



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de
un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y
E030-2019, Trujillo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

PINEDA CASTRO LUIS GHIOMAR

(ORCID: 0000-0002-4327-9537)

PONCE RAMOS OLIVER MANUEL

(ORCID: 0000-0002-9984-6115)

ASESOR:

MG. ING. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS

(ORCID: 0000-0003-3392-9580)

ING.CERNA RONDON LUIS ANIBAL

(ORCID: 0000-0001-7643-7848))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

Trujillo-Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener salud
y poder llegar a este momento.

A mis padres Manuel y Yolanda por
ser el pilar más importante y la motivación
Para poder lograr todas mis metas, por
estar en los momentos más difíciles
demostrarme siempre su amor y apoyo
incondicional.

A mi hermana Karen por siempre
brindarme su apoyo y estar conmigo
en todo momento.

Oliver Ponce R.

A Dios, ya que gracias a él he
conseguido culminar mi carrera.

A mi madre Teresa y abuelos porque desde
un principio permanecieron a mi lado
ofreciéndome su apoyo incondicional y sus
palabras de aliento para convertirme en una
mejor persona y profesional.

A mi padre Luis, aunque no esté presente
físicamente, desde el cielo me cuida y me
guía para que todo salga bien.

A mi hermano que de una u otra manera
colaboró en el logro de mis objetivos

Ghiomar Pineda C.

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a Dios, a mis padres por el apoyo constante, por apoyarme en mis decisiones y en especial en la realización del presente proyecto que sin ellos no hubiera sido posible.

También agradecer a mi hermana que Siempre estuvo alentándome para poder realizar y lograr mis objetivos trazados.

Oliver Ponce R.

Gracias a Dios por mantenerme junto a mi familia y disfrutar de ella, gracias a mi familia por siempre respaldarme en cada decisión tomada, gracias a la vida porque día a día me demuestra lo bella que puede llegar a ser. Gracias amiga Josselyn por el apoyo anímicamente y en algunas pautas para la realización de esta tesis.

No ha sido nada fácil el camino hasta ahora, pero gracias a su ayuda, a su afecto, a su inmensa bondad, la dificultad de lograr este sueño se a notado menos. Doy las gracias, y expreso mi afecto hacia ustedes atribuyendo este logro.

Ghiomar Pineda C.

Índice de contenido	
Dedicatorias	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
Índice de ecuaciones	xiii
I INTRODUCCIÓN	1
1. 1 Realidad problemática	1
1.2 Planteamiento del problema	7
1.3 Justificación	7
a. Justificación general	7
b. Justificación teórica	8
c. Justificación práctica	8
d. Justificación metodológica	9
1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos	9
1.5 Hipótesis General	9
II MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Respuesta estructural	18
2.2.3 Sismo	19
2.2.4 Hipocentro (Foco)	20
2.2.5 Epicentro	20

2.2.6 Las Ondas Sísmicas	20
2.2.7 Peligro sísmico	20
2.2.8 Efectos Sísmicos en los Edificios	20
2.2.9 Predimensionamiento	21
2.2.10 Norma E.030 Diseño Sismorresistente	21
2.2.11 Parámetros Sísmicos	21
2.2.12 Regularidad de las Edificaciones	26
2.2.13 Modelos para el Análisis	27
2.2.14 Método Estático	27
2.2.15 Método Dinámico	28
III METODOLOGÍA	28
3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación	28
3.1.1 Enfoque de investigación	28
3.1.2 Tipo de investigación	28
3.1.3 Diseño de investigación	29
3.2 Operacionalización de variables	30
3.2.1 Variables	30
3.2.2 Matriz de clasificación de variables	31
3.3 Población, muestra y muestreo	31
3.3.1 Población:	31
3.3.2 Muestra:	31
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
3.4.1 Técnica:	32
3.4.2 Instrumento de recolección de datos:	32
3.4.4 Validación y confiabilidad	33

3.5 Procedimientos _____	34
3.5.4 Respuesta estructural _____	35
3.5.5 Análisis Sísmico Estático _____	35
3.5.6 Análisis Sísmico Dinámico _____	37
3.5.7 Análisis Comparativo Sísmico _____	37
3.6 Método de análisis de datos _____	38
3.6.1 Técnicas de análisis de datos _____	38
3.7 Aspectos éticos _____	39
3.8 Desarrollo del proyecto de investigación _____	40
3.8.1 Topografía (catastral) _____	40
3.8.2 Estudio de mecánica de suelos _____	41
3.8.3 Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE _____	41
3.8.4 Análisis sísmico estático _____	41
3.8.5 Análisis sísmico dinámico _____	42
3.8.6 Análisis comparativo sísmico _____	42
IV. RESULTADOS _____	43
4.1 Plano de ubicación y localización _____	43
4.2 Estudio de mecánica de suelos _____	43
4.3 Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE _____	44
4.4 Análisis sísmico estático Norma Sismorresistente 2019 _____	45
4.4.1 Modelamiento de la edificación en ETABS _____	45
4.4.2 Parámetros Sísmicos _____	47
4.4.3 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2019: _____	48
4.4.4 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2019: _____	48
4.4.5 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2019: _____	49

4.5 Análisis sísmico Dinámico 2019 _____	51
4.5.1 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2019: _____	52
4.5.2 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2019: _____	53
4.5.3 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2019: _____	53
4.6 Análisis sísmico estático Norma Sismorresistente 2003 _____	54
4.6.1 Parámetros Sísmicos _____	54
4.6.2 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2003: _____	55
4.6.3 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2003: _____	55
4.6.4 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2003: _____	56
4.7 Análisis sísmico Dinámico 2003 _____	57
4.7.1 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2003: _____	58
4.7.2 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2003: _____	59
4.7.3 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2003: _____	59
4.8 Análisis comparativo sísmico _____	60
V. DISCUSIÓN _____	66
VI. CONCLUSIONES _____	71
VII. RECOMENDACIONES _____	74
VIII. REFERENCIAS _____	75
IX. ANEXOS _____	79
Anexo N°1 – Declaratoria de autenticidad de los autores _____	79
Anexo N°2 – Declaratoria de autenticidad del Asesor _____	80
Anexo N°3 – Matriz de Operacionalización de variables _____	81
Anexo 3.1 Matriz de Operacionalización de variables _____	81
Anexo 3.2 Indicadores de variables _____	83
Anexo N° 4 – Instrumentos de recolección de datos _____	87

Anexo 4.1 Ficha de datos 1 _____	87
Anexo 4.2 Ficha resumen 1 _____	88
Anexo 4.3 Ficha de datos 1 completado _____	89
Anexo 4.4 Ficha resumen 1 completado _____	90
Anexo N° 5 – Validación y confiabilidad _____	91
Anexo N° 5.1 – Matriz para evaluación de expertos _____	91
Anexo N° 6 – Informe de originalidad Turnitin _____	92
Anexo N° 7 – Análisis de similitud Turnitin _____	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Hipótesis _____	10
Tabla 2: Límites para la distorsión del entrepiso _____	18
Tabla 3: Factor de zonificación “Z “ _____	22
Tabla 4: Variaciones de “Z” en normas _____	23
Tabla 5: Categoría y factor de uso de la edificación E030-2003 -2019 _____	24
Tabla 6: Parámetros de Suelo _____	25
Tabla 7: Factor de suelo “S” _____	25
Tabla 8: Periodos “T _p ” y “T _L ” _____	25
Tabla 9: Irregularidades Estructurales en Altura _____	26
Tabla 10: Irregularidades Estructurales en Planta _____	26
Tabla 11: Categoría y regularidad de las edificaciones _____	27
Tabla 12. Diseño transversal _____	30
Tabla 13. Matriz de clasificación de variables _____	31
Tabla 14. Instrumentos y validaciones _____	33
Tabla 15: Sistema unificado de clasificación de suelos _____	41
Tabla 16: Desplazamientos X-X _____	48
Tabla 17: Desplazamientos Y-Y _____	48
Tabla 18: Distorsiones de entre piso X-X _____	48
Tabla 19: Distorsiones de entre piso Y-Y _____	49
Tabla 20: Pesos de cada piso _____	49
Tabla 21: Cálculo de Cortante basal estático _____	50
Tabla 22: Cortante basal estático en ETABS _____	50
Tabla 23: Periodos y Frecuencias _____	52

Tabla 24: Desplazamientos X-X	52
Tabla 25: Desplazamientos Y-Y	52
Tabla 26: Distorsiones de entre piso X-X	53
Tabla 27: Distorsiones de entre piso Y-Y	53
Tabla 28: Cortante basal Dinámico	53
Tabla 29: Desplazamientos X-X	55
Tabla 30: Desplazamientos Y-Y	55
Tabla 31: Distorsiones de entre piso X-X	55
Tabla 32: Distorsiones de entre piso Y-Y	56
Tabla 33: Pesos de cada piso	56
Tabla 34: Calculo de Cortante basal estático	56
Tabla 35: Cortante basal estático en ETABS	57
Tabla 36: Periodos y frecuencias	58
Tabla 37: Desplazamientos X-X	58
Tabla 38: Desplazamientos Y-Y	58
Tabla 39: Distorsiones de entre piso X-X	59
Tabla 40: Distorsiones de entre piso Y-Y	59
Tabla 41: Cortante basal Dinámico	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonificación 2003 _____	22
Figura 2: Zonificación 2019 _____	22
Figura 3: Diseño de Investigación _____	29
Figura 4. Procedimientos _____	34
Figura 6: Software Etabs _____	36
Figura 5: Software Excel _____	36
Figura 7: Espectro de respuesta _____	37
Figura 8: Curva cbr – densidad seca _____	38
Figura 9: Evolución de la población del área metropolitana de lima y callao en relación al resto del Perú _____	39
Figura 10: Catastro Huanchaco Tradicional _____	40
Figura 11: plano de ubicación y localización _____	43
Figura 12: Plano arquitectónico _____	44
Figura 11: plano arquitectónico _____	44
Figura 13: Configuración geométrica _____	45
Figura 14: Vista 3d _____	46
Figura 15: Espectro de respuesta _____	51
Figura 16: Espectro de respuesta _____	57
Figura 17: Factor de zona (z) _____	60
Figura 18: Factor de uso (u) _____	60
Figura 19: Factor de amplificación sísmica (c) _____	61
Figura 20: Factor de suelo (s) _____	61
Figura 21: Coeficiente de reducción sísmica (r) _____	62

Figura 22: Cortante basal x-x E-030-2003 E-030-2019	62
Figura 23: Cortante basal y-y E-030-2003 E-030-2019	63
Figura 24: Desplazamientos x-x E-030-2003 E-030-2019	63
Figura 25: Desplazamientos y-y E-030-2003 E-030-2019	64
Figura 26: Distorsiones de entre piso x-x E-030-2003 E-030-2019	64
Figura 27: Distorsiones de entre piso y-y E-030-2003 E-030-2019	65

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. 1 “c” factor amplificación sísmica _____	22
Ec. 2 “T” factor amplificación de la aceleración estructural respecto a la aceleración en el suelo _____	22

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo en el distrito de huanchaco tradicional. Se Realizó el Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo, 2021. En esta investigación se utilizó un diseño no experimental, transversal, descriptiva, para recolectar datos se usó la técnica de revisión documental, el instrumento usado, la ficha de datos y ficha resumen, para analizar los datos se empleó el método de estadística descriptiva. El problema está en que el ciudadano de Trujillo no considera que la zona sea sísmica, no toman precauciones al momento de construir su vivienda encontrando irregularidades en el diseño y estructuración de sus elementos verticales y horizontales. En las cortantes basales del edificio; en el análisis dinámico en la norma E030-2003 hubo un incremento en la dirección XX de 1.44 % y en dirección YY de 1.45% con respecto a la norma E030-2019.

Se logró determinar el análisis comparativo utilizando la norma E030-2003 se obtuvo un incremento en las fuerzas cortantes basales con respecto a la norma E030-2019 tomando valores en XX $v= 149.89 \text{ Tn}$, YY $v= 129.88 \text{ Tn}$; y XX $v= 147.73 \text{ Tn}$ YY $v= 128.00 \text{ Tn}$ respectivamente.

Palabras clave: respuesta estructural, análisis sísmico, edificio multifamiliar, norma E-030

ABSTRACT

The present investigation was carried out in Trujillo in the traditional huanchaco district. The comparative analysis of the structural response of the seismic analysis of a multifamily building was carried out using the E030-2003 and E030-2019 standards, Trujillo, 2021. In this research a non-experimental, cross-sectional, descriptive design was used, to collect data the documentary review technique was used, the instrument used, the data sheet and summary sheet, to analyze the data the descriptive statistics method was used. The problem is that the citizens of Trujillo do not consider the area to be seismic, they do not take precautions when building their homes, finding irregularities in the design and structuring of their vertical and horizontal elements. In the basal shears of the building; in the dynamic analysis in the E030-2003 standard there was an increase in the XX direction of 1.44% and in the YY direction of 1.45% with respect to the E030-2019 standard.

The comparative analysis using the E030-2003 standard showed an increase in the basal shear forces with respect to the E030-2019 standard, taking values in XX $v= 149.89 \text{ Tn}$, YY $v= 129.88 \text{ Tn}$; and XX $v= 147.73 \text{ Tn}$ YY $v= 128.00 \text{ Tn}$ respectively.

Key words: structural response, seismic analysis, multifamily building. standard E030

I INTRODUCCIÓN

1. 1 Realidad problemática

La ingeniería sísmica es de suma importancia ya que, en el mundo, a lo largo del tiempo se han registrado sismos de diferentes magnitudes; en los últimos diez años, diversos terremotos de gran y poca intensidad, han puesto en manifiesto el gran poder que ejercen en el comportamiento y en la respuesta estructural de los edificios de un determinado país. Estos sismos causan resultados catastróficos como, pérdidas humanas y retrasos económicos. El desarrollo poblacional y las malas construcciones de las edificaciones, potenció más el efecto negativo de los terremotos dando lugar a nuevos estudios, con el fin de mitigar este fenómeno causado por la naturaleza.

Chile es un país de alta sismicidad por encontrarse dentro del cinturón de fuego, el cual produce sismos de alta intensidad, entre ellos el registrado en Valdivia en mayo de 1960 y otros no tan lejanos, como el ocurrido en la zona central del país en 1985 (BBC, 2020). En el 2010 Chile sufrió un sismo de gran magnitud de 8.8 escala de Richter, aunque con menor impacto comparado con el que se produjo en el país de Haití con una magnitud de 7 Mw, el cual protagonizó más daños a sus infraestructuras y pérdidas humanas lamentables debido a la mala respuesta estructural que se generó en los edificios; fue vital la reconstrucción de obras las distintas obras como: puentes , viviendas , carreteras ; así como la restauración de las estructuras esenciales, escuelas y hospitales, lo cual significó un porcentaje significativo de su PBI (Grases, 2014).

Por esta razón, los ingenieros civiles de Chile buscan técnicas nuevas y procesos constructivos más óptimos, para que sus edificios tengan un comportamiento deseable ante algún posible evento sísmico. Por otra parte, los profesionales en construcción, de manera tradicional, han venido estructurando en base a muros resistentes (placas), lo que les ha traído consigo la ventaja de poder superar sismos de gran magnitud. Sin embargo, actualmente, los ingenieros y arquitectos no están muy conformes, es por eso que están analizando y diseñando nuevos sistemas de estructuración, como son los pórticos construidos con concreto

armado o pórticos de acero estructural, y los ya conocidos muros estructurales, colocados en las cajas de escalera o ascensores. “De esta manera, se forman núcleos más rígidos, rodeados por pórticos más dúctiles ya que el uso de estos sistemas de acero en las grandes estructuras de Chile no sobrepasa el 1% de la totalidad de sus edificios, esto deja evidenciar que en Chile no existe mucho conocimiento en el estudio de este tipo de edificios en acero” (Bustos, 2003).

En México, el mal análisis y diseños en las infraestructuras de las edificaciones y la actividad de los fenómenos naturales, sismos representa la causa del mal funcionamiento en la respuesta estructural de un edificio generando fallas y daños considerables en las estructuras. Recientemente se ha progresado mucho en la investigación y el conocimiento de la causa de los sismos y de los mecanismos geológicos comprometidos; la gran mayoría de los temblores, terremotos(sismos) ocurren por el hundimiento de la placa del Coco por debajo de la placa de Norteamérica (Gutierrez, 2017).

En Colombia más del 85% de la población se localiza en zona de convergencia de placas litosféricas, expuestas ante alguna amenaza sísmica a niveles intermedios y altos. En cierto modo, el sismo no constituye un fuerte riesgo si no es acompañada por edificaciones vulnerables; por consiguiente, es recomendable analizar, diseñar y construir edificaciones para que resistan eventos sísmicos grandes sin colapsar o recibir daños mínimos en su infraestructura. “Por esta razón, el gobierno colombiano inspecciona la calidad de las edificaciones por medio de sus normas vigentes en construcciones Sismorresistentes, estas normas se basan en una mezcla de fortaleza, rigidez y eficiencia de disolución de energía en un rango inelástico de la estructura, tomando como cualidad su ductilidad cuya ejecución asegura que las estructuras tengan un comportamiento acorde ante un sismo” (SISTEMAS DE CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICACIONES, 2006)

Actualmente, en el Perú la experiencia ganada a lo largo del tiempo, ha verificado que estructuras supuestamente semejantes se comportaron de forma desigual frente a las distintas cargas producidas por los sismos. Muchas estructuras sufrieron daños cuantiosos, mientras otras permanecieron en pie, esto debido a una conveniente distribución de los elementos estructurales resistentes a fuerzas sísmicas, hoy en día el Perú ha tomado conciencia y le ha dado más énfasis al análisis de respuesta estructural de los edificios volviéndolos más “amigables” con el movimiento del sismo (Canales, 1998).

En Trujillo sufrieron varias oscilaciones sísmicas de alta y poca intensidad, el de mayor consideración fue el del año 1619 que provocó la destrucción de una considerable parte de la localidad de Trujillo, hoy la ciudad de Trujillo presenta una tranquilidad sísmica de alta intensidad de casi 100 años. Las edificaciones en Trujillo, por lo general tienen una respuesta estructural deficiente ante algún posible evento sísmico de gran magnitud (Liñan, y otros, 2015).

