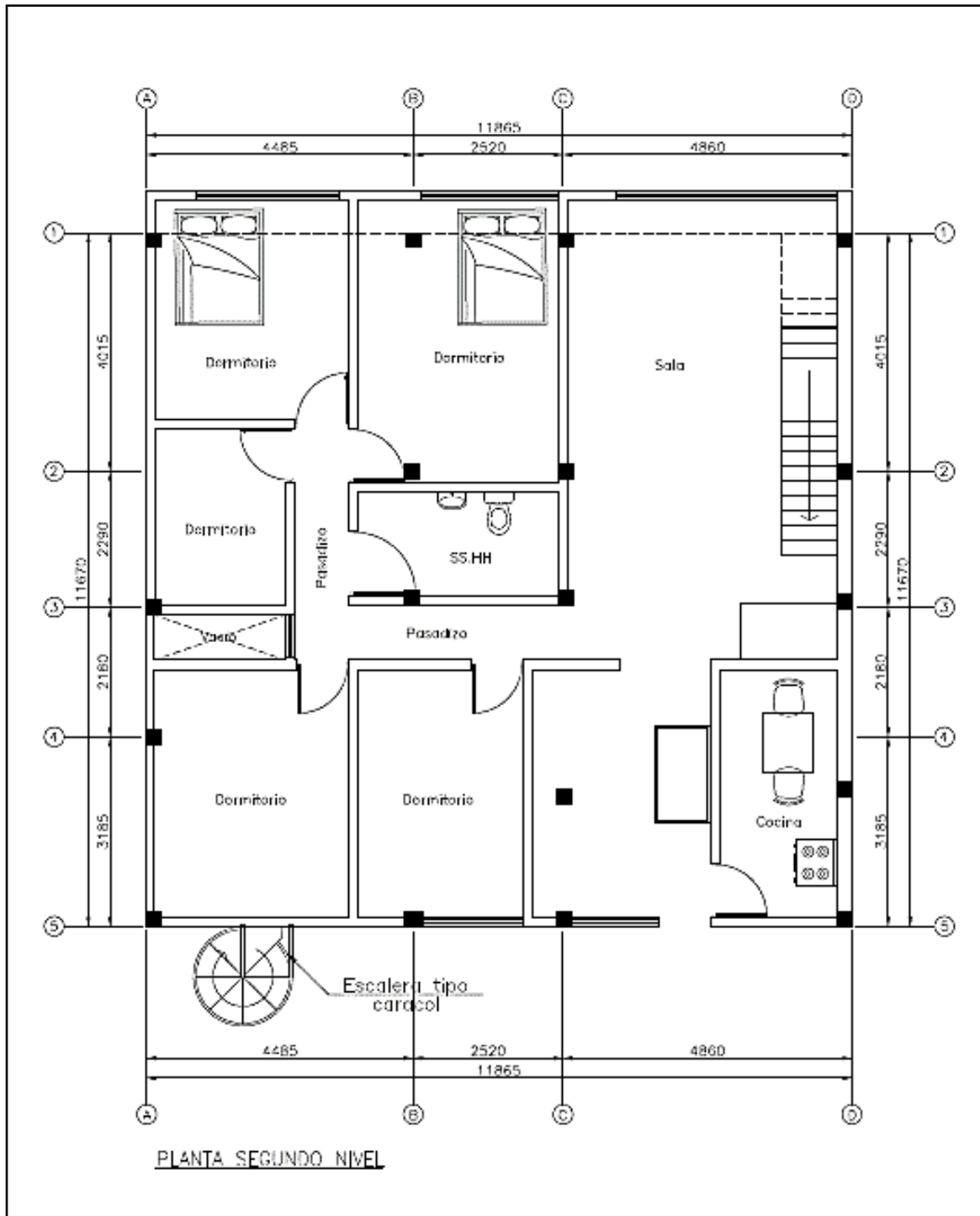
	Título:	EDIFICACIÓN NRO. 04 - La Victoria	Lamina N ^o E - 01
	Plano:	ESTRUCTURAS	
	Proyecto:	TESIS	
	Fecha:	Julio del 2019	
	Dibujo:	B. L. R.	

Planos de estructura de la edificación a Evaluar:



	Título:	EDIFICACIÓN NRO. 04 - La Victoria	Lamina N ^o
	Plano:	ESTRUCTURAS	E - 02
	Proyecto:	TESIS	
	Fecha	Julio del 2019	
	Dibujo:	B. L. R.	

Planos de arquitectura de la edificación a Evaluar:



	Título:	EDIFICACIÓN NRO. 04 – La Victoria	Lamina N ^o
	Plano:	ARQUITECTURA	A - 02
	Proyecto:	TESIS	
	Fecha:	Julio del 2019	
	Dibujo:	B. L. R.	

Anexo 6: Lista de Abreviaturas

OSIPTEL: Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones.

INEI: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Estación base de comunicación: Estación Base de Comunicación.

UNESCO: (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

INFES: Instituto Nacional de Infraestructura Educación y de Salud

WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access

Anexo 7: Número de estaciones Rooftop



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Comunicaciones

Dirección General de
Políticas y Regulación
en Comunicaciones

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

MEMORANDO N° **0995** -2019-MTC/26

A : ROSE MARY RAMÍREZ ESCÁRATE
Directora de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

Asunto : Solicitud de acceso a la información pública

Ref. : Expediente N° T- 267269-2019

Fecha : Lima, **11 SET. 2019**

11 SET. 2019

Me dirijo a usted, en atención al expediente de la referencia, mediante el cual se solicitó la siguiente información:

Expediente	Solicitante	Detalle de información solicitada
N° T-267269-2019	Rocio Balbin Lazo	"DESEO CONSULTAR EL NUMERO DE ESTACIONES ROOFTOP EN LA PROVINCIA DE LIMA. LES ESTARÉ MUY AGRADECIDA QUE PUEDAN BRINDARME ESOS DATOS. "



Al respecto, cumpro con remitir en anexo adjunto al presente memorando, la información disponible referida a la cantidad de estaciones base tipo *rooftop* en la provincia de Lima.

Muy atentamente,




JOSÉ AGUILAR REÁTEGUI
Director General de Políticas y
Regulación en Comunicaciones

JAR/gtt/gym
Se adjunta: Un anexo.

ANEXO

Cantidad de estaciones base en la Provincia de Lima

Tipo de Infraestructura	Cantidad de estaciones base
ROOFTOP	4,829

Fuente:

Reporte de las empresas operadoras para la prestación del servicio móvil, información preliminar al cierre del 1er trimestre 2019 y de la DGPPC-MTC.

Elaboración:

DGPRC - MTC

