

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de
edificaciones autoconstruida en el Jirón Abtao Cuadra 1
inspeccionadas con el Reglamento Nacional de Edificaciones
de la ciudad de Huánuco, año 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Borja Rueda, Luisangel Omar

ASESORA: García Echevarría, Ericka Selene

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70689957

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23164212

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-6375-6855

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895879	0000-0001-7920-1304
2	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-40008-7633
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:45 horas del día **lunes 02 de junio de 2025**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

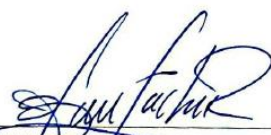
❖ DR. JOHNNY PRUDENCIOM JACHA ROJAS	PRESIDENTE
❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1025-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 INSPECCIONADAS CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, AÑO 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Luisangel Omar BORJA RUEDA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 19:00 horas del día 02 del mes de junio del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIOM JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: LUISANGEL OMAR BORJA RUEDA, de la investigación titulada "Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones autoconstruidas en el Jirón Abtao cuadra 1 inspeccionadas con el Reglamento Nacional de Edificaciones de la Ciudad de Huánuco, año 2023", con asesor(a) GARCÍA ECHEVARRÍA ERICKA SELENE, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 612-2019-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 08 de mayo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfonos: (062) 511-113
Telefax: (062) 513-154
Huánuco - Perú

15. Borja Rueda, Luisangel.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	5%	14%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	es.scribd.com Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	fr.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante y permitir que alcance esta etapa crucial en mi desarrollo académico.

A mi padre, Roberth, por su inquebrantable apoyo y sus sabios consejos, que han sido pilares fundamentales en la formación de la persona que soy hoy.

A mi madre, Julia, por darme la vida y brindarme su amor inmenso e incondicional, que ha sido una fuente inagotable de fuerza, apoyándome a lo largo de este camino como hijo, como persona y ahora como profesional.

A mi hermano, John, por su compañía y su apoyo incondicional, siempre presente en cada paso de mi vida.

A mi querido Bobby, quien durante mis años de universidad estuvo siempre a mi lado en mi habitación mientras estudiaba o trabajaba. Aunque ya no estés conmigo, tu recuerdo sigue vivo y ocupas un lugar especial en mi corazón.

Finalmente, quiero expresar mi más profunda gratitud a todos ustedes por su apoyo durante esta larga espera y los aparentes interminables retrasos. Gracias por estar a mi lado en cada momento y por animarme cuando más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de todo corazón a la UDH el desarrollo académico y las experiencias que me han cambiado la vida mientras asistía a esta universidad. Mi paso por las aulas ha sido una experiencia memorable e iluminadora que siempre quedará grabada en mi trayectoria académica y de desarrollo personal.

Agradezco el apoyo y la confianza que mi asesora, Mg. Ericka Selene García Echevarría, me ha brindado durante este proyecto.

Por último, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia y amigos por su constante apoyo y fe en mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	15
1.3.OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5.LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6.VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	23
2.2.BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. VARIABLE: NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	25

2.2.2. VARIABLE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES ..	32
2.3.2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	84
2.4.HIPÓTESIS	86
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL	86
2.4.2. HIPOTESIS EXPECIFICA	86
2.5.VARIABLES	86
2.5.1. VARIABLE 1	86
2.5.2. VARIABLE 2	87
2.6.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	87
CAPÍTULO III	89
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	89
3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN	89
3.1.1. ENFOQUE	89
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	89
3.1.3. DISEÑO.....	89
3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA.....	90
3.2.1. POBLACIÓN.....	90
3.2.2. MUESTRA	90
3.3.TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	91
3.3.1. TÉCNICAS	91
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	91
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	92
CAPÍTULO IV.....	93
RESULTADOS.....	93
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	93
4.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES	93
4.2.CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ...	114
CAPÍTULO V.....	118
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	118
5.1.CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	118
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES.....	125

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cargas vivas mínimas repartidas	34
Tabla 2	Parapetos y barandas.....	38
Tabla 3	Factor de Carga Viva / Elemento.....	43
Tabla 4	Factores de forma (c)	49
Tabla 5	Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos cierre (c)	50
Tabla 6	Flechas máximas para elementos estructurales.....	54
Tabla 7	Factores de zona.....	59
Tabla 8	Suelos flexibles.....	61
Tabla 9	Parámetros del suelo.....	62
Tabla 10	Categoría de las edificaciones.....	64
Tabla 11	Irregularidades estructurales en altura	66
Tabla 12	Irregularidades estructurales en planta.....	67
Tabla 13	Sistemas Estructurales.....	68
Tabla 14	Categoría y estructura de las edificaciones	69
Tabla 15	Límites para desplazamiento lateral de entrepiso	71
Tabla 16	Valores de C1	79
Tabla 17	Operacionalización de variables	88
Tabla 18	Muestra de estudio	90
Tabla 19	Ficha de características geométricas	91
Tabla 20	Datos técnicos de la casa 01	95
Tabla 21	Datos técnicos de la casa 02.....	98
Tabla 22	Datos técnicos de la casa 03.....	100
Tabla 23	Datos técnicos de la casa 04.....	103
Tabla 24	Datos técnicos de la casa 05.....	106
Tabla 25	Datos técnicos de la casa 06.....	109
Tabla 26	Datos técnicos de la casa 07.....	112
Tabla 27	Niveles de vulnerabilidad.....	114
Tabla 28	Viviendas en vulnerabilidad	115
Tabla 29	Matriz de Consistencia	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Distribución de cargas	47
Figura 2	Cargas en techos curvos	48
Figura 3	Las 4 zonas del territorio nacional	58
Figura 4	Ubicación geográfica	93
Figura 5	Ubicación del proyecto	94
Figura 6	Análisis de Casa N° 01	94
Figura 7	Planimetría en planta de vivienda N°01	96
Figura 8	Análisis en ETABS21.....	97
Figura 9	Análisis de la casa N° 02	98
Figura 10	Planimetría en planta de vivienda N°02.....	99
Figura 11	Análisis en ETABS21.....	99
Figura 12	Análisis de la Casa N° 03	100
Figura 13	Planimetría en planta de vivienda N°03.....	102
Figura 14	Análisis en ETABS21.....	102
Figura 15	Análisis de la casa N° 04	103
Figura 16	Planimetría en planta de vivienda N°04.....	105
Figura 17	Análisis en ETABS21.....	105
Figura 18	Análisis de la casa N° 05	106
Figura 19	Planimetría en planta de vivienda N°05.....	107
Figura 20	Análisis en ETABS21.....	108
Figura 21	Análisis de la casa N° 06	109
Figura 22	Planimetría en planta de vivienda N°06.....	110
Figura 23	Análisis en ETABS21.....	111
Figura 24	Análisis de la casa N° 07	112
Figura 25	Planimetría en planta de vivienda N°07.....	113
Figura 26	Análisis en ETABS21.....	114
Figura 27	Vivienda 1 y 2	136
Figura 28	Viviendas 3 y 4	136
Figura 29	Vivienda 5.....	137
Figura 30	Viviendas 6 y 7	137

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones autoconstruidas en el jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones. El desarrollo actual de la investigación siguió una metodología básica con un enfoque mixto y un alcance explicativo-descriptivo. Utilizó un diseño no correlacional y la población del estudio estuvo constituida por los edificios autoconstruidos del Jr. Abtao bloque 1. La muestra fue elegida por conveniencia y se limitó a siete viviendas autoconstruidas. La técnica empleada fue el uso de una guía de observación.

De acuerdo con la guía de observación, el análisis reveló que el nivel de vulnerabilidad sísmica es más del 50% de las viviendas estudiadas. Esto sugiere que las casas autoconstruidas no se diseñaron adecuadamente antes de su construcción.

Concluyendo de esta manera que el análisis visual de 7 viviendas ubicadas en una zona sísmica determinó que 4 de ellas no cumplen con el Artículo 32 de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente y presentan riesgo sísmico. El análisis visual realizado muestra que las viviendas evaluadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica considerable. Es importante tomar medidas para reducir este riesgo, a fin de proteger la vida y el patrimonio de los habitantes.

Tenemos también que las edificaciones fueron construidas siguiendo las pautas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones. Esto significa que cumplen con los requisitos básicos de construcción, pero no necesariamente con los requisitos específicos para resistir terremotos. Dentro de las conclusiones rescatamos que, el uso del software ETABS21 es esencial para la construcción de edificaciones seguras y resistentes a terremotos. Esto significa que el software es indispensable para garantizar la seguridad de las personas y la protección de las propiedades.

PALABRAS CLAVES: Edificaciones, casa, construcción, reglamento y sísmico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze the level of seismic vulnerability present in self-built structures located on block 1 of Abtao Street in the city of Huánuco, in accordance with the national building regulations. The research followed a basic methodology with a mixed approach and an explanatory-descriptive scope. It employed a non-correlational design, and the study population consisted of self-built buildings on block 1 of Abtao Street. The sample was selected based on convenience and was limited to seven self-built houses. The technique used was an observation guide.

According to the observation guide, the analysis revealed that over 50% of the studied houses exhibit a significant level of seismic vulnerability. This suggests that the self-built houses were not properly designed before their construction.

The visual analysis of the seven houses located in a seismic zone determined that four of them do not comply with Article 32 of the E.030 Seismic-Resistant Design Standard and present seismic risk. The visual assessment indicates that the evaluated houses have a considerable degree of seismic vulnerability. It is crucial to take measures to reduce this risk in order to protect the lives and assets of the residents.

Additionally, it was found that the buildings were constructed following the guidelines established in the national building regulations. This means they meet the basic construction requirements but do not necessarily comply with the specific requirements for earthquake resistance. One of the key conclusions is that the use of ETABS 21 software is essential for constructing safe and earthquake-resistant buildings. This implies that the software is indispensable for ensuring the safety of people and the protection of properties.

KEYWORDS: Buildings, house, construction, regulation and seismic.

INTRODUCCIÓN

La actividad sísmica ha demostrado que puede producirse en cualquier momento y lugar, con magnitudes e intensidades variables, ya que muchas partes de la ciudad contienen edificios que fueron construidos como viviendas unifamiliares, viviendas plurifamiliares, edificios y otras construcciones de forma empírica. Se puede resumir que los daños sísmicos importantes no sólo afectan a la economía, sino también a las estructuras. En Huánuco, por ejemplo, se estima que el 80% de las viviendas fueron construidas empíricamente por albañiles sin realizar un estudio técnico suficiente, por lo que muchas de las viviendas presentan algún grado de susceptibilidad sísmica. No obstante, lo anterior, el objetivo del proyecto de estudio es evaluar el grado de sensibilidad sísmica de las estructuras construidas de manera independiente en el Lote 1 de Abtao de Huánuco utilizando la RNE año 2023.