Aparentemente uno de los motivos es el mal diseño de sus elementos estructurales y otro gran factor es la construcción en zonas de alto riesgo.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) considera por objetivo en el Perú controlar y normar los métodos y cláusulas mínimas para el Diseño y realización de las Habilitaciones Urbanas y diferentes tipos de Edificios, de esta forma permite una mejor respuesta estructural ante la ocurrencia de un posible evento sísmico asegurando la permanencia de los servicios principales y disminuyendo los perjuicios a la propiedad ; el RNE es rectora solo a nivel del Perú y establece los lineamientos y obligaciones de los que influyen en el procedimiento edificatorio.

(Villegas, 2019) Encontró que, evaluando el edificio de 7 pisos con la norma técnica E.030 2016 se obtuvo irregularidad torsional; por otro parte, la norma técnica E.030 2003 y 2018 difiere en ese aspecto ya que en sus cálculos realizados se halló una la edificación regular. Para cada norma estudiada se consiguió distintos $\frac{ZUCS}{R}$.

(Zuñiga, 2018) determinó que, es favorable la respuesta estructural de una edificación aporticada con irregularidad en planta, cuando está cimentada en suelo del tipo S1 y con descripción del suelo grava, canto rodado, cascajo, arena densa entre otros, ya que no se necesita la consideración del fenómeno de interacción suelo estructura, debiéndose trabajar la base como rígida.

(Cutipa, 2018) determinó que, $\frac{ZUCS}{R} * P$ (Cortante Basal), mediante un análisis estático a un edificio de 10 niveles que en su dirección XX cuenta con un sistema dual de concreto armado, se encontró que, la mayor fuerza cortante estática fue utilizando la norma de Japón y EE.UU , seguida de Perú y Chile, respectivamente. De igual manera, cuenta con un sistema de muros de corte en dirección YY, el cual determina que la norma de Estados Unidos crece. Por otro lado, las que presentaron mayor fuerza cortante dinámica mediante el análisis dinámico fue en las normas de Estados Unidos y Japón, seguida de Perú y Chile.

Los edificios deben dimensionarse de tal manera que sean resistentes con el modo de deformación inelástico esperado. Para estas acciones, cada uno de los elementos estructurales de la estructura debe ser capaz de alcanzar la resistencia y tenacidad adecuada, para poder desarrollarse no solo dentro de los propios elementos estructurales, sino también en las conexiones entre ellas. Por otro lado, las respuestas estructurales en el análisis estático de las diferentes edificaciones se basarán completamente en las irregularidades que puede presentar la estructura y en el ZUCS.

ARKHOS INGENIERIA ANTISISMICA S.A.C con ruc 20605283137, es una empresa peruana innovadora y especializada consultoría, diseño y construcción de edificaciones sismo resistentes, esta cuenta con profesionales experimentados en Ingeniería estructural y Sísmica. Uno de los principales proyectos de esta empresa fue el diseño de estructuras del edificio Lynch ubicado en San Isidro en la capital peruana.

PRISMA INGENIEROS S.A.C con ruc 20603597797, es una empresa peruana que tiene una especialización en el diseño de estructuras, consultoría en ingeniería sísmica y en supervisión de diferentes tipos de obras, ha desarrollado trabajos de diseño en estructuras, que incluyen proyectos de centros comerciales, edificaciones, hoteles etc., dentro de ellos uno de los más importantes el edificio PASEO COLONIAL ubicado en Lima.

El principal problema encontrado en el Perú es el diseño y estructuración de sus elementos verticales y horizontales, esto se relaciona con la asimetría y cambios repentinos de dimensiones, masas, rigideces y flexibilidades las cuales repercuten en la respuesta estructural de un edificio ocasionando daños en su estructura o en el peor de los casos el colapso total de esta.

No existe una manera estructural ideal, pero sí existen ciertas bases que pueden brindar un moderado o excelente desempeño en la respuesta estructural de una edificación. Lamentablemente, en nuestro país las normas técnicas para el diseño Sismorresistente no son empleadas en las diversas construcciones informales, por lo cual influye en una mala respuesta estructural por parte de la edificación.

Las posibles causas de un mal funcionamiento en la respuesta estructural de un edificio son: columna corta, piso blando, reducción brusca en planta, impacto, chicoteo, etc.

“Las irregularidades de las alturas de entrepisos, que influyen en cambios repentinos de rigidez entre pisos contiguos, provocan la disipación y absorción de la energía al momento del sismo se centre en los pisos dúctiles, creando sobre sollicitación en las columnas, losas, vigas, muros y placas de la edificación. Las irregularidades de masa, resistencia, rigidez y en planta, pueden ocasionar retorcimiento, lo cual produce esfuerzos complementarios de difícil evaluación” (CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2012).

Finalmente, sumado a todo esto se tiene un mal proceso constructivo al momento de realizar la construcción de una edificación y la mala ubicación de éstos en lugares no apropiados.

La presente investigación es para obtener una idea del vacío legal que hay entre las normas E030-2003 y E030-2019, y tomar mucha conciencia al momento de analizar y diseñar una edificación, ya que no sabemos con exactitud qué es lo que podría pasar con las edificaciones construidas entre los años 2003 y 2018 debido a las modificaciones expuestas en la RNE, puntualmente en la norma E030 de Sismorresistencia; por tal motivo es de suma importancia analizar las edificaciones diseñadas con la norma E030-2003, ya que éstas se convertirán en un riesgo latente para la sociedad trujillana.

El ciudadano de esta ciudad no considera que Trujillo sea una zona sísmica, por tal motivo no guarda precauciones al momento de construir su vivienda; por otra parte, las autoridades de esta ciudad no se preocupan por brindar una buena educación sísmica y brindarle esa serenidad al momento de presenciar un sismo de gran magnitud.

1.2 Planteamiento del problema

¿Cuál es el análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo ,2021?

1.3 Justificación

Actualmente existen trabajos que evalúan la rigurosidad de normas de diseño Sismorresistente haciendo una comparación entre las normas desactualizadas con la actualizada, hay cierta inquietud entre los resultados alcanzados. Por esta razón, existe la necesidad de utilizar la norma en vigencia y comparar los resultados mediante un análisis sísmico, con la finalidad de analizar las diferencias en la respuesta estructural de la edificación y luego hacer una comparación con los resultados de otras investigaciones.

De acuerdo a como se puede verificar en los antecedentes de este proyecto, a lo largo del tiempo se ha registrado incidentes en los que la actualización de una normativa de diseño Sismorresistente ha conllevado a afectar las condiciones de seguridad de los edificios.

Esto sucedió debido a que frecuentemente en las actualizaciones de las normas se acostumbra a tener parámetros más estrictos que los anteriores y ello conlleva en que la respuesta estructural de alguna edificación evaluada con normas modernas, por lo general incumpla los requerimientos establecidos en ella. Es debido a esto que se considera necesario realizar esta evaluación en el caso de nuestro país.

El presente estudio sigue un procedimiento aplicando el método científico, evaluando situaciones que son posibles de estudiar por la ciencia, y por lo tanto se busca demostrar su validez y confiabilidad y se generará información que posteriormente podría ser utilizada en otros trabajos de investigación.

Esta investigación, además, será aprovechada para realizar futuras evaluaciones sísmicas ya que se mostrará la metodología y serie de pasos a llevar a cabo para

realizar esa tarea, que podría no solo limitarse a infraestructuras del tipo edificios multifamiliares, sino que es potencialmente aplicable a cualquier tipo de edificación importante que se desee.

El presente estudio también podrá servir para esclarecer la situación de seguridad a la que están expuestos los usuarios de los edificios multifamiliares, que son objeto de este estudio y por lo ende tendrá un impacto social sobre la población ya que al conocer si las edificaciones son seguras, se elimina la preocupación constante que sufre la población, y por otro lado, de llegar a concluir que las edificaciones son inseguras, se podrán tomar acciones para garantizar esta seguridad así como por ejemplo un reforzamiento estructural.

Esta investigación nace con la necesidad de brindar información sobre el análisis sísmico en edificios multifamiliares aplicando la norma E030 de diseño sismorresistencia a su vez haciendo una comparación entre ellas para lograr una deseable respuesta estructural frente a las sollicitaciones sísmicas a las que estará expuesta el edificio.

El presente estudio también podrá servir para esclarecer la situación de seguridad a la que están expuestos los usuarios de las edificios multifamiliares que son objeto de este estudio y por lo tanto tendrá un impacto social sobre la población ya que al conocer si las edificaciones son seguras, cuando éstas son sometidas a sollicitaciones externas que están expuestas durante los fenómenos naturales como los sismos, perjudica la fuerza de la inercia que se origina por la vibración de la masa del edificio, de igual manera la configuración y el tipo de dimensión de la edificación afectan a la estructura.

En este proyecto de investigación se elabora un estudio comparativo entre dos normas E.030 de distinto periodo, por lo cual se hará uso de todos los métodos y conocimientos logrados en Metodología de la Investigación, Análisis Estructural, Ingeniería Sísmica, Diseño Sismorresistente y también de la Estadística Inferencial,

básicamente se podrá evidenciar el aprendizaje obtenido durante toda la carrera de Ingeniería Civil y cómo aplicarlos adecuadamente a un trabajo de investigación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar el Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo, 2021.

1.4.2 Objetivos específicos

- O.E 1 Gestionar información topográfica (catastral)
- O.E 2 Gestionar información EMS
- O.E 3 Obtener el diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE.
- O.E 4 Realizar el análisis sísmico estático (fuerzas cortantes, derivas y desplazamientos laterales) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019
- O.E 5 Realizar el análisis sísmico dinámico (fuerzas cortantes, derivas y desplazamientos laterales) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019.
- O.E 6 Realizar el comparativo del análisis sísmico (estático y dinámico) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030 – 2019

1.5 Hipótesis General

El análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 se obtiene una reducción minúscula en las derivas y un incremento de las fuerzas cortantes de diseño respecto a la norma E030-2019, Trujillo ,2021.

Tabla 1: Tabla de Hipótesis

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS		COMPONENTES REFERENCIALES		
<p>El análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 se obtiene una reducción minúscula en las derivas y un incremento de las fuerzas cortantes de diseño respecto a la norma E030-2019, Trujillo ,2021.</p>	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	Respuesta estructural	<p>Norma E030-2003</p> <p>Norma E030-2019</p>	Mediante la	Un Edificio multifamiliar de Trujillo	2021

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

“Análisis comparativo de la respuesta dinámica entre un sistema aporticado y un sistema dual de hormigón armado de un edificio de seis niveles, mediante el programa ETABS aplicando la norma nec-2015”

(Arana , y otros, 2019). Obtuvo la comparación de la respuesta dinámica entre un sistema de pórticos y un sistema dual de hormigón armado de una edificación de 6 pisos, haciendo uso del programa ETABS empleando la Norma técnica NEC-2015, mostrando así la eficiencia y deficiencia en el uso de los dos modelos (p.2). Se efectuó una evaluación tanto a nivel estructural como económica, se definieron variables tales como la deriva, periodo, fuerzas cortantes, momentos y deformaciones que fueron cada una de las propiedades dinámicas del modelo. Se tomó un rango del 1 al 10 dando valoración a cada uno de los resultados dinámicos. De igual manera se tomó valoraciones económicas con el objetivo de cotejar las valoraciones estructurales y de costo, para determinar cuál sería el mejor modelo frente a una excitación dinámica De acuerdo a los valores brindados por el análisis en el programa ETABS se obtuvo que:

En el periodo, se mejoró en un rango que va del 50.6% al 43.6%. Es decir, en comparación con el modelo aporticado el periodo se redujo casi la mitad lo que señala que la estructura aumento su rigidez (p.170).

En la deformación máxima y deriva, se mejoró en un rango que va del 76.7% al 71.2%. Esto señala que los muros estructurales disminuyen de gran manera a las derivas de entre piso (p.170).

La presente investigación nos aporta, un sin número de ventajas y desventajas de los dos tipos de sistemas estructurales en edificaciones la cual podremos determinar cuál sería el modelo que mejor se comporta ante una excitación dinámica, así mismo, cuál de estos tipos de sistemas es el más económico.

“Comparación de la respuesta estructural en edificaciones a porticadas de concreto reforzado aplicando análisis dinámico lineal y no lineal”

(Lopez, 2018). Comparó la respuesta estructural utilizando el análisis dinámico elástico e inelástico para edificaciones a porticadas de concreto reforzado según la norma venezolana para construcciones Sismorresistentes COVENIN 1756 (p.3). Se realizó el modelamiento con el software ETABS v17.01.1, donde se compararon los parámetros de respuesta aplicando los tipos de análisis dinámico según la norma venezolana para construcciones Sismorresistentes COVENIN 1756. A partir de la idea de grado de realismo que supone el método de Análisis Dinámico Inelástico frente al método Dinámico Elástico, se valoraron las diferencias de solicitaciones sísmicas a nivel local en columnas y vigas, por otro lado, a nivel global se estimaron diferencias en los parámetros. Finalmente, se obtuvo rotaciones inelásticas que fluctúa entre 0.41 y 0.76 de la capacidad pico, a lo que se puede deducir que, para los Análisis de Respuesta con los sismos adaptados al nivel de amenaza del sismo de diseño, estos elementos estructurales no presentaron una atenuación en su resistencia (p. 119).

La presente investigación nos aporta, una comparación de dos tipos de análisis para determinar la respuesta estructural de una edificación de sistema a porticado; por otro lado, se evaluaron sus diferencias en parámetros, las cortantes y los periodos estructurales resultantes de ambos métodos usando el programa ETABS v17.0.1.

“Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas E-030 2003, 2016 y 2018”

(Cardenas, 2019). Determinó que, mediante una edificación de oficina en esquina ubicada en lima se puede obtener una diferencia en la conducta estructural utilizando la norma E.030 2003, 2016 y 2018. Así mismo, se desea hallar la desigualdad en ratios de la partida estructural para este caso donde en una norma la estructura es regular y en la otra norma es irregular (p.2). Se calculó el comportamiento del sismo en una edificación en esquina con una irregularidad en planta (Torsional) mediante las normas E.030 del 2003, 2016 y 2018. La oficina en estudio es una edificación con 7 pisos ubicada entre dos avenidas principales en Lima. Los elementos verticales

empleados son muros de corte, columnas y los elementos horizontales son las vigas de concreto armado. El techo está compuesto por una losa aligerada y una losa maciza en los baños. En la cimentación se usó zapatas aisladas y conectadas. conforme a los resultados alcanzados para la estructura de 7 niveles, Según la evaluación del edificio con la norma técnica E.030 2016 presenta una irregularidad en planta (Torsional), en cambio la norma técnica E.030 2003 y 2018 según su análisis es Regular. En conclusión, se logró obtener distintos $ZUCS/R$ para cada norma en estudio (p.97).

Esta investigación nos aporta, estudios realizados que permite evaluar el comportamiento sísmico mediante el uso de las normas de sismorresistencia y a la vez realizar una comparación entre las normas legales antigua y vigente con la finalidad de obtener datos resaltantes que influyan en la respuesta estructural de una edificación.

“Análisis comparativo de la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño Sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón”

(Cutipa, 2018). Determinó el análisis y comparación de la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado empleando las normas de sismorresistencia en los países de Japón, Estados Unidos, Chile y Perú (p.54). Se realizó un estudio y la comparación del análisis sísmico estimando el nivel de requerimiento de la RNE del Perú (E.030, 2016), acerca de las diferentes normas sísmicas como las de Chile (NCh433, 2012), Estados Unidos (IBC/ASCE7, 2016) y Japón (BSLJ, 2000). Se organizaron datos del tipo de suelo en tres distintos grupos y se tomó en cuenta todas las zonas sísmicas de las normas se procedió a hacer un análisis (p.45). mediante un análisis estático a un edificio de 10 niveles que en su dirección XX cuenta con un sistema dual de concreto armado, se encontró que, la mayor fuerza cortante estática fue utilizando la norma de Japón y EE.UU , seguida de Perú y Chile, respectivamente. De igual manera, cuenta con un sistema de muros de corte en dirección YY, el cual determina que la norma de Estados Unidos crece. En el análisis dinámico, las normas de Estados Unidos y Japón presentan la mayor fuerza cortante dinámica en comparación

a las demás normas sísmicas, seguida de Perú y Chile respectivamente lo que llevó a la conclusión que Japón y Estados Unidos en sus normas tienen parámetros más rigurosos que las otras normas sísmicas de Perú y Chile, muestran un espectro de diseño mayor igual que la Fuerza Cortante (p.403).

La presente investigación nos aporta, información fundamental para poder llevar a comparación las normas internacionales de sismorresistencia, de tal manera, evaluar cuál de estas normas plantea parámetros y valores más drásticos en relación a las fuerzas cortantes, desplazamientos y espectros de diseño.

“Estudio comparativo del análisis sísmico de un edificio de 8 pisos según las normas E-030-2006 y E-030-2018 – Iquitos 2019”

(Sajami, y otros, 2019). Determinó los diferentes cambios entre los resultados del análisis estructural realizado a un edificio aplicando las normas E030-2006 y E030-2018 (p.12). Se realizó el Análisis Estático y Dinámico, mediante el software ETABS, según la Norma Sísmica E-030 2018. Luego se llevó a cabo la comparación los análisis sísmicos realizados, con los datos de la tesis estudiada realizada por Blanco P (2014). Las derivas de entre piso no excede del 0.007 lo que demuestra que el edificio cumple con los parámetros de la norma E-030 2018, haciendo que la edificación tenga un comportamiento acorde frente a un posible sismo (p.61)

La presente investigación aporta, a tener una mejor perspectiva de lo que es el diseño estructural en un edificio realizando un estudio de semejanzas de las normas E-030 2006-2018, esta comparación repercute en la resistencia del edificio en análisis, debido a la diferencia que existe en los parámetros sísmicos de cada norma , por el cual, determina la resistencia de la estructura en función de R_0 (coeficiente básico de reducción) en relación a la irregularidad en planta, por ende, conseguir las derivas de entrepiso.

“Análisis sísmico y estructural de dos edificaciones de sistema mixto bajo las normas E-030- 2006 y E-030- 2018- distrito de Trujillo”

(Terrones, 2018). Determinó las diferencias sísmicas y estructurales de dos edificaciones de sistema mixto bajo la Norma E.030- 2006 y la Norma E.030- 2018 (p.82). Se tomó datos iniciales mediante la información obtenida de los planos arquitectónicos y de estructura en el software AutoCAD, el cual permitió realizar el diseño en el programa ETABS Y SAFE. Se determinó la comprobación de los requisitos del diseño de muros de albañilería en ambas edificaciones, que muchos de estos elementos no cumplen con el análisis por figuración solamente en consideración del sismo moderado, por lo que se encuentran en estado fisurado. Esto implica que también existen deficiencias en el análisis por resistencia, tomando en cuenta el sismo severo, problemas que se presentan por la deficiencia del espesor del muro; de forma que existe la necesidad de reforzar horizontalmente con acero de 2Ø8mm@4hileras (p.273).

La presente investigación nos aporta, la importancia de cumplir con todos los parámetros dictados por la normativa peruana para que de esta manera se pueda hallar las deficiencias en el análisis sísmico de un determinado edificio, por ende, obtener resultados concretos en la respuesta estructural de esta.

Cabe destacar que, el uso de las normas actualizadas es fundamental para este tipo de estudios.

“Comparación de la respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas considerando y sin considerar interacción suelo estructura en la urbanización san isidro ii etapa, Trujillo – 2020”

(Reátegi, 2020). Determinó la mejor respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas teniendo en cuenta y la vez no la interacción suelo estructura en la Urbanización San Isidro II Etapa, Trujillo – 2020(p.47). Para la elaboración del estudio se han considerado dos tipos de modelos dinámicos, el modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 y el modelo dinámico de D. D. Barkan – O. A. Savinov (p.11). Se comprueba que, la mejor respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas se da al considerar la interacción suelo estructura, porque facilita conseguir resultados que indican el comportamiento real de la edificación frente a eventos sísmicos. Los desplazamientos aumentan, debido a que la base también se desplaza; de igual manera los periodos de vibración de la estructura se incrementan porque se considera la masa de la cimentación, sin embargo, no se cumple con la premisa de disminución en las fuerzas internas debido a que falta mejorar la rigidez de la estructura. De modo que, al relacionar los resultados alcanzados se indica que el mayor impacto de flexión de la base se da en el sistema de la Norma Rusa y la menor consecuencia en el sistema dinámico Barkan. (p104).

Esta investigación nos aporta, que el estado peruano debería incorporar el análisis del fenómeno de la interacción suelo– estructura en la Norma E030 de Diseño Sismo-Resistente tal y como lo han hecho países de Colombia, Bolivia y Venezuela en donde su Norma de Sismo resistencia adiciona un capítulo destinado a la interacción suelo-estructura; por otro lado, los Ingenieros Geotécnicos deberían preocuparse por desarrollar un conocimiento más profundo sobre la interacción suelo-estructura porque nos facilita con más exactitud la predicción de los cálculos en el diseño de una estructura.

“Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, Trujillo-la libertad”

(Dominguez, y otros, 2019). Determinó la mejor conducta sísmica ante un efecto de irregularidad en altura (piso blando) comparando un sistema aporticado y un sistema dual (p.9). Como primer punto, elaboró un estudio de mecánica de suelos, segundo, con ayuda del software ETABS 2016 efectuó el análisis sísmico de los dos tipos de sistemas ya mencionados; tercero, hizo una relación entre el efecto de piso blando en los dos tipos de sistemas dual y aporticado (p.9). Estudiaron los dos tipos de sistemas con la finalidad de compararlos, del efecto de piso blando, dando como resultados una excentricidad en el primer piso de 1.0017 en el sistema aporticado y 1.036 en el segundo piso, el cual difiere con el requisito establecido $e_{yy} < 1$ en la dirección de análisis YY; estos valores repercuten que la respuesta de este sistema se perjudique a causa de este efecto (piso blando). En cambio, el sistema dual no muestra excentricidad y el resultado de la fuerza cortante basal fue de V_x : 390.24 ton, y V_y : 405.85 ton, se encuentran dentro de las condiciones que exige la norma técnica E.030-2018, en resumen, esto produce que el sistema dual no muestre una irregularidad de rigidez. Con los valores adquiridos llegaron a la concluir que la respuesta estructural ideal es el sistema dual ante este tipo de irregularidad en altura (efecto de piso blando) (p.90).

Esta investigación nos aporta, información de suma importancia; podemos decir que, un sistema dual tiene una respuesta estructural ideal ante la irregularidad en altura (efecto de piso blando) comparado con un sistema aporticado. Cabe destacar que es de suma consideración realizar un estudio de suelos antes de llevar a cabo la construcción de una edificación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Respuesta estructural

2.2.2.1 Desplazamientos Laterales Esperado

Son los desplazamientos inelásticos que es estimada en una edificación estudiada el cual depende de un código determinado. Normalmente en edificaciones muy rígidas, ésta deformación es muy pequeña por el contrario en edificaciones más flexibles o de altura considerable este desplazamiento lateral se va acumulando conforme el nivel aumenta. Según la norma E030-2019 para las edificaciones regulares, los desplazamientos laterales serán calculadas por la multiplicación de $0.75 R$ por los valores hallados del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para los edificios que presentan estructuras irregulares, los desplazamientos laterales será calculados por la multiplicación de $0.85 R$ por los valores hallados del análisis lineal elástico (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

El control de desplazamientos laterales es un indicador adecuado y válido de la respuesta estructural de las edificaciones en relación a su comportamiento durante un evento sísmico ya que de acuerdo a los valores obtenidos de los desplazamientos laterales se puede comparar que tan rígida o dúctil es una estructura frente a cargas laterales (Andrade, 2004).

2.2.2.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles (Tolerancias)

El desplazamiento lateral relativo máximo de entre piso estimado conforme al enunciado número 1.3.14.1, no excederá la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que señala la Tabla N° 9 (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

Tabla 2: Límites para la distorsión del entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_r / h_{gr})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.27

La estrategia general para llevar a cabo un reforzamiento estructural de una edificación se centra en el hecho de que se debe controlar la ductilidad de la estructura. Esta ductilidad indica la capacidad de deformación de una edificación frente a fuerzas laterales y ello se cuantifica mediante la deriva de entrepiso. Por lo tanto, se considera que la deriva de entrepiso es un indicador adecuado para la medición de la respuesta estructural (Muñoz, y otros, 2004).

2.2.2.3 Fuerza cortante mínima

Denominada también cortante basal, es empleada con el objetivo de realizar las verificaciones de las deformaciones. Sin embargo, nuestra normativa sugiere que se puede emplear la fuerza cortante encontrada en el análisis dinámico, para diseñar los elementos estructurales de una edificación, de igual modo, para cada una de las direcciones analizadas, la fuerza de corte en el primer entrepiso de la edificación no superará el 80% de la cortante en la base para edificaciones regulares, ni menor que el 90% para edificaciones que presenten irregularidad (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

Se considera a la fuerza cortante basal como un indicador adecuado para la evaluación de las fuerzas de diseño que intervendrán en la estructura a partir de la ocurrencia de un evento sísmico. Esto se debe a que la respuesta estructural de la edificación es dependiente de la intensidad de la fuerza cortante que actúa sobre cada nivel de la edificación. Por lo tanto, se puede considerar a la fuerza cortante basal como un indicador ideal. (Mendoza, y otros, 2015)

2.2.3 Sismo

Un fenómeno natural (sismo) son vibraciones violentas que se dan en la corteza terrestre causadas por ondas sísmicas que liberan energía acumulada en la litósfera. Las vibraciones no tienen un sentido de orientación y puede presentarse en distintas direcciones.

Los sismos más peligrosos y más relevantes son los de origen tectónicos, que son ocasionados por desplazamientos abruptos de las extensas placas en que esta subdividida dicha corteza (Bazán, y otros, 2002).

2.2.4 Hipocentro (Foco)

Es el punto donde se descarga la energía en un sismo. Se pueden descargar en tres tipos de puntos de la tierra, a nivel superficial (70 Km de profundidad), a nivel intermedio (entre los 70 y 300 Km) y por ultimo cuando es profundo (mayor a 300Km). El sitio donde se muestra la fractura se le denomina "Foco" (Bazán, y otros, 2002)

2.2.5 Epicentro

Es la proyección del foco en la superficie terrestre o también podemos decir que es la ubicación de la superficie terrestre donde la magnitud del terreno es más superior (Meli, 2007)

2.2.6 Las Ondas Sísmicas

La energía que se libera durante un fenómeno natural (sismo) se extiende desde el punto de fractura, a través de distintos tipos de ondas que producen vibración a la corteza terrestre. Se pueden identificar dos tipos de ondas: de cuerpo (ondas Principales y Secundarias) y de superficie (ondas Rayleigh y Love) de las cuales las más peligrosas son las ondas de superficie (Bazán, y otros, 2002).

2.2.7 Peligro sísmico

La gravedad de un sismo en un lugar definido se le llama peligro sísmico y depende únicamente de la perspectiva sismo tectónico de la zona, de la topografía del terreno y de las propiedades del suelo. En la ingeniería, el peligro se refleja a través del valor máximo que podría adquirir en el lugar, un determinado indicador de exigencia, por ejemplo, la intensidad local o la aceleración máxima del suelo (Muñoz, 2008).

2.2.8 Efectos Sísmicos en los Edificios

Los sismos producen una vibración en el suelo el cual estas son transmitidas a los cimientos de las edificaciones por ende estas edificaciones siguen las vibraciones del suelo, por el contrario, la masa del edificio se niega a ser trasladada dinámicamente y a seguir las vibraciones de los cimientos, entonces se producen fuerzas de inercia que vuelven a la edificación insegura.

La flexibilidad estructural de un edificio en consecuencia de las fuerzas de inercia origina que la estructura se comporte distinto ante el movimiento del suelo. Por otra parte, las fuerzas son equitativas a la masa de la edificación y también son función de algunas participaciones dinámicas que determinan su forma de movimiento. (Bazán, y otros, 2002)

2.2.9 Predimensionamiento

El diseño de predimensionamiento es un proceso repetitivo el cual consiste en ir corrigiendo un planteamiento de elementos inicial, hasta obtener la mejor propuesta. Por tanto, se consideran secciones iniciales para los elementos verticales y horizontales de la estructura, y con ellos se efectúa un análisis estructural preliminar. Las propuestas iniciales de estas secciones no son decisivas, poco a poco se van mejorando las secciones mediante un proceso de diseño eficaz, no obstante, a partir de la mejor selección inicial, se puede aminorar el número de iteraciones que se necesitan (Kardestuncer, 1980).

2.2.10 Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Es la norma técnica que legaliza el proceso constructivo de una estructura Sismorresistente en el territorio nacional del Perú. Es elaborada por el Comité Técnico Permanente Normas E.030 Diseño Sismorresistente ésta normativa determina los requisitos mínimos para que los edificios diseñados según sus exigencias tengan una respuesta sísmica consecuente con los principios de diseño de la Norma Técnica. Se emplea en el diseño, evaluación y reforzamiento de las distintas edificaciones y a la restauración de las que resultaran dañadas a consecuencia de un sismo (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

2.2.11 Parámetros Sísmicos

Son valores de amplificación dados por la norma E.030 en sus distintas actualizaciones, aumentan o reducen la cortante en la base en la edificación mientras se presenta un sismo. Dependerán de la topografía del terreno donde fue construida la estructura, el uso y su forma (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

2.2.11.1 Factor de Zona “Z”

Está en función de la gravedad y se entiende como la aceleración máxima horizontal en un suelo resistente con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años (Monroy, y otros, 2004) .

(Ver Tabla 1; Figura 1, Figura 2).

Tabla 3: Factor de zonificación “Z “

NORMA 2003		NORMA 2016 y 2018	
ZONA	Z	ZONA	Z
3	0.40	4	0.45
2	0.30	3	0.35
1	0.15	2	0.25
		1	0.10

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente

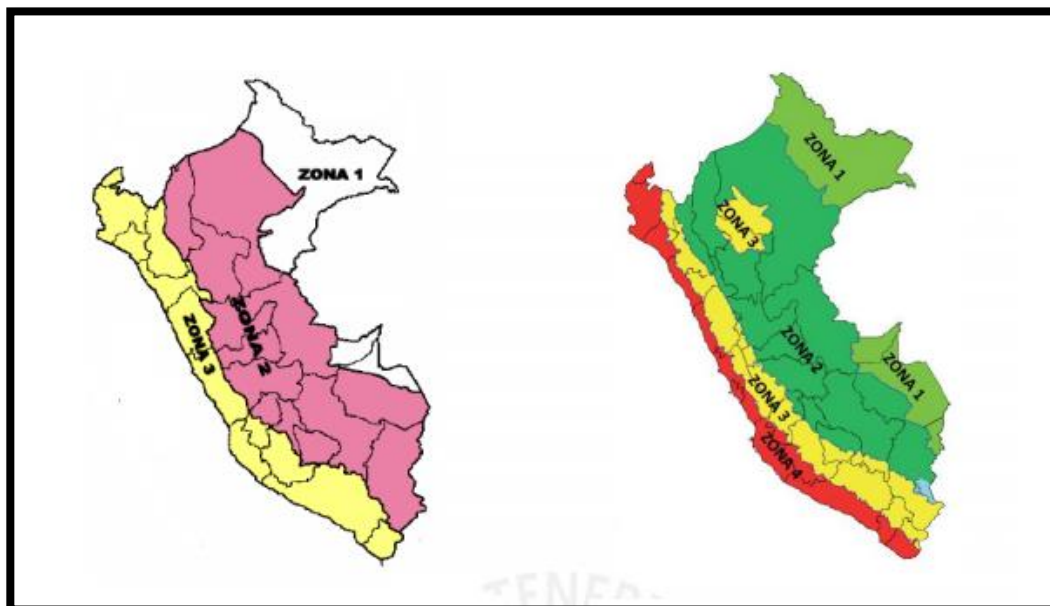


Figura 1: Zonificación 2003
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente

Figura 2: Zonificación 2019
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente

En la norma E030-2019 en la zona 4 pertenece un factor Z de 0.45, superior al factor Z que estimaba la norma del 2003. Cabe destacar que en determinados lugares que antes se estimaban como zona 3 según la (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2003) se estiman como zona 3 y 2 en la norma E030-2019, mientras que algunos lugares de la costa en la actualidad integran la zona 4. En tabla siguiente se visualizan las variaciones en porcentajes de los factores de zona: (Ver Tabla 2)

Tabla 4: Variaciones de “Z” en normas

Situaciones de cambio	NTE.030 2003	NTE.030 2016 y 2018	Variaciones (%)
De zona 1 (2003) a zona 1 (2016 y 2018)	0.15	0.10	-33%
De zona 2 (2003) a zona 1 (2016 y 2018)	0.30	0.10	-67%
De zona 2 (2003) a zona 3 (2016 y 2018)	0.30	0.35	17%
De zona 3 (2003) a zona 2 (2016 y 2018)	0.40	0.25	-38%
De zona 3 (2003) a zona 3 (2016 y 2018)	0.40	0.35	-13%
De zona 3 (2003) a zona 4 (2016 y 2018)	0.40	0.45	13%

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente

2.2.11.2 Factor de Uso “U”

Este factor está vinculado únicamente a la importancia y uso que se le dará al edificio. Éstas categorías están clasificadas de cuatro maneras:

- Edificaciones esenciales (categoría A)
- Edificaciones Importantes (categoría B)
- Edificaciones Comunes (categoría C)
- Edificaciones temporales (categoría D)

Tabla 5: Categoría y factor de uso de la edificación E030-2003 -2019

C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
-------------------------------	--	-----

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030
Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-

2.2.11.3 Factor de Amplificación Sísmica “C”

La característica de sitio da lugar a el factor de amplificación sísmica (C), se presentan las siguientes ecuaciones:

Según (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2003).

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5 \quad \text{--- Ec. 1}$$

Según (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019).

$$T < T_p, C = 2.5 \quad \text{--- Ec. 2}$$

$$T_p < T < T_L, C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad \text{--- Ec. 3}$$

$$T > T_L, C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \quad \text{--- Ec. 4}$$

T se entiende como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo. (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019)

2.2.11.4 Condiciones geotécnicas

(Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2003) tiene 4 tipos de perfiles.

1. Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
2. Tipo S2: Suelos Intermedios
3. Tipo S3: Suelos Flexibles o con estratos de gran espesor
4. Tipo S4: Condiciones Excepcionales

Tabla 6: Parámetros de Suelo

Tipo	Descripción	Tp(S)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2003, RM-N° 079-2003-VIVIENDA, p.14.

(Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019) tiene 5 tipos de perfiles:

1. Tipo S0: Roca Dura
2. Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
3. Tipo S2: Suelos Intermedios
4. Tipo S3: Suelos Blandos
5. Tipo S4: Condiciones Excepcionales

j. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

ver tabla (N.º 5 y N.º 6)

Tabla 7: Factor de suelo "S"

SUELO ZONA	S ₀	S ₀	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.12

Tabla 8: Periodos "T_p" y "T_L"

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.12

2.2.12 Regularidad de las Edificaciones

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), señala que las edificaciones regulares en su estructuración soportan cargas laterales y no manifiestan las irregularidades señaladas en las posteriores tablas en relación con las estructuras irregulares. (Ver tabla 6, 7 y 8) (Norma E030 Diseño Sismorresistente, 2019)

Tabla 9: Irregularidades Estructurales en Altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad Ia
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.17

Tabla 10: Irregularidades Estructurales en

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad Ip
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.18

Tabla 11: Categoría y regularidad de las edificaciones

CATEGORIA DE LA EDIFICACION	ZONA	RESTRICCIONES
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente 2019, RM-N° 043-2019-VIVIENDA, p.19

2.2.13 Modelos para el Análisis

Si al cálculo del patrón estructural se considera las consecuencias del proceso constructivo y se añade los métodos racionales, la aplicación de cualquier técnica de solución es válida para establecer las fuerzas internas de los elementos estructurales y los desplazamientos laterales del edificio (Pág.221). Para la norma E030 se debe tener en cuenta una distribución adecuada de masas y rigideces en el modelamiento estructural. Para el proyecto se ejecutará el análisis sísmico estático y dinámico haciendo uso del software ETABS V16 el cual nos ayuda a determinar sus respuestas ante cualquier sollicitación sísmica haciendo uso del análisis dinámico modal, que se encuentran en la norma E-030-2006 y E-030-2016. (San Bartolomé, 2014)

2.2.14 Método Estático

Las normas técnicas E030 utilizan este procedimiento de análisis por su sencillez al momento de aplicarla en un diseño. Este sistema tiene la caracterización particular de usar el análisis de fuerza estática equivalente señalado en la norma E030 2019, siendo una técnica en el cual la cortante en la base “V” se sustituye por una fuerza lateral equivalente la cual se distribuirán en cada una de las direcciones principales de la estructura por cada piso que presente, la cual variarán según la altura de la edificación. La fuerza sísmica de diseño resultará favorable según su estructuración, importancia y zonificación del edificio (Wakabayashi, 1988).