El desarrollo de la presente investigación consta en la siguiente estructura.

El problema de la investigación se analiza en el primer capítulo, en el que también se describe el problema a nivel global, nacional y local. A partir de esta descripción, se formulan preguntas generales y específicas, así como objetivos generales y específicos. Para llevar a cabo la investigación se utilizan tres justificaciones teóricas, prácticas y metodológicas, y también se describen la viabilidad, las limitaciones y las restricciones de la investigación.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico. Se presentan los antecedentes y las bases teóricas de forma más pertinente para la variable y se definen los términos conceptuales. Se presentan las hipótesis generales y específicas, y la operacionalización de la variable se realiza de forma metódica utilizando dimensiones e indicadores.

En el tercer capítulo, se explica la metodología, junto con la definición del tipo de investigación, la metodología empleada, el ámbito o nivel del estudio, el diseño de la investigación, la población y la muestra elegidas para el análisis, y los métodos utilizados para la recogida, el tratamiento y el análisis de los datos.

Además de ofrecer una descripción exhaustiva de los resultados, en el cuarto capítulo se comparan y contrastan las hipótesis generales y particulares a la luz de la información recogida en la guía de observación.

Por otra parte, cada resultado se analiza en función del mismo en el quinto capítulo, que también incluye recomendaciones, referencias bibliográficas y conclusiones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Podemos observar la autoconstrucción en distintos lugares al nivel nacional, ya sean viviendas familiares, viviendas multifamiliares, edificios, etc.; se construyen a diario por los mismos propietarios, con conocimientos íntegramente empíricos, sin el asesoramiento de profesionales y sin tomar en cuenta las normas básicas de construcción de edificaciones dictaminadas; causando de esta manera que las construcciones tengan estructuras deficientes y/o vulnerables ante cualquier evento telúrico que pueda ocurrir.

A nivel internacional, la actividad sísmica ha demostrado que puede ocurrir en cualquier momento y lugar, con diferentes magnitudes e intensidades. Los daños ocasionados por los movimientos sísmicos de gran magnitud se resumen con consecuencias no solo en daños a las estructuras y la economía, sino también a la vida y la salud de la población en general.

Según la BBC Mundo (2017), América Latina es particularmente propensa a los terremotos debido a su ubicación cerca de placas en movimiento. Prueba de ello es el hecho de que la región ha experimentado numerosos temblores a lo largo de su historia, incluyendo los terremotos más intensos que han ocurrido en Chile, uno el 22 de mayo de 1960 con magnitud de 9.5, el segundo el 13 de agosto de 1868 con magnitud de 9, y, el tercero el 27 de febrero de 2010 con magnitud de 8.8; países como Guatemala, Perú, Ecuador y Nicaragua también están dentro de esta lista, ya que tuvieron dentro de su territorio a los peores terremotos vividos en la historia de América Latina.

De igual manera el Perú no está exento de este tipo de desastres naturales, puesto que, en nuestro territorio hemos sido espectadores y partícipes de muchos acontecimientos de esta naturaleza, que, cabe decir, tuvieron consecuencias graves a nivel económico y estructural, como también, la pérdida de vidas humanas.

El INDECI (2006), nos indica sobre los datos estadísticos sobre la prevención y respuesta a desastres, señala que dentro del territorio peruano han ocurrido 81 sismos datados desde el año 1471 a octubre del 2005. Cabe

resaltar, que en nuestro país muchas veces los propietarios recurren a la autoconstrucción debido a que en la mayoría de casos no cuentan con el asesoramiento debido y/o también por acortar gastos en cuanto a materiales, personal, asesoría técnica y/o profesional; y por ende no se emplea el RNE, el cuál es sumamente necesario dentro de los procesos constructivos de cualquier edificación para evitar posibles fallos a nivel estructural frente a movimientos sísmicos y los daños que estos puedan ocasionar a las personas que se encuentren al interior de la vivienda.

A nivel local, en Huánuco se puede observar que un 80% de las edificaciones existentes son autoconstrucciones en su totalidad, sin ningún tipo de supervisión profesional, aplicación de normas técnicas ni el RNE. La falta de formalidad en la construcción de viviendas y edificios en la localidad de Huánuco se debe a muchos factores dentro de los cuales están los ya mencionados (falta de profesionales, control y supervisión de calidad de los diversos materiales, etc.) (Evaristo, 2022).

En el mismo contexto, la investigación del proyecto tiene como objetivo adaptar y mejorar los métodos existentes que se utilizarán originalmente para evaluar la vulnerabilidad en el entorno local. Por tanto, es necesario precisar y precisar qué edificios corren mayor riesgo y qué zonas críticas requieren mayor atención. Estos escenarios pueden ayudar eficazmente en el desarrollo de investigaciones, la mitigación de riesgos y la creación de planes de acción de emergencia, reduciendo así significativamente las pérdidas causadas por posibles eventos sísmicos a nivel estructural, económico y social.

Es por esta razón que después de ahondar en el problema descrito, que se busca evaluar, determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones autoconstruidas en el jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el RNE, año 2023.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones, año 2023?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿De qué manera el incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?

¿Cuál es el nivel de eficacia del cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?

¿Qué norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?

¿Cuál es el comportamiento sísmico de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones autoconstruidas en el jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones, año 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar de qué manera el incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

Analizar el nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

Determinar qué norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en cumplimiento con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

Analizar el comportamiento sísmico mediante software ETABS21 acorde al reglamento nacional de edificaciones de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Esta justificación se fundamenta en la vital importancia de atender la integridad estructural de las residencias en una zona propensa a los movimientos sísmicos. La necesidad de realizar esta evaluación se apoya en la salvaguardia de vidas humanas, la protección de la propiedad y la contribución al desarrollo sostenible de la comunidad. Además, el estudio proporciona información pertinente que puede servir como base para futuras mejoras en las regulaciones de construcción y en la toma de decisiones vinculadas a la administración de riesgos sísmicos en Huánuco.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación se justificó debido a que en el jirón Abtao – cuadra 1 se ha descubierto que muchas casas están mal construidas y no cumplen con los requisitos sísmicos mínimos, lo que las deja vulnerables a derrumbes o daños graves durante futuros desastres naturales. En este contexto, este estudio se llevó a cabo para evaluar la vulnerabilidad de los edificios residenciales a los terremotos. Los resultados pueden ayudar a las comunidades a prevenir muertes y diseñar mejores viviendas que cumplan con los estándares sísmicos, y

también facilitará el conocimiento acerca del tema materia de investigación.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Se justificó en la operacionalización de nuestras variables de estudio y el estudio del marco teórico, mismos que sirvieron como base para realizar los instrumentos de medición de dichas variables. Este estudio también incluye varios métodos, técnicas, estrategias y otras herramientas que serán útiles para futuras investigaciones.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las limitaciones o restricciones de este estudio, fue logrado obtener la aprobación y el consentimiento de los propietarios de las viviendas elegidas para nuestra muestra de investigación dada.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad de la investigación se llevó a cabo de manera exitosa. En resumen, la viabilidad de la investigación se sustenta en la disponibilidad de los recursos necesarios para su realización. Estos recursos permitieron que la investigación se llevara a cabo de manera satisfactoria y dentro del plazo establecido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Lloor et al. (2021), en su investigación científico titulado: “Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santa Marianita – Manta – Ecuador”; El objetivo general fue determinar el índice de vulnerabilidad de la construcción rural en el municipio de Santa Marianita, Ecuador. Se trata de un estudio descriptivo con enfoque cualitativo. La población corresponde al número de edificios y/o casas del municipio de Santa Marianita de la ciudad de Manta, de las cuales se seleccionaron como muestra 84 casas utilizando como métodos de investigación la observación y la entrevista. Llegó a la siguiente conclusión:

La resistencia sísmica de las casas en el municipio de Santa Marianita es significativamente alta. Además, teniendo en cuenta que más del 50% de las construcciones presentan daños no visibles, se puede concluir que alrededor del 69% de estas viviendas satisfacen las normas definidas en la Normativa Estándar - ecuatoriana. Esto se debe a que el valor "S" es inferior a 2, no se puede garantizar la integridad estructural de estas casas en caso de una falla a tierra. Además, la información obtenida a través del método FEMA P-154 se comparó con observaciones y entrevistas a residentes de la zona, lo que confirmó la falta de viviendas estructuradas y no estructuradas, así como dificultades socioeconómicas. Condiciones específicas de las zonas rurales que dificultan la construcción o renovación de edificios de acuerdo con normas que cumplan plenamente con los principios básicos de las normas de construcción.

Estrada y Vivanco (2019), en su investigación científico titulado: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador”, El objetivo general era realizar una evaluación de

vulnerabilidad sísmica y un análisis estructural lineal y no lineal de un edificio residencial y proponer soluciones de refuerzo alternativas que proporcionen una respuesta sísmica sostenible y proporcionen beneficios rentables. Para llegar a la siguiente conclusión:

Un análisis visual rápido de los inmuebles, siguiendo las directrices del Manual P-154 de FEMA (Evaluación Visual Rápida de Edificios para Posible Riesgo Sísmico, lo que indica que los edificios en cuestión presentan una alta vulnerabilidad ante los terremotos. Además, se observaron problemas estructurales tanto en términos de altura como de distribución que afectaron negativamente la integridad estructural de la edificación, siendo los problemas de distribución en diferentes niveles los más críticos. Esta situación se origina cuando los niveles inferiores de una parte del edificio no coinciden con los niveles inferiores de otra parte del mismo. También se encontró que los componentes de carga lateral y de gravedad no cumplían con los requisitos especificados en NEC-SE-DS y por lo tanto, no proporcionaban un rendimiento estructural adecuado, como sección mínima, distancia entre armadura lateral y revestimiento y resistencia del material. Dado que este edificio es un edificio informal y las características de los componentes estructurales hacen que la estructura sea vulnerable, ya que las arcadas no aportan estabilidad estructural, sino que son los muros de relleno los que agregan peso y resistencia adicional a la construcción.