2.2.15 Método Dinámico

Cuando es necesario un análisis más acertado de la fuerza sísmica y la respuesta estructural de la edificación se utiliza éste método; a través de, métodos de combinación espectral. La norma técnica E-030-2003 nos dice que para las edificaciones comunes se trabajará con el método de combinación espectral y en edificaciones especiales será necesario emplear el análisis tiempo historia, la norma técnica E-030-2019 actualizada señala que el estudio se hará con el análisis dinámico modal espectral y complementariamente si así lo requiera, se utilizará el análisis tiempo historia, el cual no será requerido como análisis de diseño (Retamozo, 2016).

III METODOLOGÍA

3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque de investigación

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo deductivo, porque se basa en una sola variable de estudio cuantitativo, dando como resultado cantidades numéricas de acuerdo a las dimensiones de la variable.

3.1.2 Tipo de investigación

3.1.2.1 Tipo de investigación por el propósito

Según el propósito y sus características, el presente estudio es una investigación aplicada, por ende, el problema se encuentra establecido y es conocido por el investigador, y específicamente se enfoca en llevar a la práctica las teorías, normas e información sobre el análisis sísmico de un edificio.

3.1.2.2 Tipo de investigación por el diseño

El presente proyecto de investigación según su diseño es no experimental, por lo tanto, no se manipulará la variable deliberadamente o se afectará de ninguna forma la variable, es por ello que se tratará de una investigación, donde no se variará intencionalmente la variable independiente. Es Descriptivo, porque se describirá y medirá la variable identificada.

3.1.2.3 Tipo de investigación por el nivel

La presente investigación según el nivel es de tipo descriptiva, porque se detallan las características de un problema existente y la variable de estudio no se manipula, es la encargada de medir, ya sea de manera individual o conjunta toda la información que tenga que ver con los conceptos y las variables que se están describiendo.

3.1.3 Diseño de investigación

No experimental – transversal – descriptiva

El tipo de diseño de la presente investigación es no experimental, porque los datos serán tomados tal como ocurren en la realidad, empleando método analítico con una variable independiente. Además, es transversal, ya que se recolectará datos e información con el fin de describir y analizar su comportamiento en un mismo tiempo

Figura 3. Diseño de investigación

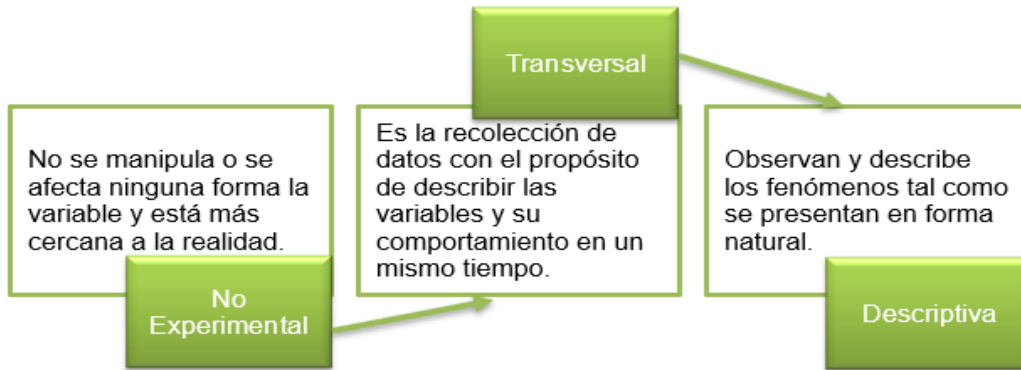


Tabla 12. Diseño transversal

Estudio	T1
M	O

M: Muestra

O: Observación

3.2 Operacionalización de variables

3.2.1 Variables

-Respuesta Estructural: Una estructura sometida a distintas cargas sísmicas se basa en el conocimiento del diseñador en relación con la respuesta de la edificación al movimiento de la tierra, de esto dependerá la seguridad del edificio (Nilson, 2001)

3.2.2 Matriz de clasificación de variables

Tabla 13. Matriz de clasificación de variables

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Respuesta estructural	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

1. El análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003, Trujillo, 2021
2. El análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2019, Trujillo, 2021

3.3.2 Muestra:

El análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 ubicado en el sector Huanchaco Tradicional en Trujillo.

El análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2019 ubicado en el sector Huanchaco Tradicional en Trujillo.

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

3.4.1 Técnica:

En la presente investigación se empleará la revisión documental, esto es necesario por la cantidad de información teórica a utilizar el cual explicará la respuesta y el desempeño sísmico del edificio. Para eso se recolectará información de las normas tales como la norma técnica peruana - E030 del 2003 y 2019 (Diseño Sismorresistente), también de la norma técnica peruana E020 (cargas). Luego, usando la información obtenida se llevará a cabo el análisis estático y dinámico con el fin de verificar la información sobre la respuesta estructural del edificio.

3.4.2 Instrumento de recolección de datos:

En función a la técnica utilizada se tomará la ficha de datos 1 (Ver Anexo N°04) que permitirá medir el análisis sísmico (estático y dinámico).

3.4.3 Instrumentos de análisis de datos

- ETABS
- Excel

Tabla 14. Instrumentos y validaciones

Etapas de la investigación	Instrumentos	Validación
Topografía (catastral)	Ficha de datos 1	Juicio de expertos
Estudio de mecánica de suelos	Ficha resumen 1	Juicio de expertos
Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE.	Ficha de datos 1	Juicio de expertos
Análisis sísmico estático	Ficha de datos 1	Juicio de expertos
Análisis sísmico dinámico	Ficha de datos 1	Juicio de expertos
Análisis comparativo sísmico	Ficha de datos 1	Juicio de expertos

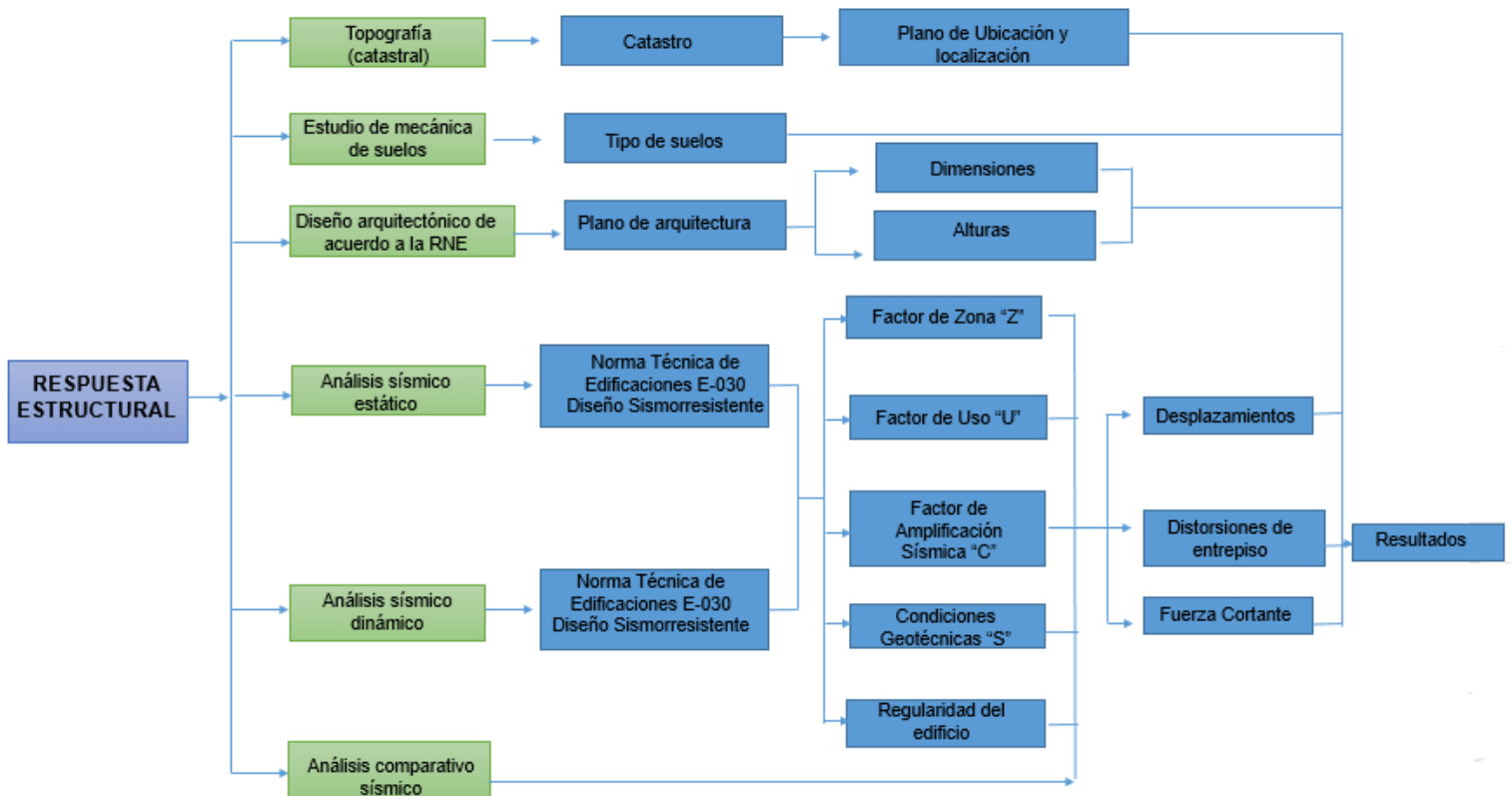
3.4.4 Validación y confiabilidad

En la validación de los instrumentos a utilizar se tomarán en cuenta juicios de expertos en el tema, se contará con el ingeniero Luis Aníbal Cerna Rondón con CIP N°123512, quien brindará su aprobación para que la ficha de datos tenga una validez y sea utilizado en el análisis comparativo sísmico.

Para la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos del presente proyecto de investigación, estos están basados en criterios normativos de la norma E030-2003 y E030-2019(Diseño Sismorresistente) (Anexo 05.1)

3.5 Procedimientos

Figura 4. Procedimientos



3.5.1 Topografía (Catastral)

Se realizará la identificación del lugar mediante la información topográfica(catastral) de la zona de estudio el cual nos brindará la municipalidad distrital de Huanchaco, una vez obtenido el plano catastral donde se observa los nombres de la calles y avenidas, manzanas, se realizará los planos de ubicación y localización mediante el software AutoCAD.

3.5.2 Estudio de mecánica de suelos

Se indagará mediante documentos donde exista las características del suelo en la misma zona de estudio de la edificación en análisis, del cual se recolectará los distintos datos del tipo de suelo que nos servirán para la realización del análisis sísmico.

3.5.3 Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE

Se gestionará los documentos necesarios para adquirir los planos de diseño arquitectónico en la municipalidad distrital de Huanchaco el cual nos servirá para obtener datos como dimensiones, alturas y distribución de la edificación en estudio.

3.5.4 Respuesta estructural

Se realizará un Análisis sísmico estático y dinámico que nos permitirá obtener resultados (desplazamientos, distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes), los cuales podrán ser llevados a un análisis minucioso con el fin de estimar la respuesta estructural que presenta el edificio.

3.5.5 Análisis Sísmico Estático

Una vez seleccionado el edificio de 5 niveles a analizar procederemos a Predimensionar los elementos estructurales (losa, vigas, columnas y placas), posteriormente estimaremos el peso unitario de cada piso del edificio mediante un Metrado de cargas unitarias, luego identificaremos los valores del ZUCS/R.

Z = Factor de zona, se asignará el valor correspondiente a la ubicación del edificio para este proyecto la edificación. (Ver figura 1 y 2)

U = Categorías de las edificaciones y factor de uso, asignaremos el factor de uso dependiendo del tipo de edificación que se tiene, para este proyecto tomaremos como categoría C (edificaciones comunes). (Ver tabla 3)

S = Factor de suelo, El perfil de suelo se asignará según la documentación encontrada para el lugar en estudio.

C = Factor de amplificación sísmica, se hallará mediante las ecuaciones de amplificaciones sísmicas.

R₀ = Coeficiente básico de reducción, este valor dependerá del tipo de sistema estructural y la regularidad del edificio.

Para hallar los desplazamientos primero estimamos la matriz de rigidez lateral de cada pórtico para poder obtener la matriz de rigidez de pórticos sueltos el cual se multiplicará con una matriz de transformación que nos brindará valores de la matriz global del edificio.

Una vez obtenido la matriz global del edificio ésta será multiplicando por las fuerzas sísmicas del edificio el cual no brindará los valores de los desplazamientos en los pórticos para posteriormente obtener las fuerzas cortantes y las derivas de entrepiso. De igual manera se empleará los mismos procedimientos para el uso del software ETABS en el análisis de la edificación.

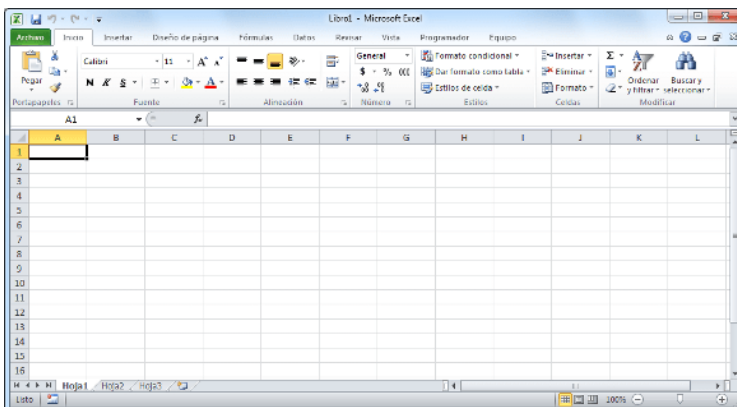


Figura 5: Software Excel

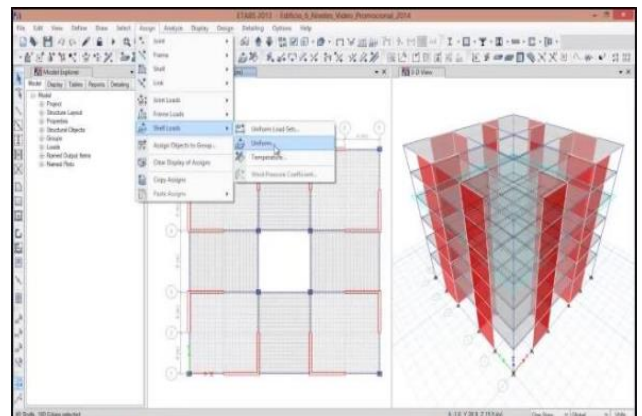


Figura 6: Software Etabs

3.5.6 Análisis Sísmico Dinámico

Para el análisis dinámico se usará la matriz de rigidez global del edificio hallado en el análisis estático, luego estimaremos los valores para la matriz de masa con el teorema de Steiner el cual nos brindará los modos, frecuencias y periodos de vibración del edificio.

Posteriormente se usará el espectro de respuesta para poder hallar los desplazamientos, fuerzas cortantes y distorsiones de entre piso.

Se debe cumplir que la cortante dinámica deberá ser mayor al 80% de la cortante estática hallada anteriormente.

De igual manera usará el Software ETABS para obtener los valores de desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas.

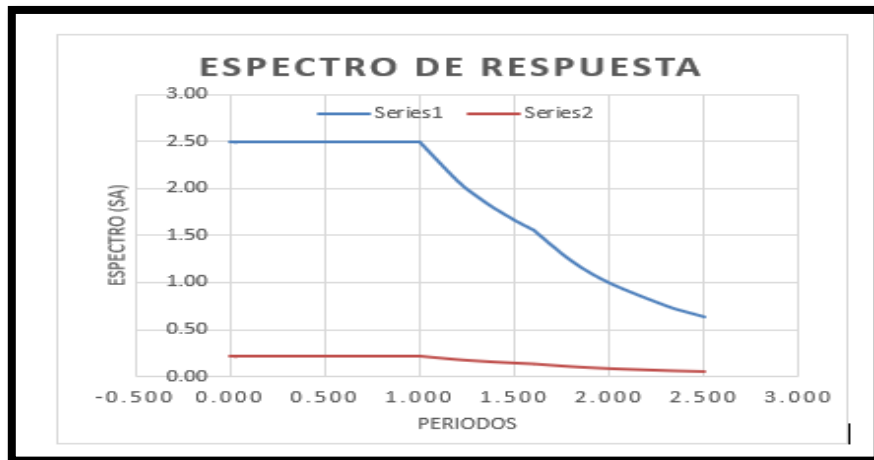


Figura 7: Espectro de respuesta

3.5.7 Análisis Comparativo Sísmico

Para realizar el análisis comparativo sísmico, será necesario obtener los resultados del análisis sísmico estático y dinámico del edificio los cuales serán llevados a una comparación mediante gráficos de barra.

3.6 Método de análisis de datos

3.6.1 Técnicas de análisis de datos

La presente investigación es de diseño no experimental y de tipo transversal con una variable cuantitativa continua, ya que solo se realizará en un solo periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizará el método de estadística descriptiva el cual se aplicará instrumentos tales como; gráficos que utilizaremos para hacer cálculos y cuadros de datos que aplicaremos para el procesamiento de nuestra información, los gráficos que se utilizarán serán los histogramas y ojivas.

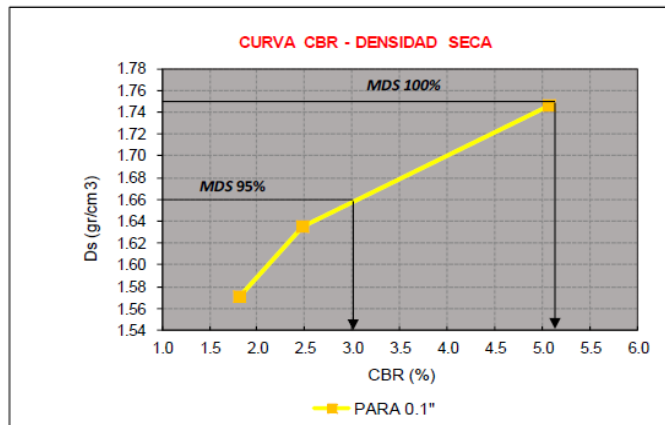


Figura 8: Curva cbr – densidad seca

Fuente: Universidad Privada del Norte

Fuente: Universidad privada del norte

Descripción: En la figura 7 se puede observar una ojiva del estudio de CBR, donde se compara con la densidad seca del suelo muestreado.

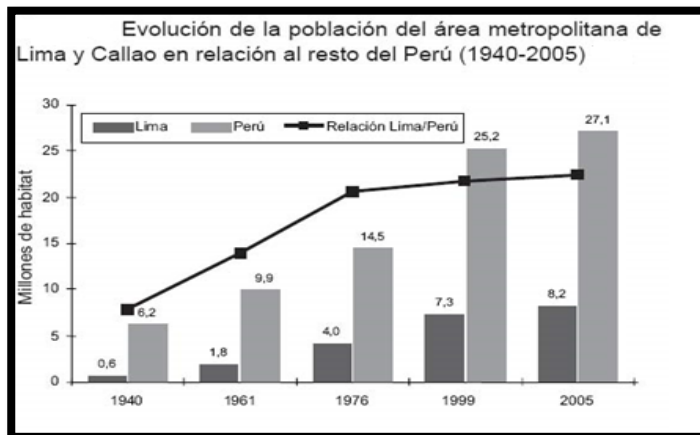


Figura 9: Evolución de la población del área metropolitana de lima y callao en relación al resto del Perú

Fuente: Revista Peruana de Medicina Experimental y salud pública

Fuente: Revista Peruana de medicina experimental y salud pública

Descripción: En la figura 8 se puede observar un histograma de la evolución de la población del área metropolitana de Lima y Callao en relación al resto del Perú en donde se compara el crecimiento poblacional en los años 1940-2005.

3.7 Aspectos éticos

La ética es indispensable para todo profesional ya que nos brinda una cierta fiabilidad en lo que se hace, es por ello que en el presente proyecto de investigación se ha referenciado de una serie de trabajos de investigación, tesis y artículos de fuentes confiables para su posterior redacción y revisión de jurados calificados. Es por ello, que la ética y la moral deben ir en conjunto las cuales se manifiestan en este proyecto de investigación, citando correctamente el manual ISO 690 Y 690-2, además de analizar la similitud de la investigación con el programa tunitin (Anexo 06)

3.8 Desarrollo del proyecto de investigación

3.8.1 Topografía (catastral)

Para la identificación del lugar se obtuvo la información topográfica de la zona de estudio, mediante el catastro brindado en la Municipalidad Distrital de Huanchaco, una vez obtenido el plano catastral donde se observa los nombres de la calles y avenidas, manzanas, se procedió a realizar los planos de ubicación y localización mediante el software AutoCAD.

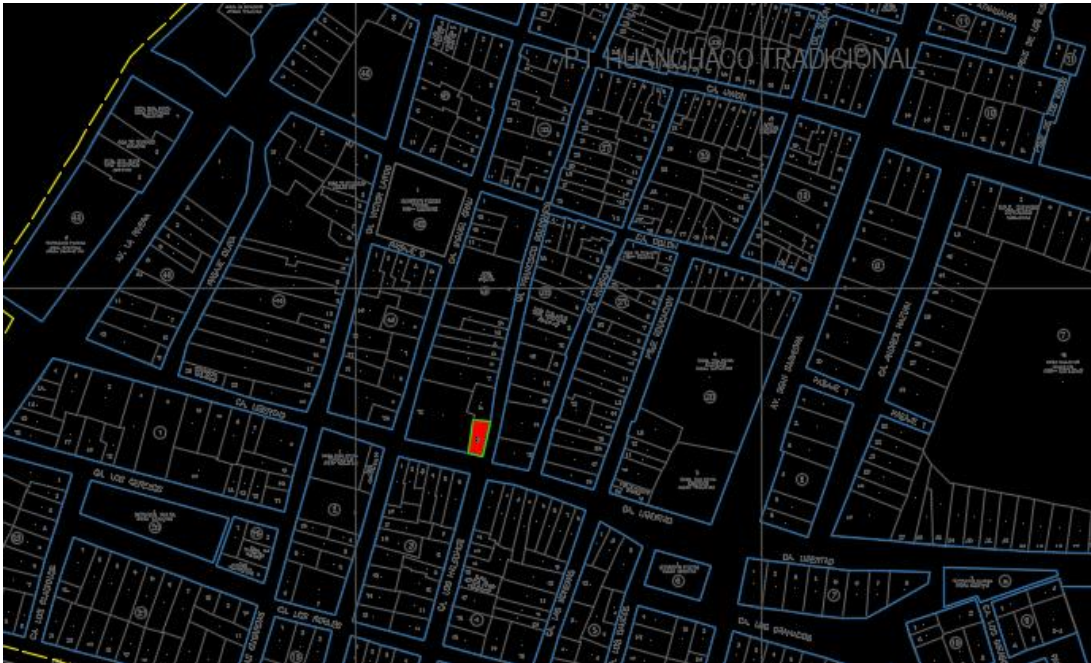


Figura 10: Catastro Huanchaco Tradicional

Fuente: Municipalidad Distrital de Huanchaco

3.8.2 Estudio de mecánica de suelos

Se obtuvo las características del suelo en estudio mediante un documento obtenido donde se referencia un estudio de suelos en el mismo sector donde está ubicado la edificación en análisis, se realizaron 3 calicatas de 1.50 m de profundidad del cual se recolecto los distintos datos del tipo de suelo (Anexo 4.4) que nos servirán para la realización del análisis sísmico.

Tabla 15: Sistema unificado de clasificación de suelos

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grav a	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plastici dad	Baja plastici dad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: AASHTO

3.8.3 Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE

Se obtuvo los planos de diseño arquitectónico en la municipalidad distrital de Huanchaco el cual nos sirvió para obtener datos como dimensiones, alturas y distribución (Anexo 4.3) de la edificación en estudio.

3.8.4 Análisis sísmico estático

Una vez seleccionado el edificio de 5 niveles se procedió a Predimensionar los elementos estructurales (losa, vigas, columnas y placas) luego se estimó el peso unitario de cada piso del edificio mediante un Metrado de cargas unitarias, posteriormente se identificó los valores del ZUCS/R. éste se realizó en un Excel detallado.

Los desplazamientos, distorsiones entrepiso y fuerzas cortantes fueron halladas mediante los datos procesados en el software ETABS.

3.8.5 Análisis sísmico dinámico

Con la información obtenida en el análisis sísmico estático se prosiguió a elaborar el análisis dinámico con el fin de obtener valores de los desplazamientos, fuerzas cortantes y distorsiones de entre piso y compararlos con el análisis estático.

Se debe cumplir que la cortante dinámica deberá ser mayor al 80% de la cortante estática hallada anteriormente.

De igual manera usó el Software ETABS para obtener los valores de desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas.

3.8.6 Análisis comparativo sísmico

Para realizar el análisis comparativo sísmico, fue necesario obtener los resultados del análisis sísmico estático y dinámico de los datos del edificio procesado en el software ETABS, se obtendrá derivas, fuerzas cortantes y desplazamientos utilizando la norma E030-2003 y la norma E030-2019, posteriormente estos valores fueron llevados a una comparación mediante figuras y tablas para saber cómo es la respuesta estructural de la edificación analizada.

IV. RESULTADOS

4.1 Plano de ubicación y localización

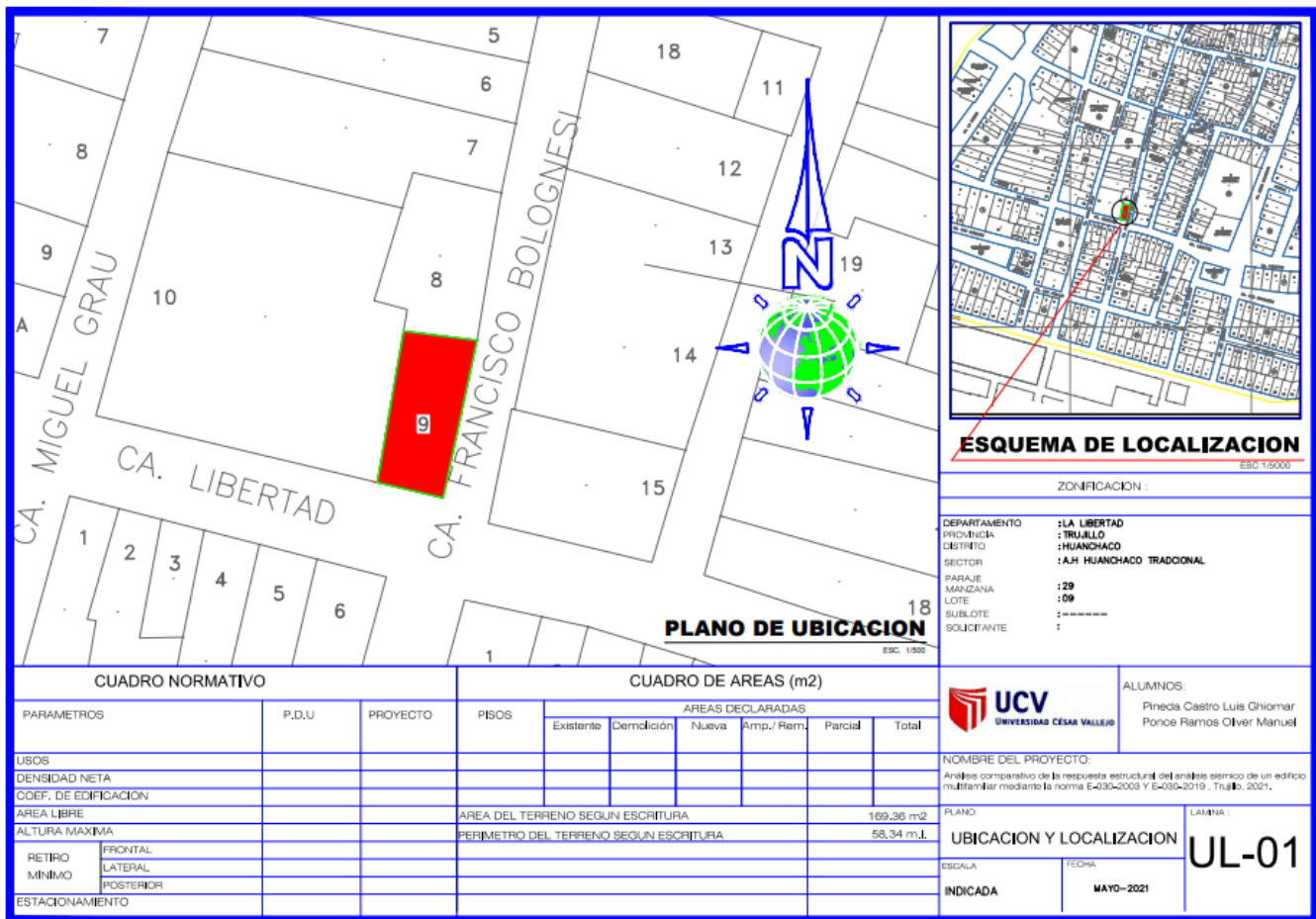


Figura 11: plano de ubicación y localización
 Fuente: Elaboración propia

4.2 Estudio de mecánica de suelos

Tipo de suelo S2: suelos intermedios

4.3 Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE

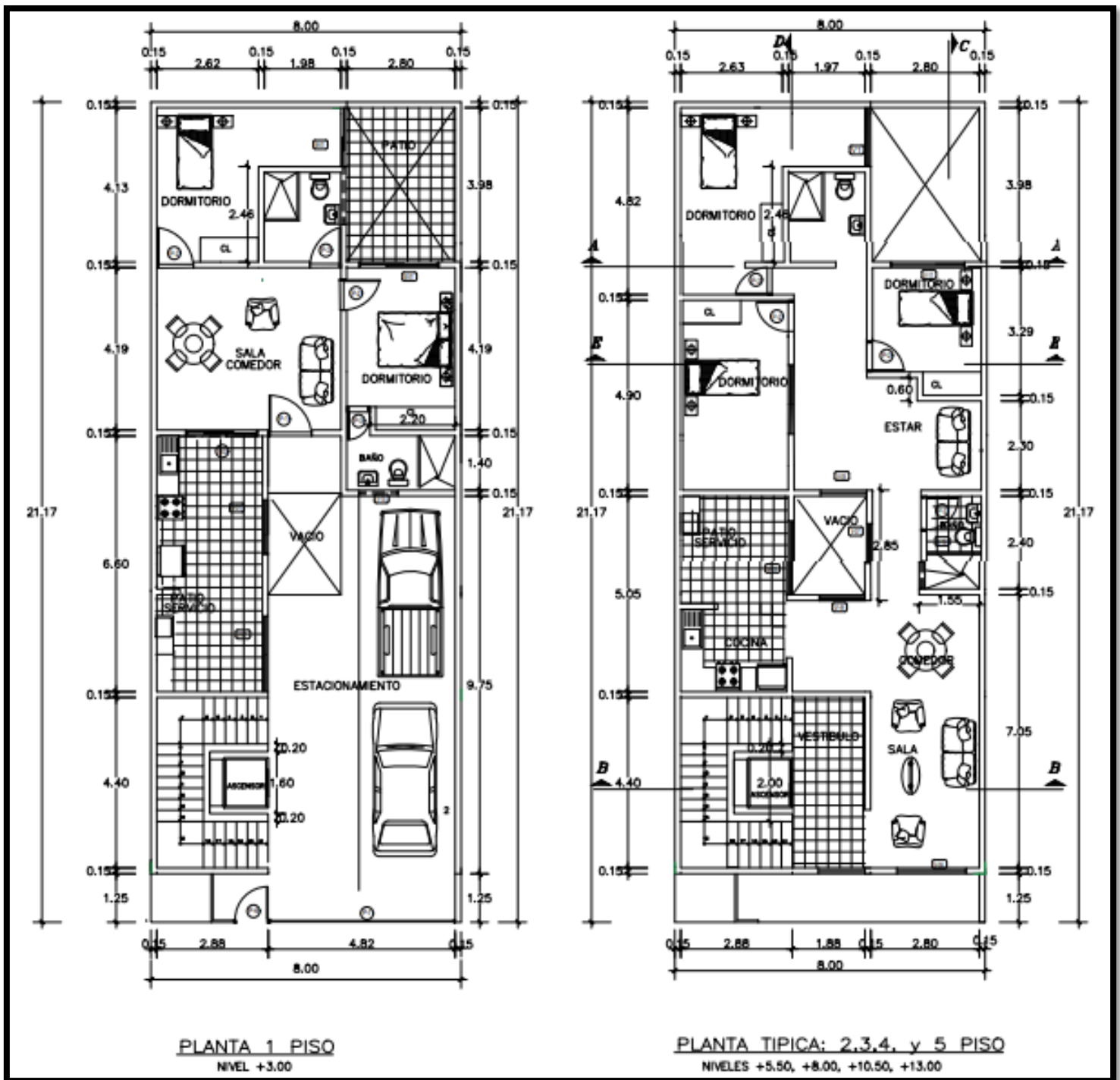


Figura 12: Plano arquitectónico
Fuente: Elaboración Propia

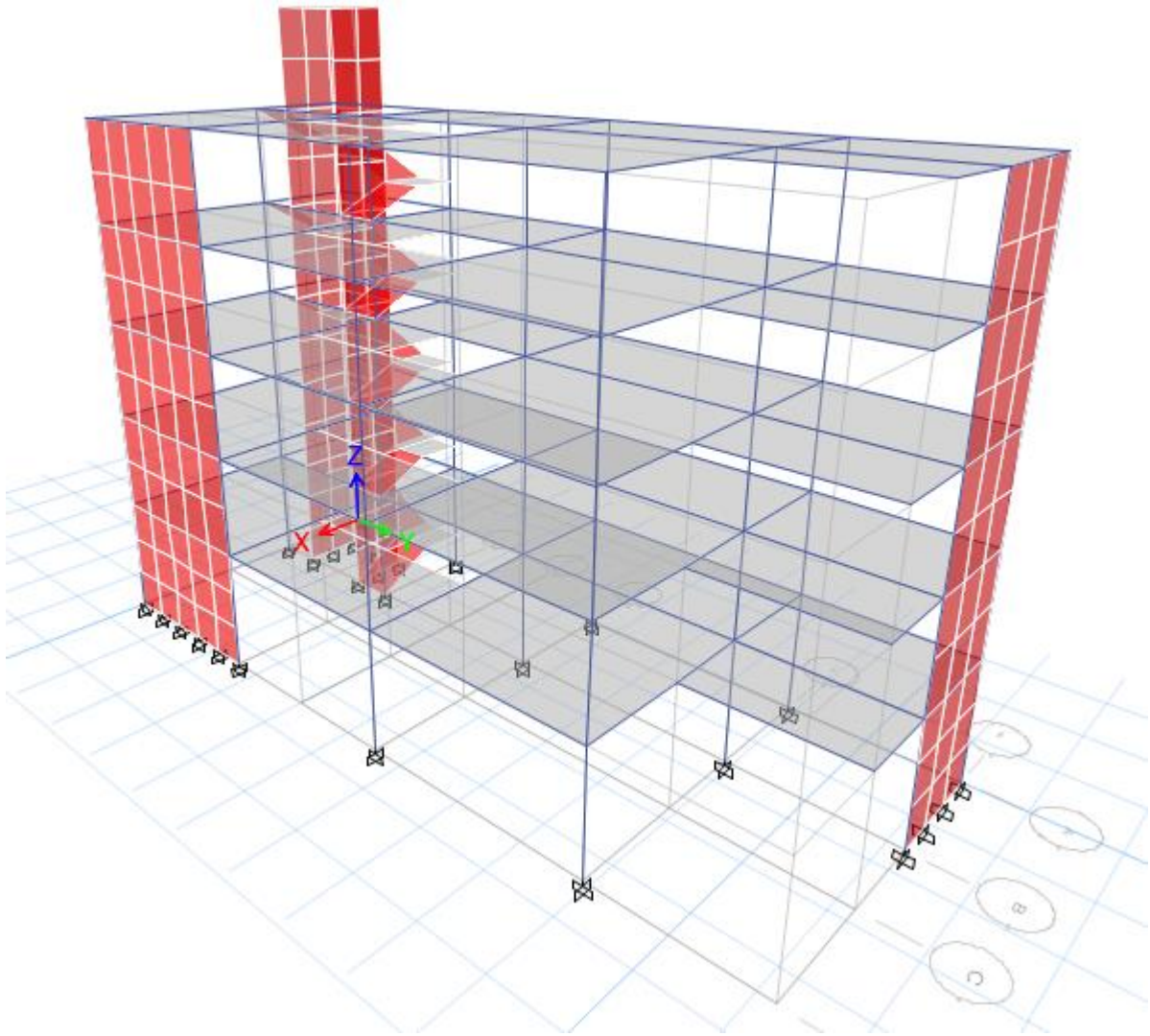


Figura 14: Vista 3d
Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Parámetros Sísmicos

a. Zonificación

Zona: 4

$$Z = 0.45$$

b. Parámetro de sitio

Tipo de suelo: S2 suelos intermedios

$$S2 = 1.05$$

$$T_p = 0.60$$

$$T_I = 2.0$$

c. Categoría del proyecto

Categoría: Edificaciones comunes (tipo C)

$$U = 1.00$$

d. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas

Categoría: Concreto Armado: Sistema de muros estructurales

$$R_o = 6$$

e. Regularidad estructural

Estructura Irregular

$$I_a = 1.0$$

$$I_p = 0.90$$

f. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

$$R = I_a \times I_p \times R_o$$

$$R = 1 \times 0.9 \times 6$$

$$R = 5.4$$

g. Periodo fundamental

$$T = \frac{h_n}{c_t} \Rightarrow \frac{13.00}{60} = 0.218 \text{ seg}$$

Ct	35	Pórticos
Ct	45	Muros de Corte
Ct	60	Dual, MDL y Muros estructurales

h. Coeficiente de amplificación sísmica "C"

$$T < T_p \Rightarrow 0.22 < 0.6$$

$$C = 2.5$$

4.4.3 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2019:

Tabla 16: Desplazamientos X-X

X - X									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMO ESTATICO XX	0.017776	-0.000145	8.70E-05	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMO ESTATICO XX	0.013932	-0.000123	9.10E-05	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMO ESTATICO XX	0.009833	-7.10E-05	7.90E-05	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMO ESTATICO XX	0.005742	-1.20E-05	5.40E-05	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMO ESTATICO XX	0.002233	2.90E-05	2.30E-05	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Desplazamientos Y-Y

Y - Y									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMO ESTATICO YY	-0.000109	0.007895	-0.000111	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMO ESTATICO YY	-0.000109	0.006243	-0.000098	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMO ESTATICO YY	-0.000112	0.004453	-0.000077	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMO ESTATICO YY	-0.000086	0.002668	-0.000005	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMO ESTATICO YY	-0.000042	0.001117	-0.000023	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2019:

Tabla 18: Distorsiones de entre piso X-X

DERIVA X-X

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.00153	0.0070	0.007	si cumple
4	0.00135	0.0062	0.007	si cumple
3	0.00148	0.0068	0.007	si cumple
2	0.00124	0.0057	0.007	si cumple
1	0.00082	0.0038	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Distorsiones de entre piso Y-Y

DERIVA Y-Y

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.0007	0.0032	0.007	si cumple
4	0.0007	0.0034	0.007	si cumple
3	0.0008	0.0035	0.007	si cumple
2	0.0007	0.0030	0.007	si cumple
1	0.0004	0.0018	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2019:

F = ZUCS/R

$$\frac{0.45 \times 1.00 \times 2.5 \times 1.05}{5.4} = 0.218 \rightarrow 22 \% \text{ del peso total de la estructura en análisis}$$

Tabla 20: Pesos de cada piso

	pesos(ton)
Piso 5	96.953
piso 4	190.065
piso 3	193.632
piso 2	193.632
piso 1	198.267
TOTAL	872.550

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Calculo de Cortante basal estático

NIVEL	P _i (Tn)	h _i (Tn)	P _i * h _i	a _i (Tn)	F _i (Tn)
5	96.95	13.00	1260.39	0.19	37.42
4	190.07	10.50	1995.68	0.31	59.26
3	193.63	8.00	1549.06	0.24	46.00
2	193.63	5.50	1064.98	0.16	31.62
1	198.27	3.00	594.80	0.09	17.66
Σ	872.55		6464.91	1.00	191.96

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22: Cortante basal estático en ETABS

CORTANTE ESTÁTICO EN ETABS										
SISMO ESTATICO XX	Seismic	X + Ecc. Y	5	Story5	Base	0.22	1	872.6075	191.9737	OKEY
SISMO ESTATICO YY	Seismic	Y + Ecc. X	5	Story5	Base	0.22	1	872.6075	191.9737	OKEY

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Análisis sísmico Dinámico 2019

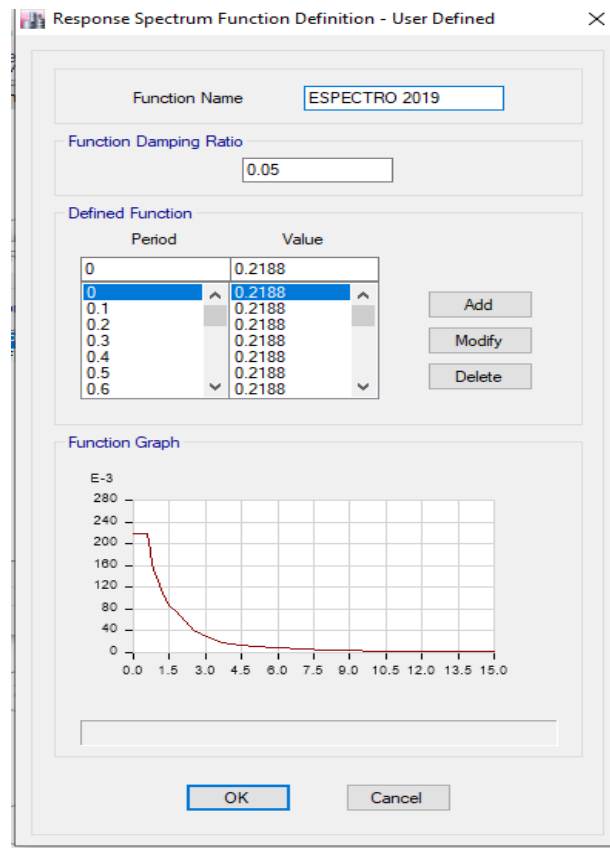


Figura 15: Espectro de respuesta
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Periodos y Frecuencias

Case	Mode	Period sec	Frequency
Modal	1	0.425	2.351
Modal	2	0.297	3.364
Modal	3	0.256	3.913
Modal	4	0.106	9.397
Modal	5	0.077	12.913
Modal	6	0.06	16.784
Modal	7	0.051	19.798
Modal	8	0.041	24.622
Modal	9	0.034	29.403
Modal	10	0.029	34.26
Modal	11	0.028	35.741
Modal	12	0.027	36.595
Modal	13	0.024	41.233
Modal	14	0.024	41.302
Modal	15	0.019	51.731

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2019:

Tabla 24: Desplazamientos X-X

X - X									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMICO DINAMICO XX Max	0.014407	0.002708	0.000706	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMICO DINAMICO XX Max	0.011235	0.002116	0.000563	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMICO DINAMICO XX Max	0.007918	0.0015	0.000402	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMICO DINAMICO XX Max	0.004609	0.000881	0.000237	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMICO DINAMICO XX Max	0.001785	0.000351	0.000092	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Desplazamientos Y-Y

Y - Y									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMICO DINAMICO YY Max	0.005585	0.005566	0.000745	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMICO DINAMICO YY Max	0.004373	0.004372	0.000581	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMICO DINAMICO YY Max	0.003032	0.003105	0.000406	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMICO DINAMICO YY Max	0.001739	0.001846	0.000235	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMICO DINAMICO YY Max	0.000665	0.000763	0.000091	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2019:

Tabla 26: Distorsiones de entre piso X-X

DERIVA X-X

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.00153	0.0070	0.007	si cumple
4	0.00151	0.0069	0.007	si cumple
3	0.00142	0.0065	0.007	si cumple
2	0.00138	0.0063	0.007	si cumple
1	0.00087	0.0040	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Distorsiones de entre piso Y-Y

DERIVA Y-Y

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.0006	0.0028	0.007	si cumple
4	0.0007	0.0031	0.007	si cumple
3	0.0007	0.0031	0.007	si cumple
2	0.0006	0.0027	0.007	si cumple
1	0.0003	0.0015	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2019:

Tabla 28: Cortante basal Dinámico

CORTANTE DINAMICO EN ETABS						
SISMO ESTATICO XX	-191.9737	0	0	0	-1702.9923	1941.9804
SISMO ESTATICO YY	0	-191.9737	0	1702.9923	0	-768.9678
SISMICO DINAMICO XX Max	147.7277	56.671	0	498.2087	1335.6668	1538.8954
SISMICO DINAMICO YY Max	62.5884	128.0031	0	1141.0607	554.6922	1164.1011

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Análisis sísmico estático Norma Sismorresistente 2003

4.6.1 Parámetros Sísmicos

a. Zonificación

Zona: 3

$$Z = 0.40$$

b. Parámetro de sitio

Tipo de suelo: S2 suelos intermedios

$$S2 = 1.20$$

$$T_p = 0.60$$

c. Categoría del proyecto

Categoría: Edificaciones comunes (tipo C)

$$U = 1.00$$

d. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas

Categoría: Concreto Armado: Sistema de muros estructurales

$$R_o = 6$$

e. Regularidad estructural

Estructura Irregular

$$I_a = 1.0$$

$$I_p = 0.90$$

f. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

$$R = I_a \times I_p \times R_o$$

$$R = 1 \times 0.9 \times 6$$

$$R = 5.4$$

g. Periodo fundamental

$$T = \frac{h_n}{C_t} \Rightarrow \frac{13.00}{60} = 0.222 \text{ seg}$$

Ct	35	Pórticos
Ct	45	Muros de Corte
Ct	60	Dual, MDL y Muros estructurales

h. Coeficiente de amplificación sísmica "C"

$$T < T_p \Rightarrow 0.22 < 0.6$$

$$C = 2.5$$

4.6.2 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2003:

Tabla 29: Desplazamientos X-X

X - X									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMO ESTATICO XX	0.017776	-0.000145	0.000087	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMO ESTATICO XX	0.013932	-0.000123	0.000091	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMO ESTATICO XX	0.009833	-0.000071	0.000079	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMO ESTATICO XX	0.005742	-0.000012	0.000054	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMO ESTATICO XX	0.002233	0.000029	0.000023	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Desplazamientos Y-Y

Y - Y									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMO ESTATICO YY	-0.000109	0.007895	-0.000111	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMO ESTATICO YY	-0.000109	0.006243	-0.000098	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMO ESTATICO YY	-0.000112	0.004453	-0.000077	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMO ESTATICO YY	-0.000086	0.002668	-0.00005	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMO ESTATICO YY	-0.000042	0.001117	-0.000023	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2003:

Tabla 31: Distorsiones de entre piso X-X

DERIVA X-X

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.001545	0.0063	0.007	si cumple
4	0.001686	0.0068	0.007	si cumple
3	0.001635	0.0066	0.007	si cumple
2	0.001527	0.0062	0.007	si cumple
1	0.000824	0.0033	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Distorsiones de entre piso Y-Y

DERIVA Y-Y

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.0007	0.0028	0.007	si cumple
4	0.0007	0.0030	0.007	si cumple
3	0.0008	0.0031	0.007	si cumple
2	0.0007	0.0027	0.007	si cumple
1	0.0004	0.0016	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2003:

$F = ZUCS/R$

$$\frac{0.40 \times 1.00 \times 2.5 \times 1.20}{5.4} = 0.222 \rightarrow 22 \% \text{ del peso total de la estructura en análisis}$$

Tabla 33: Pesos de cada piso

	pesos(ton)
Piso 5	96.953
piso 4	190.065
piso 3	193.632
piso 2	193.632
piso 1	198.267
TOTAL	872.550

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34: Calculo de Cortante basal estático

NIVEL	P_i (Tn)	h_i (Tn)	$P_i * h_i$	a_i (Tn)	F_i (Tn)
5	96.95	13.00	1260.39	0.19	37.42
4	190.07	10.50	1995.68	0.31	59.26
3	193.63	8.00	1549.06	0.24	46.00
2	193.63	5.50	1064.98	0.16	31.62
1	198.27	3.00	594.80	0.09	17.66
Σ	872.55		6464.91	1.00	191.96

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Cortante basal estático en ETABS

CORTANTE ESTÁTICO EN ETABS										
SISMO ESTÁTICO XX	Seismic	X + Ecc. Y	5	Story5	Base	0.22	1	872.6075	191.9737	OKEY
SISMO ESTÁTICO YY	Seismic	Y + Ecc. X	5	Story5	Base	0.22	1	872.6075	191.9737	OKEY

Fuente: Elaboración Propia

4.7 Análisis sísmico Dinámico 2003

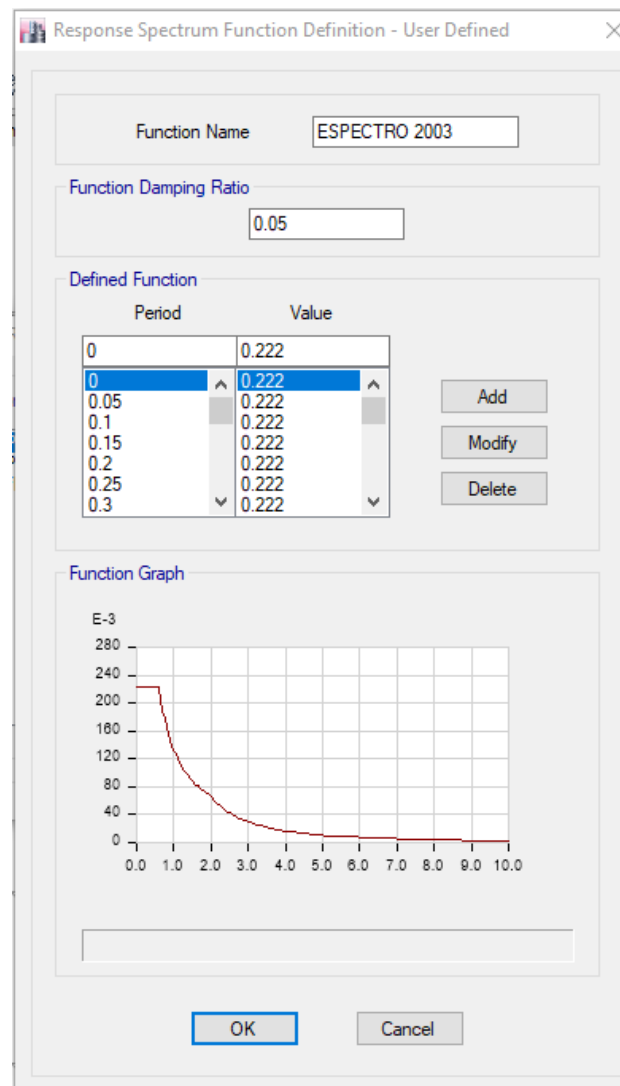


Figura 16: Espectro de respuesta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: Periodos y frecuencias

PERIODOS Y FRECUENCIAS

Case	Mode	Period sec	Frequency
Modal	1	0.425	2.351
Modal	2	0.297	3.364
Modal	3	0.256	3.913
Modal	4	0.106	9.397
Modal	5	0.077	12.913
Modal	6	0.06	16.784
Modal	7	0.051	19.798
Modal	8	0.041	24.622
Modal	9	0.034	29.403
Modal	10	0.029	34.26
Modal	11	0.028	35.741
Modal	12	0.027	36.595
Modal	13	0.024	41.233
Modal	14	0.024	41.302
Modal	15	0.019	51.731

Fuente: Elaboración Propia

4.7.1 Desplazamientos Norma Sismorresistente 2003:

Tabla 37: Desplazamientos X-X

X - X									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMICO DINAMICO XX Max	0.014617	0.002748	0.000716	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMICO DINAMICO XX Max	0.011399	0.002147	0.000571	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMICO DINAMICO XX Max	0.008034	0.001522	0.000408	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMICO DINAMICO XX Max	0.004677	0.000894	0.000241	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMICO DINAMICO XX Max	0.001811	0.000356	0.000094	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38: Desplazamientos Y-Y

Y - Y									
Story	Diaphragm	Load Case/combo	UX (m)	UY (m)	RZ (rad)	Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
Story5	D5	SISMICO DINAMICO YY Max	0.005667	0.005647	0.000756	385	3.7635	9.5904	13
Story4	D4	SISMICO DINAMICO YY Max	0.004437	0.004436	0.00059	387	3.8591	9.8121	10.5
Story3	D3	SISMICO DINAMICO YY Max	0.003076	0.00315	0.000412	389	3.8557	9.7882	8
Story2	D2	SISMICO DINAMICO YY Max	0.001765	0.001873	0.000239	391	3.8557	9.7882	5.5
Story1	D1	SISMICO DINAMICO YY Max	0.000675	0.000774	0.000092	393	3.8568	9.7753	3

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2 Distorsiones de entre piso Norma Sismorresistente 2003:

Tabla 39: Distorsiones de entre piso X-X

DERIVA X-X

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.00172	0.0070	0.007	si cumple
4	0.00160	0.0065	0.007	si cumple
3	0.00152	0.0062	0.007	si cumple
2	0.00153	0.0062	0.007	si cumple
1	0.000882	0.0036	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40: Distorsiones de entre piso Y-Y

DERIVA Y-Y

NIVEL	D.elasticas(cm)	D. Inelast (cm)	γ E030	condicion
5	0.0006	0.0025	0.007	si cumple
4	0.0007	0.0028	0.007	si cumple
3	0.0007	0.0028	0.007	si cumple
2	0.0006	0.0024	0.007	si cumple
1	0.0003	0.0014	0.007	si cumple

Fuente: Elaboración Propia

4.7.3 Fuerza Cortante Norma Sismorresistente 2003:

Tabla 41: Cortante basal Dinámico

CORTANTE DINAMICO EN ETABS						
SISMO ESTATICO XX	-191.97	0.00	0.00	0.00	-1702.99	1941.98
SISMO ESTATICO YY	0.00	-191.97	0.00	1702.99	0.00	-768.97
SISMICO DINAMICO XX	149.89	57.50	0.00	505.50	1355.20	1561.40
SISMICO DINAMICO YY	63.50	129.88	0.00	1157.75	562.80	1181.13