Cárdenas (2021), en su investigación científico titulado: “Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe” por la Universidad Politécnica de Madrid; El objetivo general fue diagnosticar la sensibilidad de estructuras de edificios de tierra con diferentes configuraciones geométricas ante eventos de diferente intensidad sísmica, de modo que se puedan priorizar las medidas necesarias. Este estudio se basa en un enfoque experimental y utiliza como muestra 45 edificios históricos del centro histórico de Cuenca (Ecuador). Llegué a la siguiente conclusión:

Los resultados mostraron una amplia gama de valores de propiedades materiales. Sin embargo, tenga en Se nota que la

capacidad de resistencia a la compresión de los ladrillos de adobe es sólida y los bloques de Adobe comprimidos es mayor que la de los bloques de Adobe tradicionales. Los registros de inventario las clasifican como construcciones de tierra, pero sólo el 62% tenían paredes de tierra. Estos muros tienen una apertura del 30%. Del largo total del muro de tierra, el 28% es menor que la norma peruana ($a \geq 0,40$ m), y el 55% no cumple con esta norma en cuanto a espesor. En el enfoque experimental, para terremotos usando acelerómetro $Z = 0,05$ g, cuando $Z = 0,25$ g, 2% es sensibilidad baja, 69% es sensibilidad media, 29% es sensibilidad alta, 16% es sensibilidad media, así se ha demostrado. Confidencial. estaban frágiles y el 84% estaban gravemente frágiles. Utilizando el método de consumo de energía probado en fachadas, partimos de la vulnerabilidad hasta la identificación de daños y encontramos que todos los mecanismos probados son altamente susceptibles a fallar y tienen altas intensidades sísmicas, siendo el mecanismo D. El más susceptible, asegúrese de que sea difícil de recibir. Este análisis posibilitó la creación de curvas de vulnerabilidad que son aplicables a cualquier estructura de tierra compactada, siempre y cuando las condiciones se asemejen a las del presente estudio. En última instancia, empleamos estas curvas para calcular las pérdidas y daños en cada escenario.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Arévalo (2020), en su investigación científico titulado: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres” por la UPC; tuvo como objetivo general determinar el nivel existente de la vulnerabilidad sísmica en viviendas construidas de manera informal en el A.H. San José, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones; este estudio utilizó una combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, La población estuvo conformada por 21 hogares, de los cuales 7 fueron seleccionados al azar. Llegó a la siguiente conclusión:

Los valores determinados por los cálculos de densidad de las paredes tienen una mala distribución, en una dirección son mucho más altos que el valor requerido, pero en la otra dirección representan una falta de densidad, lo que conduce al colapso en caso de un fuerte terremoto. Eso lleva a Debido al efecto de giro. El análisis de sensibilidad y el análisis del comportamiento sísmico proporcionan una evaluación del riesgo sísmico de alto rendimiento, suponiendo que todos los edificios colapsarán en caso de un terremoto importante y determinan los desplazamientos de acuerdo con los criterios de diseño del método estático. En general, la calidad de construcción y los materiales de la mayoría de los modelos revisados se calificaron de pobre a pobre. El modelo Etabs 2016 utiliza parámetros de diseño sísmico fijos para modelar un nivel de expectativas más alto que el que ocurre actualmente en cada propiedad encuestada en función de las expectativas de cada propietario expresadas en el modelo de encuesta. Como resultado, el edificio diseñado colapsa debido al comportamiento sísmico inadecuado durante sismos fuertes, ya que el valor de desplazamiento del centro de gravedad excede los límites permitidos para la vivienda en el sistema constructivo. Los resultados obtenidos estos métodos posibilitan la valoración de la susceptibilidad ante sismos de la presente de estructuras expuestas a terremotos. El área se encuentra situada en una región con una considerable actividad sísmica, lo que aumenta aún más su vulnerabilidad. Finalmente, se recomienda limitar la edificación de construcciones sin la asesoría de ingenieros certificados y la promoción de políticas que fomenten la seguridad en la vivienda en áreas urbanas.

Arias y Vargas (2018), en su tesis titulada: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay - Angaraes” por la Universidad Nacional de Huancavelica; tuvo como objetivo general delimitar el grado de análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el Distrito de Lircay–Angaraes; investigación de tipo aplicada de nivel descriptivo comparativo, su población estuvo constituida por todo el distrito de

Lircay – Angaraes y donde el estudio, se seleccionaron 30 viviendas del distrito como muestra. Las herramientas empleadas en el proyecto como instrumento y técnicas incluyeron, la observación y el análisis de datos y el análisis de documentos, llegando a las siguientes conclusiones:

Hasta que las autoridades locales encargadas de aprobar los permisos de construcción pongan en marcha otras estrategias para combatir y monitorear la construcción informal de bricolaje, esto seguirá sucediendo, reduciendo la vulnerabilidad en caso de terremotos, el sexo y el riesgo no se reducen. De los 30 propietarios evaluados, el 60% construyó sus viviendas sin planificación ni supervisión durante la construcción. Esto indica que la construcción de sus casas surgió de forma espontánea, es decir, por sugerencia de una de las empresas constructoras, o que estas casas también fueron construidas según planos arquitectónicos. regla. Del propio propietario. La población local tenía recursos limitados, lo que los llevó a comprar materiales inferiores y utilizar mano de obra no calificada. Los materiales utilizados para construir las viviendas de los residentes son inferiores o de baja calidad. Control de calidad insuficiente de los materiales. El material de construcción artesanal (ladrillo) utilizado en todo tipo de casas tiene las características de baja resistencia, grandes diferencias dimensionales y alta absorción de agua. Esto se debe a que los bloques de piedra hechos a mano no se queman de manera uniforme. Las pruebas se realizaron con ladrillos hechos a mano en un laboratorio universitario.

Sánchez y Alvarado (2020), en su investigación científico titulado: “Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el centro poblado de Víctor Raúl haya de la torre – Virú 2020” por la Universidad Privada del Norte; El objetivo general fue realizar un análisis de riesgo sísmico de casas cerradas de ladrillo y edificaciones informales en el centro urbano Víctor Raúl Haya de la Torre en el distrito de Viro. En un estudio de naturaleza descriptiva y diseño transversal no experimental, se seleccionó una población compuesta por 57 viviendas de construcción informal localizadas en el centro de la ciudad de (VRHT), en el departamento de La Libertad. La

técnica utilizada fue la gestión documental y la herramienta fue un ataque. Llegamos a las siguientes conclusiones:

Un análisis de sensibilidad sísmica de Las casas construidas de manera no formal en el corazón de Víctor Raúl Haya de la Torre (VRHT), en el distrito de Viro, se exhiben como ejemplo que el 7.02% de las viviendas tienen sensibilidad baja y el 57.89% de las casas tienen sensibilidad media, se demostró que la hay. Exhibición. Riesgo bajo, 33,33% riesgo medio-alto y 1,75% riesgo alto, confirmando nuestra hipótesis propuesta.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Cervantes (2019), en su tesis titulada: “Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en la urbanización Paucarbamba, distrito de amarilis – Huánuco” por la Universidad de Huánuco; tuvo como objetivo general determinar la vulnerabilidad sísmica en viviendas, para reducir el riesgo en la Urbanización Paucarbamba, investigación de tipo aplicada con enfoque mixto y diseño no experimental con dirección prospectiva y corte transversal, su población estuvo constituida por aquellas viviendas que se encuentran en la urbanización Paucarbamba, y, se tomó como muestra a 100 viviendas; las técnicas que se emplearon fichas y/o formatos correspondientes a varios métodos, incluyendo el método italiano y el FEMA 154. A partir de estos procedimientos, se derivaron las siguientes conclusiones:

Durante la evaluación de los mapas de riesgo sísmico e isobáricos para toda el área urbana de las provincias de Bucarbamba y Amarilis, se encontró que toda el área urbana de la provincia de Amarilis presenta un riesgo sísmico moderado. De acuerdo con el índice de fragilidad utilizando el método Benedetti-Petrini de origen italiano, se determinó que el 70% de las viviendas exhiben un nivel de vulnerabilidad moderado, al tratarse de casas autoconstruidas sin apoyo técnico constructivo. Esta metodología incluye elementos de evaluación más cualitativos y por tanto es más rigurosa en términos de

evaluación. Se tuvieron en cuenta muchos factores: la irregularidad del edificio, el tipo de techo, la forma de la casa, la ubicación de los cimientos, la distancia máxima entre las paredes. Este último factor es el principal factor que influye en la construcción, donde la mayor parte de las residencias evaluadas fueron dadas de manera empírica por profesionales.

Espinoza (2019), en su investigación científico titulado: “La informalidad en la construcción de viviendas de albañilería y su influencia en la vulnerabilidad sísmica en el sector 4, distrito de amarilis – Huánuco – 2019” por la UDH; El objetivo general fue determinar el impacto de las actividades informales en la construcción de viviendas cerradas de ladrillo sobre la vulnerabilidad sísmica del sector 4. Amarilis – Huánuco, 2019. Investigación cuantitativa descriptiva y diseños no experimentales. La población está compuesta por 80 edificios o residencias pertenecientes al sector 4 del municipio, municipio y distrito de Huánuco Amarilis y 30 edificios pertenecientes a este sector, se aplicaron metodologías que incluyeron la observación directa, el análisis de puntuaciones y la realización de cuestionarios en viviendas construidas con ladrillo y sus respectivos propietarios. A partir de estos enfoques, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los resultados descritos en este estudio indican que la informalidad, el diseño estructural y el control por parte de los residentes y supervisores locales en la construcción de casas cerradas de piedra pueden influir efectivamente en la resistencia sísmica de las casas cerradas de piedra. Sector 4 Área Amarilis – 2019.

Atayauri (2019), en su tesis titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones existentes en Cayhuayna baja, distrito de Pilco marca – Huánuco - Huánuco” por la UDH; El objetivo general fue determinar el impacto de las actividades informales en la construcción de viviendas de ladrillo cerrado sobre la vulnerabilidad sísmica del sector 4. Amarilis Huánuco, 2019. Investigación cuantitativa descriptiva y proyectos no experimentales. La población está compuesta por 80 edificios o residencias pertenecientes al sector 4 del municipio, municipio y distrito de Huánuco Amarilis y 30

edificios pertenecientes a este sector. En el caso de las casas de ladrillo y sus propietarios se utilizaron métodos de observación directa, análisis de valor y cuestionarios y se llegó a las conclusiones siguientes:

Los datos descritos en este estudio indican que la informalidad, el diseño estructural y el monitoreo por parte de los residentes y supervisores cuando se construyen casas de piedra pueden influir efectivamente en el desempeño sísmico de las casas de piedra. Sector 4 Área Amarilis - Huánuco – 2019.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VARIABLE: NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Uno de los principales indicadores en el Perú con respecto a la hidrología es la presencia de la escorrentía que se realiza año en año en cada parte del territorio nacional. Para ello se ha calculado que de las tres vertientes que posee el Perú poseen anualmente una escorrentía de 64 814.8 m³/s, esto pues representa aproximadamente el 5% de la escorrentía mundial. Cada vertiente tiene un volumen de escorrentía la cual se distribuye como se muestra en la Tabla 1, de los cuales también se tiene una disponibilidad aproximada de 51.17 km³/año. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020).

Los sismos

Simbaña (2013), un terremoto, seísmo o temblor es un fenómeno geológico que se produce de forma repentina a causa de la liberación súbita de la energía almacenada en una región de la tierra. Siempre hay que recordar que los terremotos son fenómenos completamente naturales y están asociados a procesos que ocurren en la Tierra y no tienen nada que ver con el calor, el frío u otros procesos atmosféricos. La aparición de terremotos no depende de la estación ni del clima. Además, la ciudad de Santiago de Cuba no se hundiría en el mar a causa de un terremoto, como a veces se supone.

CENEPRED (2017), Vale la pena señalar que los terremotos se generan debido a la liberación de energía en puntos de la debilidad

dentro de la Tierra es la fuente de energía de los terremotos. Cuando se produce un terremoto, la liberación de esta energía se manifiesta como ondas sísmicas que se extienden por el interior del planeta. Las ondas siguen diversos trayectos antes de alcanzar la superficie terrestre.

Tipos de sismo

Bolt (1981), Dijo que se pueden dividir en Existen tres categorías según la profundidad en la que se origina la liberación de energía sísmica, que son: superficial (con un epicentro a unos 70 km de profundidad), intermedia (con profundidades que varían entre 70 km y 300 km), y profunda (con más de 300 km de profundidad). El epicentro es el punto desde el cual se desprende la energía durante un terremoto. El epicentro, por otro lado, es el punto de la superficie terrestre directamente encima del epicentro. Los terremotos se clasifican de la siguiente manera:

- **Superficiales:** Se trata de terremotos cuyo centro de masa, los terremotos subterráneos típicamente no alcanzan una profundidad superior a los 70 kilómetros. Por lo general, se les considera los más devastadores debido a que afectan directamente la superficie terrestre. Donde los terremotos son los más frecuentes, con epicentros normalmente situados a profundidades de 10 a 25 km. (Bolt, 1981)
- **Intermedios:** El epicentro ocurre a profundidades que varían entre los 70 y 300 kilómetros bajo la superficie terrestre. (Bolt, 1981)
- **Profundos:** Estos movimientos sísmicos tienen su origen a profundidades que están más allá de los límites de la litósfera, a profundidades que exceden los 300 kilómetros bajo la superficie terrestre. Debido a su gran distancia desde la superficie terrestre, son apenas perceptibles y también son menos comunes, disminuyendo significativamente en frecuencia cuando el foco se encuentra a profundidades menores de 650 kilómetros. Estos eventos sísmicos son conocidos como Batisismos. (Bolt, 1981)

Sismicidad en el Perú

Se argumenta que la actividad sísmica en la región peruana se origina debido al fenómeno de subducción de las placas tectónicas y la dinámica interacción entre estas dos estructuras geológicas que se presentan en el continente. Los terremotos se diferenciaron según la profundidad de la ruptura de la superficie. Los terremotos poco profundos ocurren entre la falla Perú-Chile y la costa desde la provincia de Tumbes hasta Tacna, lo que la convierte en la principal fuente de terremotos en el país. La segunda fuente de actividad sísmica proviene de la deformación de la corteza terrestre en la Cordillera de los Andes, lo que desencadena terremotos en la región sur andina antes de desaparecer en la llanura amazónica. Los terremotos intermedios se dividen en tres áreas bien definidas: la primera corre a lo largo de la costa, al sur del paralelo 8° de latitud; la segunda se encuentra en la región subandina en la dirección norte y nordeste; y la tercera se ubica en los Andes del sur. Esta área abarca el noreste de la región norte, así como una porción del sur del Perú. Los terremotos de gran profundidad suelen ocurrir en dos direcciones: Los eventos sísmicos en la región han ocurrido tanto en la frontera sur entre Perú y Brasil como en la frontera este-oeste entre Perú y Bolivia. Sin embargo, la causa exacta de estos eventos aún está siendo investigada. (IGP, 2014)

Origen de los sismos peruanos

En el territorio peruano, los sismos forman parte de los desastres naturales que más afectan el país, donde la placa de Nazca, que es una placa oceánica, se desplaza hacia abajo en el manto a una velocidad aproximada de 7-10 centímetros por año, mientras que la placa continental se desplaza a una velocidad de alrededor de 4 centímetros por año, donde se puede decir que el desplazamiento o movimiento conduce a la acumulación de energía en regiones específicas que resisten los movimientos de las placas (Perucca et al., 2006).

Esta energía se manifiesta a través de sismos y la actividad volcánica. La destrucción comienza en el epicentro o debajo del epicentro y luego se extiende por su área dependiendo de la fuerza del epicentro. El siguiente diagrama señala la convergencia entre la placa

de Nazca y la placa Sudamericana que están dentro de (oceánica entre continental). En este lugar, se observa una zona de subducción poco profunda, que se distingue por la conexión entre las placas tectónicas de Sudamericana y nazco, lo cual proporciona el mecanismo básico para los procesos de compresión. La mayoría de los terremotos del mundo ocurren en esta región, hasta una magnitud de 9,0 a profundidades de aproximadamente 40 a 50 km (Lario y Bardají, 2017).

Vulnerabilidad sísmica

Barbat et al. (2005), se define como la extensión del daño estructural debido al movimiento sísmico de una fuerza o intensidad específica, generalmente expresada como aceleración del suelo.

La vulnerabilidad se refiere a una característica del comportamiento de la estructura y abarca su capacidad de resistencia ante terremotos y rupturas como ley de causa y efecto (Lantada, 2007).

Awad, R. (2012), Esto indica que la vulnerabilidad sísmica depende, entre otras cosas, de la sismicidad local, los mecanismos de falla disponibles, la fuerza del terremoto y las características geotécnicas del área. En segundo lugar, depende de la construcción sismorresistente, el tipo de material, la configuración de altura, la planta, etc. La importancia de la inspección es conocer el estado actual del edificio. En base a esto, se deben desarrollar planes de recuperación y anticipar los impactos adversos, tanto en términos económicos como sociales). Hay dos métodos de evaluación. Uno es un método subjetivo que enfatiza los daños causados por los terremotos mediante análisis estadístico. Un enfoque de evaluación que se basa en un modelo de construcción que considera las propiedades de los materiales, las cargas aplicadas y los recursos utilizados.

Clases de vulnerabilidad sísmica

Cantos et al. (2018), define a las clases de vulnerabilidad sísmica de la siguiente manera:

- **Estructura vulnerable:** Se puede definir como la propensión de

los componentes que integran la estructura de un objeto a sufrir daños debido a la interacción conjunta. de cargas estructurales y fuerzas inducidas por movimientos sísmicos. Un elemento estructural es un elemento que tiene la función de soportar la estructura, es decir, transferir y transportar cargas del mismo peso desde el edificio hasta los cimientos y hasta el suelo. Y el estrés provocado por el terremoto. Estos elementos incluyen, entre otros, columnas, vigas, pisos y paredes. Se dice que un diseño adecuado es la clave para la supervivencia de un edificio incluso en caso de un desastre natural a gran escala como un terremoto. (Cantos et al., 2018)

- **Vulnerabilidad no estructural:** Su finalidad es determinar la exposición de elementos no estructurales. Ya sea que un edificio colapse o no, puede resultar dañado por fallas de elementos no estructurales. Estos se utilizan comúnmente en instituciones educativas y centros de salud. Porque el valor fundamental allí no es el suelo, las vigas, las columnas, etc. Sin embargo, en los muebles. Por lo tanto, el funcionamiento de los hospitales modernos depende en gran medida de estos elementos, y el fallo de estos elementos puede inutilizar los hospitales modernos. Los objetos no estructurales se pueden dividir en tres categorías: arquitectura, equipamiento, mobiliario y bienes de capital. (Cantos et al., 2018)

Autoconstrucción

Para Camacho (1998), La autoconstrucción se refiere a la construcción empírica o técnicas de construcción empíricas, esto se refiere en las que usted mismo hace el trabajo. La construcción de autoayuda se lleva a cabo de forma gratuita, pero la diversidad de actividades de construcción hace uso de redes de personas que se ayudan entre sí y, a veces, sólo se llevan a cabo actividades que requieren un cierto nivel de experiencia.

Un conjunto de medidas constructivas y sistemáticas encaminadas a intervenir y transformar directamente los espacios de

vida de los habitantes según sus necesidades, intereses y recursos. (Paisaje transversal, 2019).

DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

• D1. Aspectos estructurales

Castro y Battaglia (2021), define un aspecto estructural como cualquiera de las partes separadas pero interrelacionadas en las que se puede dividir una estructura para fines de diseño. Estos elementos están diseñados, calculados y verificados según los estándares de resistencia de materiales son normas aplicadas en el ámbito de la arquitectura y la ingeniería para garantizar la solidez de los componentes de construcción, en ellos estos elementos son concebidos, evaluados o dimensionados con el propósito de satisfacer una serie de condiciones y especificaciones., que incluyen:

- **Criterio de resistencia.** Se refiere a la verificación de que las tensiones máximas en el material del elemento estructural no exceden ciertos límites permitidos. (Castro y Battaglia, 2021)
- **Criterio de rigidez.** Implica asegurarse de que, cuando se aplican fuerzas, las deformaciones o desplazamientos máximos no superen valores aceptables. (Castro y Battaglia, 2021)
- **Criterios de estabilidad.** Se centra en la evaluación de que las diferencias entre las fuerzas reales y las cargas anticipadas no deben tener consecuencias que puedan resultar en la pérdida de equilibrio mecánico o la inestabilidad elástica. (Castro y Battaglia, 2021)
- **Criterios de funcionalidad.** Se incorpora un conjunto de condiciones adicionales que se vinculan con los requisitos y las peticiones que pueden surgir en el transcurso de la vida útil o la utilización de la estructura. (Castro y Battaglia, 2021)

CLASIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS/ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

- **Dimensionalidad del elemento.** Esto se refiere a si los elementos pueden ser representados como estructuras unidimensionales (como vigas, pilares, arcos, etc.), bidimensionales (como placas,

membranas o láminas) o de tres a que se les llama tridimensionales. (Castro y Battaglia, 2021)

- **Forma geométrica y/o posición.** La forma específica de un elemento tiene un impacto en cómo se modela en el análisis estructural. Por ejemplo, si un componente es lineal, como una viga, o tiene una forma curva, como un arco, el modelo debe representar estas variaciones. Además, la ubicación o dirección también debe ser adecuadamente considerada en el modelo en el que influya en el tipo de esfuerzos que experimenta el elemento. (Castro y Battaglia, 2021)
- **Tipo de tensiones predominantes y cargas aplicadas:** Los tipos de tensiones predominantes pueden incluir tracción (como en cables y membranas), compresión (en ello están los pilares), flexión (como en placas vigas, arcos) o torsión (como en ejes de transmisión, entre otros). Estas tensiones dependen de las cargas aplicadas al elemento. (Castro y Battaglia, 2021)
- **D2. AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

Newell (2010) Destaca que la vida útil de una casa está determinada por los materiales con los que está construida. También es importante saber cómo mantener su hogar a largo plazo.

Se dice que la vida útil media de una casa es de 35 a 50 años. Sin embargo, este período puede ampliarse a 75 años o más si se realiza un mantenimiento adecuado dentro de este período. La vida útil de una casa también depende de las siguientes condiciones:

- **Materiales:** La vida útil de los materiales donde la durabilidad es un aspecto fundamental que influye significativamente en el período de vida de una vivienda. (Newell, 2010)
- **Maderas:** El estado de la madera dura más de 30 años. Todo depende de las condiciones de humedad a las que esté expuesto y de si se han aplicado tratamientos preventivos para frenar el deterioro. (Newell, 2010)

- **Aluminios:** El aluminio, al igual que la madera, puede durar más de 40 años y requiere un mantenimiento para evitar daños por corrosión y, en menor medida, oxidación. Objeto de PVC. La vida útil del PVC es de aproximadamente 30 años. Sin embargo, esta vida al aire libre reduce la luz solar y la humedad. color. Aunque las superficies externas e internas pueden permanecer en buen estado hasta por 20 años, lo mejor es realizar la prevención cada 10 años. En el caso de precinto, el plazo máximo es de 10 años. Se recomienda realizar el mantenimiento general del hogar cada 10 años. Esto extiende la vida útil de su hogar y reduce los daños causados por el clima y otros factores. (Newell, 2010)

D3. TIPO DE USO DE EDIFICACIÓN

De acuerdo con el RNE (2019), la clasificación de las edificaciones es la siguiente:

- **T1.** Edificios que son menos susceptibles a tormentas y vientos dinámicos, como: Edificios bajos o delgados y edificios cerrados. Su techo puede soportar cargas sin cambiar de forma. (RNE, 2019)
- **T2.** Se refiere a construcciones que, debido a su forma esbelta, son susceptibles a ser afectadas por ráfagas de viento. Esto abarca edificaciones tales como torres de agua, vallas publicitarias y, en términos generales, cualquier estructura que tenga una dimensión relativamente pequeña en la dirección del viento. (RNE, 2019)
- **T3.** Incluye a construcciones que plantean desafíos específicos desde el punto de vista de la aerodinámica, como cúpulas, arcos, antenas, chimeneas delgadas y techos suspendidos. (RNE, 2019)

2.2.2. VARIABLE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Definición

El Código de Construcción es una norma técnica que deben observar todas las autoridades que planifican o ejecutan ampliaciones

urbanas o intervenciones constructivas en el marco legal se aplica al territorio del Estado y a las entidades tanto individuales como corporativas del ámbito privado. Además, constituye la única normativa que establece los niveles mínimos de calidad y los estándares esenciales para la planificación, construcción y mantenimiento de edificaciones y estructuras urbanas. Se actualiza total o parcialmente de forma periódica, en función de los avances tecnológicos y la demanda comercial. (Gob.pe, 2021).

Dimensiones de la variable independiente

D1. E.20: Normas peruanas de cargas

Capítulo 1 - Generalidad

Artículo 1.- Alcance

Las construcciones y sus componentes deben tener la capacidad de soportar las cargas que se les apliquen según la finalidad prevista para la estructura. Estas fuerzas aplicadas deben cumplir con las combinaciones de fuerzas indicadas no deben resultar en tensiones ni deformaciones que excedan los límites definidos para cada tipo de material estructural dado, según las regulaciones de diseño correspondientes. (RNE, 2019)

Artículo 2.- Definición

Carga: Se hace referencia a las fuerzas o influencias que surgen debido al peso de los materiales de construcción, la presencia de personas en el espacio y sus objetos personales, además de los impactos del entorno, variaciones en el movimiento y alteraciones en las dimensiones que están limitadas. (RNE, 2019)

Carga Muerta: Se refiere al peso total de los materiales empleados, dispositivos de utilidad, maquinaria, divisiones y otros componentes que la estructura debe resistir, englobando también su propio peso. Estos elementos pueden ser permanentes o tener variaciones de peso insignificantes con el tiempo. (RNE, 2019)

Carga Viva: Se hace alusión al conjunto del peso de todas las personas que están dentro del espacio, así como el de los materiales, dispositivos, mobiliario y otros objetos móviles que la estructura debe sustentar. (RNE, 2019)

Capítulo 2: Carga Muerta

Artículo 3.- Materiales

Se tomará en cuenta el peso efectivo, en el cual se refiere al conjunto de la masa de los materiales que forman la edificación y los que la estructura tiene la responsabilidad de mantener. (RNE, 2019)

Artículo 4.- Dispositivos de Equipos y de servicios

La carga muerta comprenderá el peso que proviene de todos los componentes de servicio que se encuentren en la estructura, tales como conductos, tuberías, y otros dispositivos similares, sistemas de climatización, ascensores, instalaciones eléctricas, maquinaria relacionada con los ascensores y otros dispositivos similares que estén fijos en la estructura del edificio. Por otro lado, el peso de los equipos que se utilizan para amueblar un espacio específico se considerará como parte de la carga viva. (RNE, 2019)

Artículo 5.- Tabiques

Los tabiques por medio del peso se tendrán en cuenta, utilizando los pesos reales según lo especificado en los planos de ubicación. En casos donde se empleen tabiques móviles, se seguirá lo dispuesto en el Art. 6.3 correspondiente. (RNE, 2019)

Capítulo 3: Carga Viva

Artículo 6.- Carga Viva del Piso

Carga V. Mínima Repartida

Si el propósito o la utilización de un espacio no se ajusta a ninguna de las categorías enumeradas en la Tabla 1, el diseñador deberá establecer y garantizar que la carga en vivo se encuentre adecuadamente soportada y cumpla con los requisitos establecidos por las autoridades dadas. (RNE, 2019)

La carga V. deben estar detalladas de manera clara dado por el proyecto por medio de los planos. (RNE, 2019)

Tabla 1

Cargas vivas mínimas repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)

Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantesfijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de educación	
Aulas	2,5 (250)
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo con lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo devehículos de pasajeros, con altura de entrada, menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 ()300
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo con lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zonas de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo con lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de asamblea	
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de bailes, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4

Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,50 (750)
Zonas públicas	De acuerdo con lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Nota. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Carga Viva Concentrada

En el caso de que Cuando se requiera que los pisos o techos todo tipo de cargas vivas y soporten maquinaria concentradas que superen los 5,0 kN (equivalentes a 500 kgf), dando a conocer el peso de los soportes o bases, Deberá realizarse un diseño estructural que garantice la capacidad de resistir esta carga, ya sea como una carga puntual o como un conjunto de concentradas cargas. (RNE, 2019)

Si hay una carga puntual concentrada, es permisible no considerar la carga viva distribuida en la zona de carga puntual. (RNE, 2019)

Tabiquería Móvil

El peso de los tabiques móviles debe considerarse como una carga uniforme por metro cuadrado. Para tabiques de altura media, esta carga debe ser de 50 kgf/m², y para tabiques de altura completa, debe ser de 1,0 kPa (igual a 100 kgf/m²). Si se prevé utilizar tabiques móviles en el diseño, debe incluirse una observación a tal efecto en los planos arquitectónicos y estructurales. (RNE, 2019)

Conformidad

La carga viva real distribuida se calcula promediando la carga total aplicada sobre una región rectangular representativa de 15 m², asegurándose de que ningún lado de esta región es inferior a 3,00 m (10 pies), con el fin de verificar si la magnitud de la carga viva real cumple con la carga viva mínima distribuida. (RNE, 2019)

Artículo 7. Carga viva del techo

Las marquesinas y los techos serán diseñados y dados teniendo en cuenta la carga viva, sísmicas, de viento y otras que se detallan en lo siguiente:

Carga Viva. En ellos se muestran los siguientes:

Para techos con una pendiente de hasta 3 grados con respecto a la horizontal, se empleará una carga viva de 1,0 (kPa) (equivalente a 100 kgf/m²). (RNE, 2019)

Si la inclinación del tejado es superior a 3 grados con respecto a la horizontal, debe imponerse una carga viva de 1,0 kilopascales (kPa). Sin embargo, esta carga viva debe reducirse en 0,05 kPa (5 kgf/m²) por cada grado de inclinación superior a 3 grados, hasta un mínimo de 0,50 kPa. (RNE, 2019)

La forma curva en los techos, la carga viva será de 0,50 kPa. (RNE, 2019)

Las cubiertas ligeras de los techos como láminas onduladas, calaminas, fibrocemento, plástico, etc., independientemente de su inclinación, tendrán una carga viva de diseño de 0,30 kPa (30 kgf/m²), excepto en casos de posible acumulación de nieve, en cuyo caso se seguirán las pautas del Artículo 11. (RNE, 2019)

Las terrazas o malecones se diseñarán teniendo en cuenta la carga viva específica requerida para su uso, tal como se detalla en la Tabla 1. (RNE, 2019)

Si un techo incluye áreas ajardinadas, se requerirá una carga viva mínima de 1,0 kPa (equivalente a 100 kgf/m²) para el diseño de las áreas con jardines. Sin embargo, si estos jardines se destinan a un uso común o público, entonces la carga viva de diseño será de 4,0 kPa. El peso de los materiales utilizados en el jardín se considerará una carga muerta y se calculará según la tierra saturada. Además, las áreas cercanas a las zonas con jardín se considerarán áreas de reunión, a menos que haya disposiciones específicas permanentes que prohíban su uso. (RNE, 2019)

Si se planea instalar un equipo o anuncio en un techo, donde el diseño debe considerar todas las cargas que serán generadas por dicho equipo o anuncio. (RNE, 2019)

Artículo 8. Carga en vivo aplicable a aceras, carreteras, los parapetos y las barandas y columnas en áreas de estacionamiento.