Fuente: Elaboración Propia

4.8 Análisis comparativo sísmico

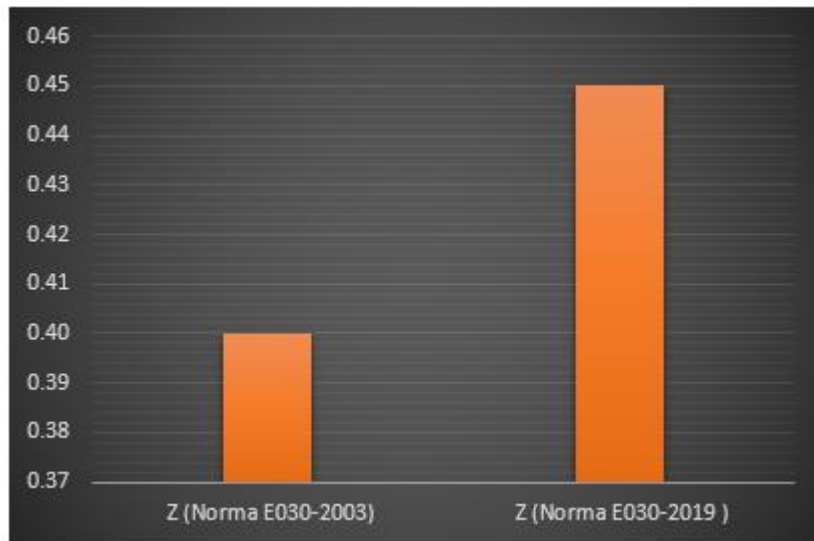


Figura 17: Factor de zona (z)
Fuente: Elaboración Propia

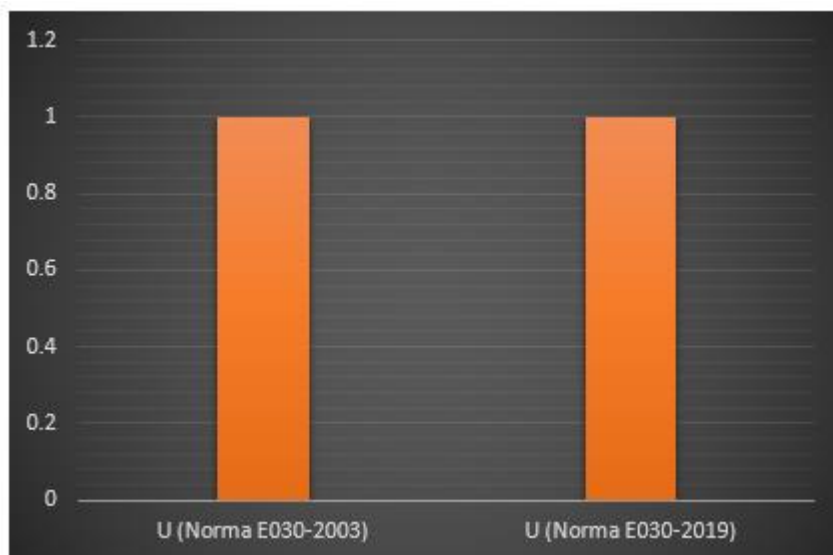


Figura 18: Factor de uso (u)
Fuente: Elaboración Propia

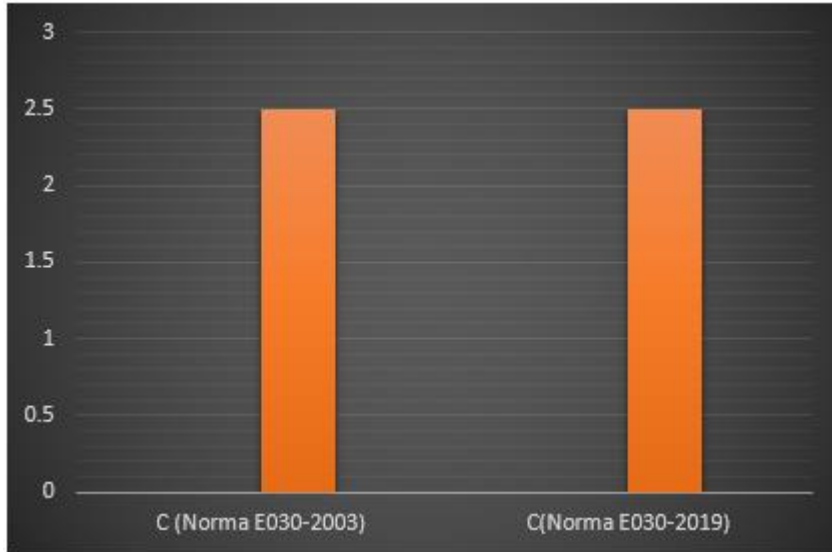


Figura 19: Factor de amplificación sísmica (c)
Fuente: Elaboración Propia

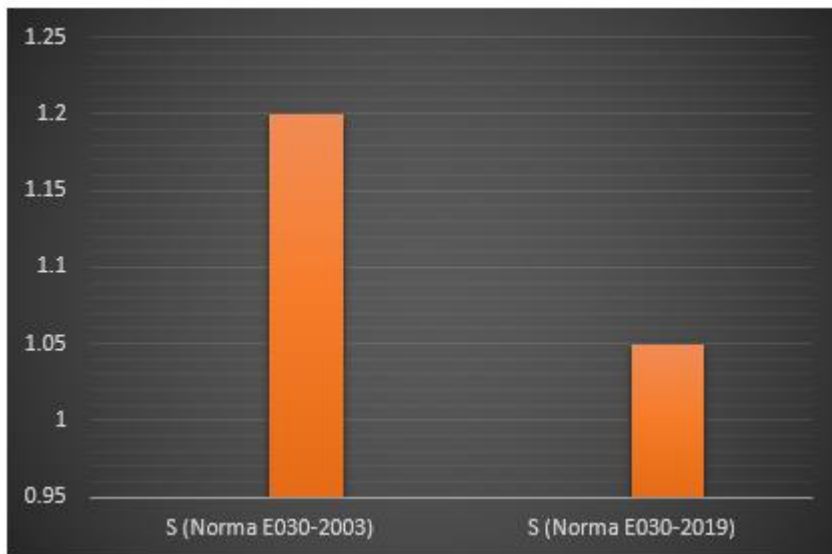


Figura 20: Factor de suelo (s)
Fuente: Elaboración Propia

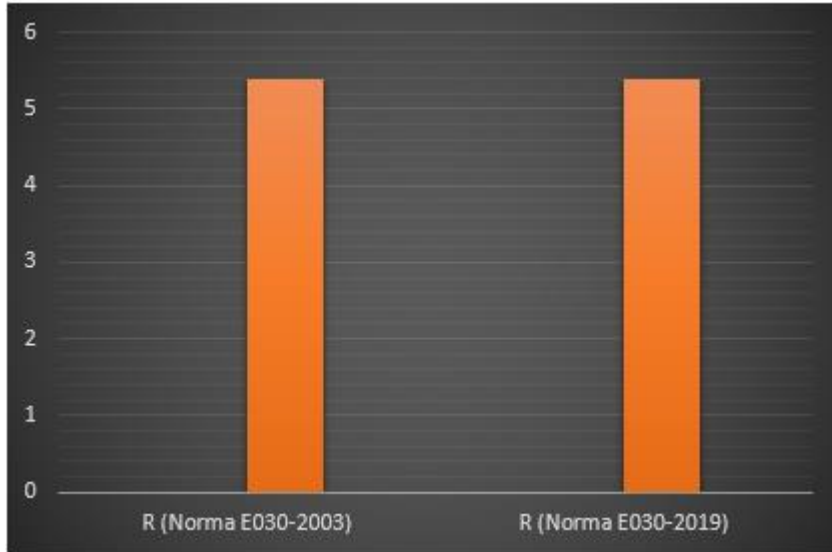


Figura 21: Coeficiente de reducción sísmica (r)
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 22: Cortante basal x-x E-030-2003 E-030-2019
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 23: Cortante basal y-y E-030-2003 E-030-2019
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 24: Desplazamientos x-x E-030-2003 E-030-2019
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 25: Desplazamientos y-y E-030-2003 E-030-2019
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 26: Distorsiones de entre piso x-x E-030-2003 E-030-2019
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 27: Distorsiones de entre piso y-y E-030-2003 E-030-2019
Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

El análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 se obtiene una reducción mínima en las derivas con respecto a la norma E030-2019 encontrándose como valor máximo en el quinto piso con un valor de 0.007 en la dirección X-X respectivamente, por lo contrario, en la dirección Y-Y tienen valor máximo distinto de 0.0031 y 0.0028 en el tercero y cuarto piso. Por otro lado, se aprecia un incremento de las fuerzas cortantes de diseño en la norma E030-2003 en relación a la norma E-030-2019, tomando valores en la dirección X-X $v = 149.89 \text{ Tn}$ y $v = 147.73 \text{ Tn}$ respectivamente, y en la dirección Y-Y $v = 129.88 \text{ Tn}$ y $v = 128.00 \text{ Tn}$ respectivamente para el análisis dinámico. En el análisis estático las fuerzas cortantes de diseño son las mismas en las dos direcciones de análisis para cada norma con un valor de $v = 191.97 \text{ Tn}$.

En la edificación analizada según el plano de ubicación y localización se encuentra ubicada en AA.HH Huanchaco tradicional Mz.29 lote 9 ,con dimensiones de 169.36 m², 5 pisos y alturas de 3m para el primer piso y 2.5 para los pisos restantes siendo estos típicos, según esta ubicación correspondería a un tipo de suelo intermedio el cual es relativamente un suelo bueno para cimentar un edificio, cabe precisar que ésta no depende del tipo de suelo pero si influye en su análisis; el espectro de pseudo aceleraciones según la norma E030-2003 $Z = 0.40$ y en la norma E030-2019 $Z = 0.45$ existe un aumento el cual hace que se exija más al diseño de la edificación volviendo esta más resistente. Tal y como se muestra en la (tabla 2) en base a los siguientes datos. Por otro lado, los valores de factor uso, amplificación sísmica y el coeficiente de reducción sísmica son las mismas para las dos normas tomando como valores 1, 2.5 y 5.4 respectivamente. Por el contrario, en el factor de suelo en la norma E030-2003 toma un valor de 1.2 y en la norma E030-2019 el valor es 1.05. Sin embargo, esto no afecta en el cálculo del factor sísmico ya que nos da como resultado 22% del peso en las normas E030-2003 y E030-2019. En cuanto a las Fuerzas cortantes en la base se puede observar un incremento en la norma E030-2003 con relación a la norma E030-20019 tomando valores en la dirección X-X $v = 149.89 \text{ Tn}$ y $v = 147.73 \text{ Tn}$

respectivamente, y en la dirección Y-Y $v= 129.88 \text{ Tn}$ y $v= 128.00 \text{ Tn}$. Los Desplazamientos son las mismas en las normas E030-2003 y E030-2019, por otro lado, las derivas de entre piso cambia esto a causa de las condiciones de la norma vigente (E030-2019) para el análisis de la edificación irregular los desplazamientos elásticos serán multiplicados por “0.85R” (coeficiente de reducción), y en la norma E030-2003 multiplica a los desplazamientos elásticos por “0.75R” de tal forma se consiguieron las derivas tal y como se indica la (figura 25 y 26)

Según lo dispuesto por Arana y otros en la tesis utilizaron la norma técnica ecuatoriana para el cálculo del factor sísmico con valores muy distintos a la norma técnica peruana, para la máxima zona la nec le da un factor en la zona 6 = 0.50 y en la ntp zona 4=0.45, en el uso de suelo nec le da un valor para suelos con velocidades de propagación de onda de corte entre 180 m/s y 360 m/s, $S = 1.65$ en la zona 6 y ntp $S = 1.20$ en la zona 4. En la categoría de la edificación nos brindan el mismo factor de 1 para edificios comunes y consideran un coeficiente de reducción $R_o = 5$ para un sistema de muros estructurales, en la ntp $R_o = 6$.

De acuerdo con la investigación de López, utilizó un análisis dinámico inelástico de respuesta en el tiempo ya que es un proceso más lógico y realista que los métodos elásticos, en nuestro proyecto obtenemos una respuesta inelástica proporcionando así la delimitación de sistemas de cedencia mostrados ante la propagación de la respuesta inelástica en el sistema estructural.

Cárdenas concluyó que el periodo fundamental máximo de la estructura de 7 pisos es 0.40s utilizando el software ETABS. Estos valores se mantuvieron, ya que se utilizó el mismo modelo estructural al evaluar el edificio con la norma E030 2003, 2016 y 2018. En nuestra edificación de análisis el periodo fundamental máximo de la estructura de 5 pisos es 0.425s según la norma E030-2003 y E030-2019.

Cutipa en su investigación realizó convenientemente para el análisis estructural del edificio el programa SAPP 2000 el cual es utilizado para estructuras más complejas, en nuestro proyecto se utilizó el programa ETABS que es más centrado a análisis sísmico de edificios.

Sajami y otros concluyó que: “La Norma define un límite en la deriva de 0.007. En la edificación que nos presenta nos da el resultado de sus derivas para un sistema dual de $XX = 6.87\%$, $YY = 5.40\%$, en nuestro proyecto las máximas derivas fueron de 0.007 y 0.0031 en la dirección XX e YY respectivamente, utilizando la norma E030-2019 por ende, satisface los requisitos de los desplazamientos laterales permisibles.

Lo dispuesto por Terrones concluyó que del análisis estático para las condiciones de la Norma E.030 2006, que la cortante fue de 203.46 ton en XX y 474.74 ton en YY ; del análisis dinámico la cortante fue de 183.11ton en XX y 120.17ton en YY ; por otro lado, bajo las condiciones de la Norma E.030 2018 respecto al análisis estático, la cortante fue de 150.21ton en XX y 350.49ton en YY ; del análisis dinámico, la cortante fue de 427.26ton en XX y 280.39ton en YY ; En el análisis de las cortantes basales del edificio de nuestro proyecto según la norma E-030-2003 que es muy semejante a la norma E-030-2006 nos dio como resultado para el análisis estático en dirección XX - YY de $v = 191.96$ y para el análisis dinámico en dirección XX $v = 149.89$ tn y YY $v = 129.88$ tn; para la norma E-030-2019 bajo sus condiciones nos da como resultados en el análisis estático una cortante en la base en dirección XX - YY de $v = 191.96$ tn y para el análisis dinámico en dirección XX $v = 147.72$ tn y YY $v = 128.00$ tn; estos datos fueron obtenidos de la evaluación de la Vivienda.

Para obtener nuestros resultados se adicionó una carga MODAL a la edificación, donde se consideran 3 modos de vibración por piso, haciendo un total de 15 modos de vibración, y 5% de amortiguamiento, lo que coincide con Reátegui quien asignó 3 modos de vibración por piso, haciendo un total de 12 modos de vibración y 5% de amortiguamiento ya que cuenta con 4 pisos su edificación.

En lo dispuesto por Domínguez quien desarrollo una edificación de 6 pisos no presentó ningún tipo de irregularidad estructural en planta y altura, nuestro proyecto presenta una irregularidad en planta (esquina entrante) el cual hace que el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas tome un valor más reducido, esto influye directamente en el cálculo de la cortante en la base pudiendo esta ser perjudicial frente a la respuesta sísmica de una edificación si no se toma en cuenta.

Algunas de las limitaciones encontradas durante el desarrollo del proyecto fueron las siguientes:

- La escasa bibliografía y acceso bibliotecario presencial, lo que imposibilitó que nuestra información provenga de una buena fuente y poder extrapolar información existente sobre el tema en investigación.
- Los archivos adquiridos por las municipalidades no sustentan confiabilidad en los planos ya que se encontró muchos errores que poco a poco fuimos corrigiendo.
- Debido a la pandemia sobre el Covid-19 se nos imposibilitó poder desarrollar el proyecto presencialmente, por ende, se nos hizo más difícil unir información y desarrollar el proyecto de investigación

El aporte que se quiere dar mediante la presente investigación es para obtener una idea del vacío legal que hay entre las normas E030-2003 y E030-2019, y tomar mucha conciencia al momento de analizar y diseñar una edificación, ya que no sabemos con exactitud qué es lo que podría pasar con las edificaciones construidas entre los años 2003 y 2018 debido a las modificaciones expuestas en la RNE, puntualmente en la norma E030 de Sismorresistencia.

El ciudadano de esta ciudad no considera que Trujillo sea una zona sísmica, por tal motivo no guarda precauciones al momento de construir su vivienda

Según resultados obtenidos mediante el análisis sísmico utilizando la norma E030-2003, nos dice que para la cortante basal dinámica se amplificó, lo cual la edificación soportara mayores cargas verticales en la base de la estructura en comparación con la norma E030-2019, por otro lado, las derivas no sobrepasaron el límite el cual nos brinda la norma antigua y vigente siendo esta 0.007.

En el análisis sísmico utilizando la norma E030-2019, la estructura se vuelve más rígida en comparación a la norma E30-2003, esto debido a un cambio de parámetros establecidas en las normas.

Según Reátegui logró observar que el periodo fundamental aumenta cuando existe interacción suelo estructura, porque en el cálculo de los modelos de bases flexibles se considera la masa de la cimentación, teniendo en cuenta las características geométricas de la cimentación. Asimismo, concluye que la flexibilidad de la base de fundación disminuye las frecuencias de las formas de vibración libre, también existe un aumento de los desplazamientos de entrepiso. Esto se debe porque se considera los coeficientes de rigidez del suelo, en consecuencia, la base también se desplaza generando el aumento de los desplazamientos laterales de la estructura ante sollicitaciones sísmicas, en relación a nuestros resultados no consideramos la interacción suelo estructura ya que la finalidad es solo demostrativa para el análisis sísmico que existe entre una norma antigua y una vigente.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, en el análisis estático dio como resultado, $v = 191.96 \text{ Tn}$ en las cortantes basales del edificio; en el análisis dinámico utilizando la norma E030-2003 hubo un incremento en la dirección XX de 1.44 % y en dirección YY de 1.45% con respecto a la norma E030-2019. En las distorsiones de entrepiso máximas con la norma E030-2003 en dirección XX no hubo alguna variación siendo esta 0.007 y en dirección YY disminuyó un 9.68% con respecto a la norma E030-2019. En cuanto a los desplazamientos los valores fueron los mismos encontrando los máximos valores en el quinto piso, en dirección XX = 0.0144 m y en la dirección YY= 0.0055 m, en resumen, se obtuvo una variación mínima en los resultados de los análisis sísmicos estáticos y dinámicos realizados mediante el programa ETABS basados en los distintos parámetros sísmicos estipulados en las normas de diseño Sismorresistente.