Pistas y Aceras:

Las áreas de las calles que carezcan de soporte en el suelo deben ser diseñadas para soportar una carga en vivo uniformemente distribuida de al menos 5,0 kPa. Si se prevé que estarán sometidas a la carga de ruedas de camiones, ya sea de manera intencional o accidental, se diseñarán teniendo en cuenta la carga máxima que pueda aplicarse por vehículos. Consultar la sección 9.3 para más detalles. (RNE, 2019)

Las rejillas, las tapas de registro de inspección deben ser diseñados para resistir las cargas mencionadas en el párrafo anterior. (RNE, 2019)

Barandas y Parapetos:

Los parapetos y las barandas deben ser diseñados considerando las fuerzas descritas en el Diseño Sismorresistente, así como los vientos de cargas si son aplicables, y las que se dan a conocer en la siguiente tabla. (RNE, 2019)

Los parapetos y barandas deben ser diseñados para resistir tanto las fuerzas horizontales como las verticales especificadas en la Tabla 2, dadas en la parte superior, teniendo en cuenta la combinación más crítica de estas fuerzas. En ninguna circunstancia, la suma total de la fuerza vertical y horizontal debe ser inferior a 1,0 kN. (RNE, 2019)

Tabla 2

Parapetos y barandas

Parapetos y barandas	y	C. horizontal kN/m (kgf/m)	C. vertical kN/m (kgf/m)
----------------------------	---	-------------------------------	-----------------------------

Pozo para escaleras, balcones y techos en general	0,60 (60)	0,60 (60)
Viviendas unifamiliares	0,30 (30)	0,30 (30)
Balcones de teatros y lugares de asamblea	0,75 (75)	1,50 (150)

Si los parapetos y las barandas deben soportar instalaciones o equipos, se tomarán en cuenta las cargas adicionales que estos dispositivos generen. (RNE, 2019)

En las zonas de aparcamiento, es esencial que todas las estructuras de seguridad, como parapetos, barandillas o parachoques, sean lo bastante fuertes para resistir el impacto de los vehículos en movimiento. Esto es crucial para garantizar la seguridad tanto del conductor como de los pasajeros, así como de los peatones y otros vehículos de las inmediaciones. Para cumplir este requisito, las estructuras deben estar diseñadas para soportar una carga horizontal de al menos 5,0 kN por metro lineal. Esta carga debe aplicarse a una altura mínima de 0,60 metros por encima de la superficie de la pista para garantizar la máxima eficacia. Es importante señalar que la capacidad de carga total nunca debe ser inferior a 15,0 kN para garantizar una protección óptima. Además, se recomienda inspeccionar y mantener periódicamente todas las estructuras de seguridad para garantizar su integridad y eficacia. Esto incluye la comprobación de cualquier signo de desgaste, óxido o daño causado por factores externos, como el clima o un impacto accidental. Además, es importante tener en cuenta la ubicación y el diseño de la zona de aparcamiento al instalar estructuras de seguridad. Por ejemplo, en las zonas donde existe un mayor riesgo de impacto de vehículos, como curvas cerradas o ángulos muertos, puede ser necesario adoptar medidas de seguridad adicionales. Esto podría incluir la instalación de barandillas adicionales, señales de advertencia o badenes para reducir

el riesgo de accidentes. En general, la seguridad de las zonas de aparcamiento es de suma importancia, y garantizar que todas las estructuras de seguridad se diseñen, instalen y mantengan de acuerdo con las normas más estrictas es esencial para la protección de todos los usuarios de la carretera. (RNE, 2019)

Columnas en Áreas de Estacionamiento

A menos que se les proporcione una protección especial, en casos donde las columnas se encuentren en áreas de estacionamiento o puedan estar expuestas a impactos de vehículos de pasajeros en movimiento, deben ser diseñadas para resistir una carga lateral mínima debida al impacto (equivalente a 1500 kgf), aplicada a una altura de al menos 0,60 metros por encima del nivel de la superficie de la pista. A menos que se prevea una protección especial, las columnas situadas en zonas de aparcamiento o que puedan estar expuestas a impactos de vehículos de pasajeros en movimiento deben estar diseñadas para soportar una carga lateral mínima debida a un impacto (equivalente a 1500 kgf), aplicada a una altura de al menos 0,60 metros por encima del nivel de la superficie de la pista. Esto se debe a que las columnas son un componente crítico de cualquier estructura, y su fallo puede tener consecuencias devastadoras. (RNE, 2019)

Artículo 9. Cargas vivas móviles

Generalidades

Se entenderá que las cargas señaladas en los art. 6 y el art. 7 se incorporaron un factor de seguridad para las situaciones comunes de impacto. (RNE, 2019)

Automóviles

Los espacios reservados para la circulación o estacionamiento de vehículos y que están restringidos exclusivamente para esta finalidad debido a limitaciones físicas, deberán ser diseñadas para soportar las cargas uniformemente distribuidas correspondientes a los lugares designados para el estacionamiento de estos vehículos., según lo estipulado en la Tabla número 1, sin considerar impactos adicionales. (RNE, 2019)

Camiones

Las CM, su forma de reparto y la concepción de barandas y topes cumplirán con los estándares pertinentes para puentes de carretera. (RNE, 2019)

Ferrocarriles

Las CM y su repartición satisfacen los distintos estándares correspondientes a puentes ferroviarios. (RNE, 2019)

Puentes – Grúa

C. Verticales: La carga hacia abajo será igual a la carga máxima real soportada por la rueda cuando la grúa funcione al máximo de su capacidad. Para tener en cuenta los efectos del impacto, aumentaremos la carga elevada en un 25% o incrementaremos la carga sobre la rueda en un 15%, lo que resulte en condiciones de estrés más rigurosas. (RNE, 2019)

C. Horizontales: La carga lateral total, que proviene del desplazamiento lateral del carro del puente grúa, equivaldrá al 20% de la combinación de su capacidad de carga y el peso del carro. Esta fuerza se asumirá como aplicada en la parte superior de los rieles y actuará en ambas direcciones, en ángulo recto al sentido de movimiento. Deberá distribuirse proporcionalmente en función de la capacidad de resistencia lateral de las estructuras que mantienen los rieles será considerada. La carga longitudinal resultante del movimiento longitudinal de la grúa corresponderá al 10% de la máxima reacción total, excluyendo cualquier efecto de impacto, y se aplicará en la parte superior del riel, actuando en ambas direcciones., en paralelo al sentido de desplazamiento. Es fundamental tener en cuenta estas fuerzas al diseñar los puentes grúa, para garantizar que puedan soportar todas las cargas y movimientos previstos. Además de las fuerzas horizontales, también es importante considerar las cargas verticales que experimentará un puente grúa. La capacidad de carga vertical de un puente grúa dependerá de factores como el peso de la grúa, la carga que soportará y la luz del puente. Es esencial asegurarse de que el puente grúa está diseñado para soportar la carga máxima prevista sin superar su capacidad de carga. Otro factor que hay que tener en cuenta al diseñar puentes grúa es el impacto de las cargas dinámicas. Los

puentes grúa suelen estar sometidos a cargas dinámicas, como paradas o arranques repentinos, que pueden aumentar la carga del puente por encima de su capacidad de carga estática. Es importante tener en cuenta estas cargas dinámicas al diseñar puentes grúa, para garantizar que puedan soportar cambios repentinos de carga sin fallar. En resumen, el diseño de puentes grúa es un proceso complejo que requiere una cuidadosa consideración de una serie de factores, como las cargas horizontales y verticales, las cargas dinámicas y la distribución de la carga. Teniendo en cuenta estos factores, los ingenieros pueden diseñar puentes grúa seguros, eficaces y capaces de soportar todas las cargas y movimientos previstos. (RNE, 2019)

Tecles Monorrieles

C. Verticales: La carga hacia abajo será calculada como la suma de la capacidad de peso y carga del gancho del mecanismo de elevación. Para considerar los efectos del impacto, se aumentará en un 10% para los mecanismos de elevación manuales y en un 25% para los mecanismos eléctricos. (RNE, 2019)

C. Horizontales: en ello la carga se dará de un 20% lateral de la suma el peso del gancho y la capacidad de carga del mecanismo de elevación. (RNE, 2019)

Ascensores, Montacargas y Escaleras Mecánicas

Se utilizarán las cargas reales que sean establecidas a través de un análisis apropiado o que estén especificadas en los diseños y las especificaciones técnicas proporcionadas y dadas por el fabricante. (RNE, 2019)

Motores

Para tener en cuenta el efecto del impacto, se aumentarán las fuerzas resultantes de las unidades equipadas con motores de explosión en un mínimo del 50%, mientras que las unidades con motores eléctricos verán aumentadas sus reacciones en al menos un 25%. Además de esto, se tendrá en cuenta la posibilidad de vibraciones que puedan ser generadas por estos motores en las estructuras, siguiendo las pautas y especificaciones proporcionadas y dadas por el fabricante. (RNE, 2019)

Artículo 10.- Reducción de carga viva

Según el RNE (2019), las cargas mínimas vivas distribuidas que se encuentran en la Tabla 1 pueden ser disminuidas para fines de diseño, siguiendo la expresión que se detalla a continuación:

$$L_r = L_o \left(0.25 + \frac{4.6}{\sqrt{A_i}} \right) \quad A_i = k A_t$$

Donde:

L_r= representa la magnitud de la carga viva reducida.