Se gestionó la información topográfica, obteniendo el plano catastral de Huanchaco Tradicional y mediante el software AutoCAD 2015 se elaboró los planos de ubicación y localización de la edificación multifamiliar ubicado en AA. HH Huanchaco Tradicional

Se gestionó el estudio de mecánica de suelos, del cual se obtuvo un tipo de suelo intermedio categorizado por la norma Sismorresistente como un suelo S2, a este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte entre 180 m/s y 500 m/s.

Se obtuvo el diseño arquitectónico de una vivienda multifamiliar de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, donde obtuvimos las dimensiones del terreno de 169.36 m², presentado una esquina entrante y un área libre de 26.36 m², dando como resultado el área construida 143m². La edificación presenta una altura en el primer piso de 3.00m y para los siguientes niveles 2.5m siendo estos típicos.

Se realizó el análisis sísmico estático con el software ETABS, utilizando la norma

E030-2003 se obtuvo $XX - YY$, $v = 191.96$ tn y en la E030-2019 $XX - YY$, $v = 191.96$ tn siendo los valores de las cortantes iguales en las dos normas, debido a que en el cálculo del factor sísmico nos dio como resultado (22% x Peso estructura) en las dos normas. Las máximas derivas para el análisis estático utilizando la norma E-030-2003 en dirección $XX = 0.0068$ en el cuarto piso y en $YY = 0.0031$ en el tercer piso; utilizando la norma E030-2019 las máximas derivas se encontraron en el quinto piso en dirección $XX = 0.007$ y $YY = 0.0035$ en el tercer piso.

Los máximos Desplazamientos son las mismas utilizando las normas E030-2003 y E030-2019, en dirección $XX = 0.0178$ m y en la dirección $YY = 0.0079$ m encontrándose los dos en el quinto piso.

Se realizó el análisis sísmico dinámico con el software ETABS, utilizando la norma E030-2003 proporciono valores en las direcciones XX , $v = 149.89$ tn, YY , $v = 129.88$ tn y en la norma E030-2019 XX $v = 147.73$ tn, YY $v = 128.00$ tn se obtuvo un incremento en la norma E030-2003 en XX $v = 2.16$ tn y YY $v = 1.88$ tn en las fuerzas cortantes basales. Las máximas derivas para el análisis dinámico utilizando la norma E-030-2003 en dirección $XX = 0.007$ en el quinto piso y en $YY = 0.0028$ en el tercer y cuarto piso; utilizando la norma E030-2019 las máximas derivas se encontraron en el quinto piso en dirección $XX = 0.007$ y $YY = 0.0031$ en el tercer y cuarto piso.

Los máximos Desplazamientos son las mismas utilizando las normas E030-2003 y E030-2019, en dirección $XX = 0.0144$ m y en la dirección $YY = 0.0055$ m encontrándose los dos en el quinto piso.

Se realizó el comparativo del análisis sísmico estático y dinámico según las normas E30-2003 y E030-2019, se observó en el análisis estático las fuerzas cortantes de diseño son las mismas en las dos direcciones de análisis para cada norma con un valor de $v = 191.97$ Tn. Por otro lado, se pudo notar que hubo una reducción mínima en las derivas utilizando la norma E030-2003 con respecto a la norma E030-2019 tomando un valor máximo en el quinto piso con un valor de 0.007 en la dirección X-X respectivamente, por lo contrario, en la dirección Y-Y tienen valores máximos distintos de 0.0031 y 0.0028 en el tercero y cuarto piso. también se pudo apreciar un incremento de las fuerzas cortantes de diseño en la norma E030-2003 en relación a la norma E-030-2019, tomando valores en la dirección X-X $v = 149.89$ Tn y $v = 147.73$ Tn respectivamente, y en la dirección Y-Y $v = 129.88$ Tn y $v = 128.00$ Tn respectivamente para el análisis dinámico. En cuanto a los desplazamientos utilizando la norma E030-2003 y E030-2019 fueron las mismas en el análisis dinámico en dirección XX = 0.0144 m y en la dirección YY= 0.0055 m encontrándose los dos en el quinto piso.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los Ingenieros civiles diseñar y realizar proyectos empleando los distintos parámetros establecidos por la norma E.030 diseño Sismorresistente y estar a la vanguardia de las nuevas actualizaciones que en esta puede darse para un correcto diseño de las edificaciones, de esta manera se asegurará que las infraestructuras de los edificios tengan una mejor respuesta estructural ante cualquier evento sísmico en el país.

Se recomienda a las autoridades competentes del INDECI realicen una adecuada evaluación sísmica mediante la norma E030-2019 a las estructuras que ya han cumplido su vida útil, ya que estas edificaciones se verían afectadas por el cambio de los distintos parámetros enmarcados en los distintos capítulos de la norma.

Se recomienda a los futuros investigadores acudir a charlas y a capacitaciones donde implique el uso de las Normas Técnicas Peruanas y al Reglamento Nacional de Edificaciones, de igual manera realizar el análisis con la interacción suelo estructura ya que de esa forma se presentarán mejores resultados.

Se recomienda a los maestros de obra que antes de la construcción de una edificación, esta debe pasar por un análisis previa evaluación, mediante cualquier software que se tiene hoy en día, ya que por más semejantes que parezcan cualquier estructura, no debemos diseñarlas ni construirlas en cualquier sitio porque cada lugar presentara distintas sollicitaciones sísmicas.

VIII. REFERENCIAS

ANDRADE, Luis. 2004. Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente. Lima : s.n., 2004.

ARANA , Edwin y Palacios, Lenin. 2019. “Análisis comparativo de la respuesta dinámica entre un sistema aporticado y un sistema dual de hormigón armado de un edificio de seis niveles, mediante el programa etabs aplicando la norma nec-2015”. Guayaquil : s.n., 2019.

BAZÁN, Enrique y Meli, Roberto. 2002. Diseño sísmico de edificaciones. México : Noriega, 2002.

BBC. 2020. BBC News Mundo. [En línea] 21 de mayo de 2020.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52741041>.

BUSTOS, Alfredo Ivan. 2003. Análisis comparativo de la respuesta sísmica entre edificios en altura de acero en base a marcos de momento y marcos arriostrados en el núcleo y en base a marcos de momento y núcleo de hormigón armado. Concepción : s.n., 2003.

CANALES, Holguer. 1998. La configuración estructural como variable en la respuesta sísmica de edificaciones. Lima : s.n., 1998.

CARDENAS, Braulio. 2019. Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas e030 2003, 2016 y 2018. lima : s.n., 2019. criterios fundamentales para el diseño sismorresistente.

BLANCO, Marianela. 2012. 3, Caracas : s.n., 2012, Vol. 27.

CUTIPA, Susan. 2018. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de un edificio

de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón. Puno : s.n., 2018.

DOMINGUEZ, Cecia y Peña, Briseyda. 2019. Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, Trujillo-La Libertad. Trujillo : s.n., 2019.

GRASES, José. 2014. La amenazas sísmica. estrategias preventivas. Caracas : Corporación Andina de Fomento, 2014.

GUTIERREZ, David. 2017. Análisis Estructural 2 - Apuntes. México : s.n., 2017.

KARDESTUNCER, Hayrettin. 1980. Introducción al Análisis Estructural con Matrices. U.S.A : s.n., 1980.

LIÑAN, Ricardo y Carrasco, Darlin. 2015. Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y con aislamiento sísmico en la base para un edificio de 5 pisos. Trujillo : s.n., 2015.

LOPEZ, Eduardo. 2018. Comparación de la respuesta estructural en edificaciones aporticadas de concreto reforzado aplicando análisis dinámico lineal y no lineal. Caracas : s.n., 2018.

MELI, Roberto. 2007. Analisis Estructural. Mexico : Limusa, 2007.

MENDOZA, Aldemaro y Serna, Luis. 2015. Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot - Cundinamarca. Girardot : s.n., 2015.

MONROY, Omar y Bolaños, Ana. 2004. Espectro de peligro sísmico uniforme. Lima : s.n., 2004.

MUÑOZ, Alejandro. 2008. Ingeniería Sismorresistente. Lima : s.n., 2008.

MUÑOZ, Alejandro, Quiun, Daniel y Tinman, Marcos. 2004. Repair and seismic retrofitting of hospital and school. Vancouver : s.n., 2004.

NILSON, Arthur. 2001. Diseño de Estructuras de Concreto. Colombia : Emma Ariza H., 2001.

Norma E030 Diseño Sismorresistente. 2019. Perú : Megabytes, 2019.

Norma E030 Diseño Sismorresistente. 2003. Perú : s.n., 2003.

REÁTEGUI, René. 2020. Comparación de la respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas considerando y sin considerar interacción suelo estructura en la Urbanización San Isidro II Etapa, Trujillo – 2020. Trujillo : s.n., 2020.

RETAMOZO, Franc. 2016. Comparación de las Normas E-030 2006-2016 en el Diseño Estructural de un Edificio en el Distrito de Huancayo. Huancayo : s.n., 2016.

SAJAMI, Miriam y Talexio, Kiara. 2019. Estudio comparativo del análisis sísmico de un edificio de 8 pisos según las normas e030-2006 y e030-2018 – Iquitos 2019. Iquitos : s.n., 2019.

SAN BARTOLOMÉ, Angel. 2014. Construcciones de Albañilería, comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Perú : Fondo Editorial PUCP, 2014.
Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones.

OVIEDO, Juan Andrés y Duque, Maria del Pilar. 2006. Bogotá : s.n., 2006.

TERRRONES, Luz. 2018. Análisis sísmico y estructural de dos edificaciones de sistema mixto bajo las Normas E.030- 2006 y E.030- 2018- distrito de Trujillo. Trujillo : s.n., 2018.

VILLEGAS, Katherine. 2019. comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas E030 2003, 2016 Y 2018. Lima : s.n., 2019.

WAKABAYASHI, Minoru. 1988. Diseño de Estructuras Sismorresistentes. Mexico : s.n., 1988.

ZUÑIGA, Norman. 2018. Estudio comparativo de la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de tacna, considerando interacción suelo estructura. Tacna : s.n., 2018.

IX. ANEXOS

Anexo N°1 – Declaratoria de autenticidad de los autores

Nosotros, Luis Ghiomar Pineda Castro y Oliver Manuel Ponce Ramos, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación titulado **“Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E-030-2003 y E-030-2019, Trujillo, 2021”** son:

De nuestra autoría.

El presente Proyecto de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.

El presente Proyecto de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.

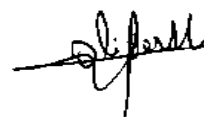
Los resultados presentados en el presente Proyecto de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Trujillo, julio de 2021



Pineda Castro Luis Ghiomar
DNI: 47675097



Ponce Ramos Oliver Manuel
DNI: 70301498

Anexo N°2 – Declaratoria de autenticidad del Asesor

Yo, Josualdo Carlos Villar Quiroz, docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, revisor del proyecto de investigación titulado “Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo, 2021”, de los estudiantes Luis Ghiomar Pineda Castro y Oliver Manuel Ponce Ramos, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo

Trujillo, julio de 2021



Josualdo Carlos Villar Quiroz
DNI: 40132759

Anexo N°3 – Matriz de Operacionalización de variables

Anexo 3.1 Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Respuesta estructural	Una estructura sometida a carga sísmica se basa en el conocimiento del diseñador en relación con la respuesta de la edificación al movimiento de la tierra, de esto dependerá la seguridad del edificio (Nilson, 2001)	Para el análisis comparativo de la respuesta estructural de edificios multifamiliares, se realizará con las normas de diseño sismorresistencia E030-2003 Y E030-2019, además se tendrá en cuenta el software ETABS.	Topografía (catastral)	Localización	Razón
				Ubicación	Razón
			Estudio de mecánica de suelos	Tipo de suelo	Razón
				Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE.	Dimensiones del terreno (m)
			Alturas (m)		Razón

			Análisis sísmico estático	Desplazamientos(m)	Razón
				Distorsiones de entrepiso (drifts)	Razón
				Fuerza cortante(tn)	Razón
			Análisis sísmico dinámico	Desplazamiento (m)	Razón
				Distorsiones de entrepiso (drifts)	Razón
				Fuerza cortante(tn)	Razón
			Análisis comparativo sísmico	Desplazamiento (m)	Razón
				Distorsiones de entrepiso (drifts)	Razón
				Fuerza cortante(tn)	Razón

Anexo 3.2 Indicadores de variables

OBJETIVOS ESPECÍFICO	DIMENSIÓN	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
O.E 1 Gestionar información topográfica (catastral)	Topografía (catastral)	Localización	Para realizar la topografía (catastral), se gestionará información y plano catastral en la municipalidad distrital de huanchaco con el fin de elaborar los planos de ubicación y localización, obteniendo los planos de localización y ubicación.	Técnica: Revisión documental Instrumentos: -Ficha de datos- - AutoCAD	1 día	
		Ubicación				
O.E 2 Gestionar información EMS	Estudio de mecánica de suelos	Tipo de suelo	Para el estudio de mecánica de suelos haremos usos de una revisión documental de esa zona en específica, obteniendo el tipo de suelo.	Técnica: Revisión documental Instrumentos: -Ficha resumen	1 día	

O.E 3 Obtener el diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE.	Diseño arquitectónico de acuerdo a la RNE	Dimensiones del terreno (m)	Para el diseño arquitectónico este será proporcionado por la municipalidad distrital de huanchaco obteniendo las dimensiones y altura del edificio.	Técnica: Revisión documental Instrumentos: -Ficha de datos	2 días	
		Alturas (m)				
O.E 4 Realizar el análisis sísmico estático (fuerzas cortantes, derivas y desplazamientos laterales) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030-	Análisis sísmico estático	Desplazamientos (m)	Para realizar el análisis estático se procesará los datos obtenidos del plano arquitectónico mediante el software Excel y ETABS para obtener valores de desplazamientos, distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes.	Técnica: Revisión documental Instrumentos: -Ficha de datos -Excel -Software ETABS Norma E-030	2 días	
		Distorsiones de entrepiso (drifts)				
		Fuerza cortante(tn)				

2003 y E030-2019						
O.E 5 Realizar el análisis sísmico dinámico (fuerzas cortantes, derivas y desplazamientos laterales) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019.	Análisis sísmico dinámico	Desplazamientos (m)	Para realizar el análisis dinámico se procesará los datos obtenidos del plano arquitectónico mediante el software Excel y ETABS para obtener valores de desplazamientos, distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes	Técnica: Revisión documental	2 días	
		Distorsiones de entrepiso (drifts)				
		Fuerza cortante(tn)				
				Instrumentos: -Ficha de datos -Excel -Software ETABS Norma E-030		

O.E 6 Realizar el comparativo del análisis sísmico (estático y dinámico) aplicado a un edificio multifamiliar mediante la norma E030 - 2003 y E030 – 2019	Análisis comparativo sísmico	Desplazamientos (m)	Se hará una comparación de los desplazamientos, distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes, mediante tablas y figuras.	Técnica: Revisión documental Instrumentos: -Excel	3 días	
		Distorsiones de entrepiso (drifts)				
		Fuerza cortante(tn)				

Anexo N° 4 – Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4.1 Ficha de datos 1

FICHA DE DATOS		
Proyecto: Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y la norma E030-2019, Trujillo, 2020		
Ubicación: Huanchaco tradicional - Trujillo		
Fecha: 15/12/2020		
DESCRIPCIÓN	NORMA E030-2003	NORMA E30 -2019
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES		
Tipo de edificación		
Uso de la edificación - U		
Sistema Estructural		
Coefficiente de reducción sísmica - R		
Factor de amplificación sísmica - C		
Tipo de Suelo - S		
Zona Sísmica - Z		
Dimensiones del edificio		

Firma del Experto

Anexo 4.2 Ficha resumen 1

Titulo:	
Autor:	
Año:	
Resumen:	

Firma del Experto

Anexo 4.3 Ficha de datos 1 completado


FICHA DE DATOS		
Proyecto: Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y la norma E030-2019, Trujillo, 2020		
Ubicación: Huanchaco tradicional - Trujillo		
Fecha: 15/12/2020		
DESCRIPCIÓN	NORMA E030-2003	NORMA E30 -2019
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES		
Tipo de edificación	Edificio multifamiliar	Edificio multifamiliar
Uso de la edificación-U	VIVIENDA	VIVIENDA
Sistema Estructural	Muros estructurales	Muros estructurales
Coeficiente de reducción sísmica - R	5.4	5.4
Factor de amplificación sísmica - C	2.4	2.4
Tipo de Suelo - S	1.20	1.05
Zona Sísmica - Z	0.40	0.45
Dimensiones del edificio	169.36	169.36
Alturas del edificio	1er piso: 3.00m 2do,3ro,4to,5to piso: 2.50m	1er piso: 3.00m 2do,3ro,4to,5to piso: 2.50m


 Luis Anibal Cerna Rondón
 Ing. Civil
 CIP. N° 123512

Firma del Experto

Anexo 4.4 Ficha resumen 1 completado

Titulo:	Propuesta de diseño del pavimento flexible para las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano las lomas sector i, distrito de huanchaco - Trujillo - la libertad, 2018
Autor:	Ramírez Villanueva, María Margarita
Año:	2018
<p>Resumen: El presente trabajo de investigación se hizo en las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano las lomas sector I, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, con la finalidad de realizar una evaluación geotécnica para determinar las características físicas y mecánicas del terreno. Se realizó en campo un estudio geotécnico para construcción, mediante prospección directa que comprende trabajos de excavaciones a profundidad moderada, para lograr una observación directa del terreno y la extracción de muestras para su análisis en laboratorio, en el cual el suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a un suelo intermedio.</p>	



Luis Anibal Cerna Rondón
Ing. Civil
CIP. N° 123512

Firma del Experto

Anexo N° 5 – Validación y confiabilidad

Anexo N° 5.1 – Matriz para evaluación de expertos

				
Título de la investigación:	Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E-030-2003 y E-030-2019, Trujillo, 2021			
Línea de investigación:	Diseño sísmico y estructural			
Apellidos y nombres del experto:				
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Respuesta estructural			
<p>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</p> <p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				


 Luis Anibal Cerna Rondón
 Ing. Civil
 CIP. N° 123512

Firma del Experto