L₀= denota la magnitud de la carga viva sin reducción, según lo establecido en la Tabla 1.

A_i= se refiere al área del componente estructural en metros cuadrados, que se calculará con la fórmula: A_i = A_t × k, donde:

A_t= representa el área tributaria del elemento en metros cuadrados.

k es el factor de carga viva aplicado al elemento dado, como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3

Factor de Carga Viva / Elemento

ELEMENTO	FACTOR k
Columnas y muros	2
Vigas interiores	2
Vigas de borde	1
Vigas en volado	1
Vigas de borde que soportan techos livianos	
Tijerales principales que soportan techos livianos	1
Lozas macizas o nervadas en dos direcciones	1
Lozas macizas o nervadas en una dirección	1
Vigas prefabricadas aisladas o no conectadas monolíticamente a otros elementos paralelos	1

Vigas de acero o de madera no conectadas por corte al diafragma de piso	1
Vigas isostáticas	1

Nota. Factor de carga viva Artículo 10

Las reducciones aplicadas a la carga viva están sujetas a las limitaciones y restricciones dadas:

El área de influencia desempeña un papel crucial a la hora de determinar la eficacia de cualquier estrategia. Es imperativo que el área de influencia sea superior a 40 metros cuadrados, ya que cualquier cosa inferior a eso haría inútil cualquier intento de reducción. De hecho, intentar reducir el impacto en un área inferior a 40 metros cuadrados sería una pérdida de tiempo, esfuerzo y recursos. Por tanto, es importante asegurarse de que el área de influencia se evalúa y mide cuidadosamente antes de aplicar cualquier estrategia de reducción. (RNE, 2019)

La carga viva reducida (L_r) no puede ser menor al 50% de la carga viva original (L_o). (RNE, 2019)

Cuando se trata de columnas o muros que soportan múltiples niveles, se deben sumar las áreas de influencia de todos los pisos. (RNE, 2019)

En el diseño de estructuras de losa sin vigas, es importante tener en cuenta la carga que actuará sobre los pilares en el perímetro de la losa. Uno de los modos de fallo críticos en estas estructuras es el fallo por cortante o punzonamiento, que se produce cuando la carga sobre la losa supera su capacidad para resistirla y la losa se hunde alrededor del pilar. Para evitar este tipo de fallo, es necesario calcular el esfuerzo cortante en el perímetro de la losa y asegurarse de que no supera el esfuerzo admisible para el hormigón. (RNE, 2019)

En estacionamientos para vehículos de pasajeros, la reducción máxima permitida en la carga viva es del 20%, a excepción de elementos que sostienen dos o más niveles. (RNE, 2019)

En lugares como áreas de asamblea, bibliotecas, archivos, depósitos, almacenes, industrias, tiendas, teatros, cines y en todos

aquellos con sobrecargas de 5 kPa o más, la carga viva no debe ser reducida, excepto para elementos que soportan dos o más niveles con una reducción máxima del 20%. (RNE, 2019)

Para la carga viva del techo mencionada en el Artículo 7, la carga viva reducida (L_r) no deberá ser inferior al 50% de la carga viva original (L_o).

En el caso de losas unidireccionales, el área tributaria (A_t) utilizada para el cálculo no debe exceder 1.5 veces el claro libre. (RNE, 2019)

Artículo 11. Cargas de nieve

Los elementos del techo y la estructura que puedan estar expuestos a cargas de nieve deben ser planificados para resistir las fuerzas generadas por la acumulación de nieve en el techo, donde la sobrecarga de nieve en una superficie cubierta se refiere al peso de la nieve que podría acumularse en ella durante condiciones climáticas extremas. En regiones donde las nevadas son significativas, es crucial elegir las inclinaciones de los techos de manera adecuada, con el fin de garantizar que la estructura pueda soportar la carga de nieve potencial que podría acumularse en su superficie. La carga de nieve se clasifica como una carga viva, en donde el proceso de diseño no es necesario considerar simultáneamente el efecto del viento junto con la carga de nieve. (RNE, 2019)

Carga básica de nieve sobre el suelo (Q_s)

Para calcular este valor, se debe tener en cuenta la información geográfica y climática específica de la región donde se ubica la estructura, donde la carga básica se determinará mediante un análisis estadístico de los datos disponibles en la zona. Este análisis considera un período de retorno promedio de 50 años, lo que implica que existe una probabilidad anual del 2% de que esta carga sea excedida. El valor de la carga mínima básica de nieve en el suelo (Q_s) se fijará en 0,40 kPa (40 kgf/m²), lo que equivale a una capa de nieve fresca de 0,40 metros de espesor con un específico peso de 100 kgf/m³ o a 0,20

metros de nieve en el que es compactada con un peso de 200 kgf/m³.
(RNE, 2019)

Carga de nieve sobre los techos (Qt)

Según el RNE (2019) se tiene lo siguiente:

Para techos de una o dos aguas con pendientes de 15 grados o menos, o techos curvos con una relación entre su altura máxima y su ancho proyectado de 0.1 o menos, o un ángulo de inclinación vertical de 10 grados o menos desde el borde hasta el centro, la carga de diseño en la superficie horizontal será igual a la carga básica de nieve:

$$Q_t = Q_s$$

Para techos de una o dos aguas con pendientes entre 15 grados y 30 grados, la carga de diseño en la superficie horizontal será igual al 80% de la carga básica de nieve:

$$Q_t = 0,80 Q_s$$

Para techos de una o dos aguas con pendientes superiores a 30 grados, la carga de diseño en la superficie horizontal se calculará utilizando un factor adimensional llamado Cs, que se obtiene mediante una fórmula que depende de la pendiente en grados:

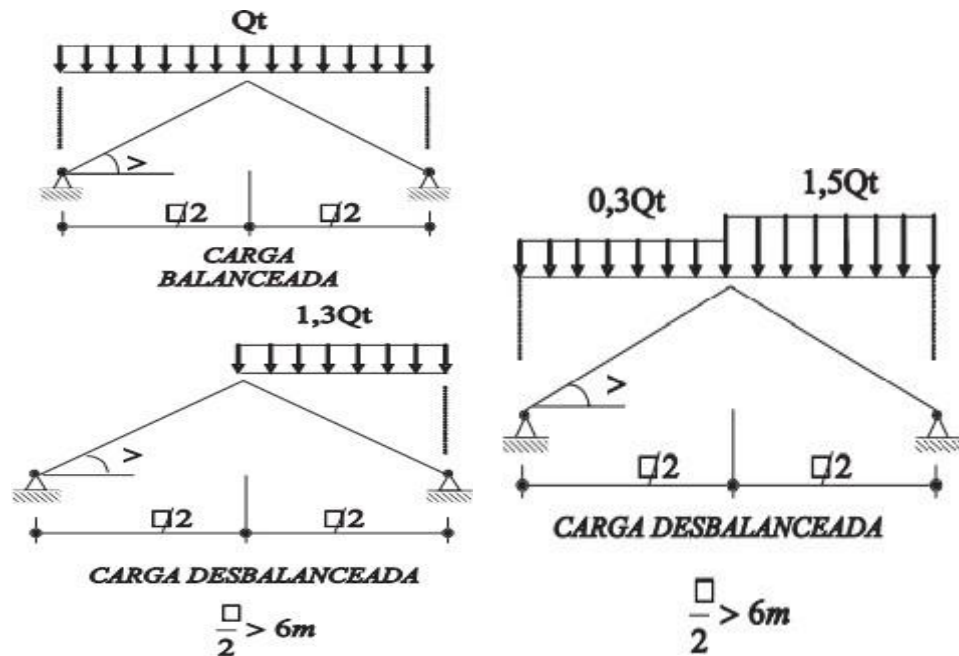
$$Q_t = C_s (0,80 Q_s)$$

Luego, la carga de diseño será igual a Cs multiplicado por el 80% de la carga básica de nieve.

Para techos de dos aguas con pendientes superiores a 15 grados, se debe realizar un análisis de los esfuerzos internos bajo condiciones de carga equilibrada y desequilibrada, como se detalla a continuación:

Figura 1

Distribución de cargas

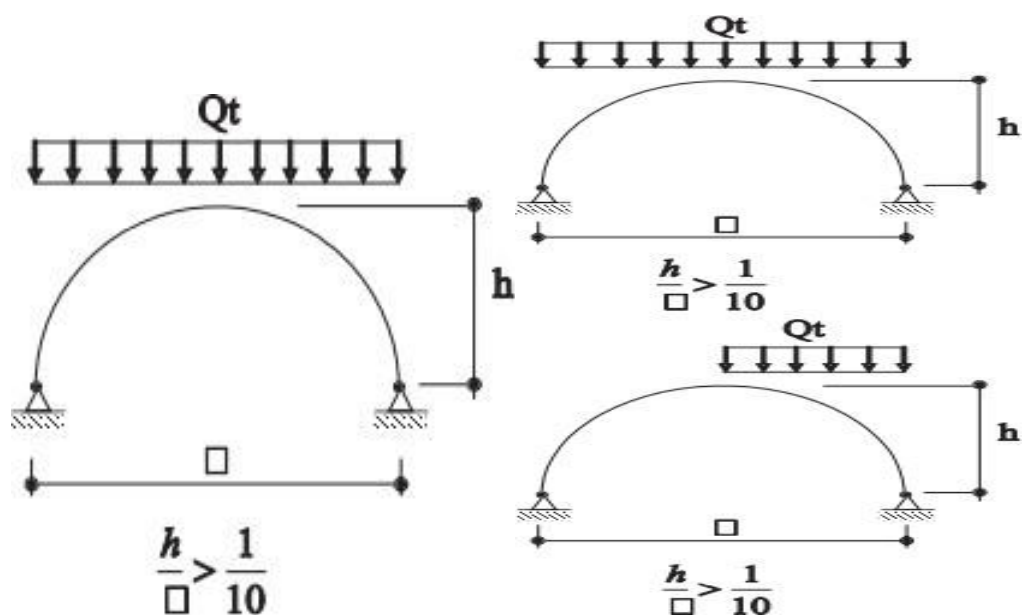


Nota. Distribucion de acuerdo al tipo de cargas (RNE).

Para curvos techos, se requerirá realizar un análisis de los esfuerzos internos en función de la relación entre la altura máxima (h) y el ancho proyectado (l) de la curva. Este análisis se llevará y se realizará un análisis de los esfuerzos internos en techos de dos aguas con pendientes superiores a 15 grados bajo las condiciones de carga desbalanceada y balanceada, como se detalla a continuación:

Figura 2

Cargas en techos curvos



Nota. Distribución de acuerdo al tipo de cargas (RNE).

Artículo 12. Cargas debidas al viento

Generalidades

Cualquier estructura que esté sujeta a la acción del viento debe ser diseñada para resistir tanto las fuerzas de presión como de succión originadas por el viento en dos direcciones horizontales perpendiculares dadas entre sí. La estructura por medio del diseño se tomará en cuenta tanto las presiones exteriores como las succiones exteriores que puedan ocurrir simultáneamente debido al viento. (RNE, 2019)

Clasificación de las edificaciones

T1. Para edificios que no son particularmente susceptibles a las ráfagas de viento o a sus efectos dinámicos, como estructuras de baja altura o proporciones modestas y techos capaces de soportar las cargas sin deformarse significativamente, se aplicarán las pautas establecidas en los Artículos 12 (3) y (4). (RNE, 2019)

T2. Para edificaciones que, debido a su esbeltez, son sensibles a las ráfagas de viento, como tanques elevados, anuncios publicitarios y, en general, estructuras con una dimensión limitada en la dirección del viento, la carga exterior mencionada en el Art.12 (4) se multiplicará por un factor de 1,2. (RNE, 2019)

T3. Para edificaciones que presentan desafíos aerodinámicos especiales, como cúpulas, arcos, antenas, chimeneas delgadas y techos suspendidos, las presiones de diseño se determinarán mediante métodos de análisis reconocidos en ingeniería, pero en ningún caso serán inferiores a las especificadas para el Tipo 1. (RNE, 2019)

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño del viento, que se aplicará hasta una altura de 10 metros, corresponderá a la velocidad máxima adecuada para la ubicación geográfica de la estructura, asegurándose de que nunca sea menor a 75 km/h. Para calcular la velocidad de diseño del viento en distintas alturas de la edificación, se empleará la siguiente fórmula:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

Donde:

V_h: velocidad en la altura h en el diseño

V: velocidad hasta 10 m de altura sobre el terreno en metros

Carga exterior de viento

La C. exterior ejercida por el viento en el exterior de la estructura se considerará de medio estática, en el que será aplicada en ángulo recto sobre la superficie sobre la que actúa. Esta carga se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$P_h = 0,005 C V_h^2$$

Donde:

Ph: presión del viento a una altura h con un factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4.

V_h: velocidad a la altura h, por medio del diseño.

Tabla 4

Factores de forma (c)

Tipo de Material	Diámetro (mm)
Grava	$2 \leq \phi$
Arena Gruesa	$0.2 \leq \phi < 2$
Arena Fina	$0.02 \leq \phi < 0.2$

Limo	$0.002 \leq \phi < 0.02$
Arcilla	$\phi < 0.002$

Nota. Tabla de clasificación por material y tamaño. Monsalve (1999)

Carga interior de viento

Para el diseño de elementos de cierre que limitan el nivel bajo análisis, como elementos de cerramiento, coberturas y paneles de vidrio, se sumarán a las cargas exteriores calculadas según el Artículo 12 (4) las cargas interiores, tanto sean presiones como succiones. Estas cargas interiores se calcularán utilizando de forma especificados en la Tabla número 4. (RNE, 2019)

Tabla 5

Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos cierre (c)

ABERTURAS		
Uniforme en ladosa barlovento y sotavento $\pm 0,3$	Principales en lado abarlovento $+0,8$	Principales en lado asotavento o en los costados $-0,6$

Nota. Carga interior de viento (Aberturas).

Capítulo 4: Otras cargas Artículo 13. Presiones de tierra:

Se debe realizar el cálculo de cada muro de contención para resistir la fuerza o presión que actúa sobre él. del suelo lateral, las sobrecargas, y la presión hidrostática que resulte del nivel freático máximo estimado, aparte de las fuerzas verticales que se aplican sobre el muro de contención. (RNE, 2019)

Se considerarán las subpresiones causadas por la presión hidrostática.

Se pueden emplear diversos métodos de la Mecánica de Suelos para calcular la ubicación de las presiones laterales y la magnitud dada por el diseño del suelo. (RNE, 2019)

El suelo por medio de la presión lateral se opone a las diversas fuerzas estructurales por ejemplo entre ellas se tienen las enterradas

cisternas, en donde la combinación de cargas no se incluirá, pero en ello se logró considerar el diseño por medio del efecto dado. (RNE, 2019)

Artículo 14. cargas de construcción

Antes de comenzar el profesional a cargo de la construcción es el que debe evaluar las cargas reales que pueden surgir o dar mediante el debido proceso y asegurarse de que no superen las cargas vivas especificadas en la documentación de dicho proyecto. En caso de que las cargas reales durante la construcción excedan las cargas vivas de uso, el profesional debe comunicarse con el diseñador del proyecto para abordar la situación. (RNE, 2019)

Artículo 15. Fuerzas térmicas

El diseño de edificaciones por medio del proceso, se considerarán las fuerzas y desplazamientos resultantes de variaciones mínimas de T.20°C para estructuras de albañilería y concreto, y T.30°C para estructuras de metal. (RNE, 2019)

Artículo 16. Contracción

En la etapa de planificación de estructuras de concreto armado, cuando se prevé que la contracción o retracción del concreto, podría generar tensiones significativas, se tendrán en cuenta las fuerzas y desplazamientos que resultan de dicha contracción, que se calculan como el producto de 0,00025 y la distancia o separación entre las juntas. (RNE, 2019)

Capítulo5: Distribución y combinación de cargas artículo 17.-

Distribución de las cargas verticales:

La asignación de las C. verticales a los componentes de apoyo se determinará utilizando un enfoque de análisis reconocido o siguiendo los principios de las áreas tributarias respectivas. Además, se considerarán tanto los desplazamientos inmediatos como los diferidos de los puntos de apoyo en caso de que estos sean significativos en el análisis de la estructura. (RNE, 2019)

Artículo 18.- Distribución de cargas horizontales en columnas, pórticosy muros:

Las fuerzas horizontales que actúan sobre la estructura se distribuirán a través de los sistemas de pisos y techos, que funcionan como diafragmas horizontales, hacia columnas, pórticos y muros. La cantidad de carga horizontal que debe ser soportada por cada columna, pórtico o muro se calculará considerando su rigidez relativa, incluyendo tanto la accidental de la carga aplicada como la excentricidad natural. (RNE, 2019)

En casos donde la presencia de aberturas, una relación inadecuada entre la longitud y el ancho de las losas de piso o techo, o la flexibilidad del sistema de piso o techo impidan su comportamiento como diafragma rígido, se calculará la rigidez de cada muro y columna estructural tomando en cuenta las deflexiones adicionales de los pisos mediante un análisis de método reconocido. (RNE, 2019)

Artículo 19.- Combinación de cargas para diseños por esfuerzos admisibles:

A menos que las regulaciones específicas de los diferentes materiales estructurales indiquen lo contrario, se deberán considerar todas las cargas contempladas en esta Norma en las combinaciones siguientes. Se debe seleccionar aquella que cause los efectos más desfavorables en el elemento estructural, y se deben tener en cuenta las reducciones aplicables mencionadas en el Artículo 10. (RNE, 2019)

D

D + L

D + (W o 0,70 E)

D + T

[D + L + (W o 0,70 E)]

[D + L + T]

[D + (W o 0,70 E) + T]

[D + L + (W o 0,70 E) + T]

Donde:

D = Carga muerta, de acuerdo con el contenido del Capítulo 2.

L = Carga viva, según lo establecido en el Capítulo 3.

W = Carga debida al viento, tal como se detalla en el Artículo 12.

E = Carga sísmica, de acuerdo con las prescripciones de la NTE

E.030 Diseño Sismorresistente.

T = Acciones resultantes de contracción, cambios de temperatura, asentamientos de apoyos o deformaciones diferidas en los materiales, como también las combinaciones de estos.

α = El factor mencionado anteriormente tendrá un valor mínimo de 0.75 para dichas combinaciones (5), (6) y (7), y de 0.67 para una combinación de (8).

Es importante destacar que, en estas situaciones, no se autorizará un incremento en las tensiones admisibles.

Capítulo 6: Estabilidad

Artículo 20.- Generalidad

La estabilidad es esencial y debe ser garantizada principalmente por las cargas permanentes, además de la contribución de los anclajes permanentes instalados. (RNE, 2019)

El peso del suelo que se encuentra sobre las zapatas o cimentaciones, calculado utilizando el peso unitario mínimo del suelo, puede considerarse como parte de las cargas muertas. (RNE, 2019)

Artículo 21.- Volteo

La edificación por medio del diseño, o cualquiera de sus componentes, deberá asegurar una seguridad mínima de 1,5 con un coeficiente contra el riesgo de volteo. (RNE, 2019)

Artículo 22.- Deslizamiento

La edificación por medio del diseño y sus componentes debe garantizar un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25 contra la posibilidad de deslizamiento. Los coeficientes de fricción necesarios serán determinados por el diseñador en función de los valores típicamente utilizados y dados en ingeniería. (RNE, 2019)

Capítulo 7: Rigidez

Artículo 23.- Método de cálculo

El estudio de las deformaciones de la estructura o de sus componentes se realizará mediante métodos reconocidos en el campo de la ingeniería. (RNE, 2019)

Artículo 24.- Desplazamientos laterales

En las edificaciones, se establece que el desplazamiento máximo relativo entre los pisos, causado por las fuerzas del viento, no debe exceder el 1% de la altura del piso. En cuanto a las fuerzas sísmicas, se deben seguir las pautas específicas detalladas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente. (RNE, 2019)

Artículo 25.- Flechas

Salvo que las normativas específicas de los distintos materiales de construcción lo indiquen de manera explícita, la deformación o flexión máxima tolerable en cualquier elemento estructural no deberá superar los valores detallados en la Tabla número 5. No obstante, cuando dicho elemento estructural tenga la finalidad de sostener paneles de vidrio, se deberán seguir las directrices establecidas en el Artículo 25 (2). (RNE, 2019)

Tabla 6

Flechas máximas para elementos estructurales

TIPO DE ELEMENTO	FLECHA PRODUCIDA POR LA CARGA VIVA	FLECHA PRODUCIDA POR LA CARGA VIVA MÁS LAS FLECHAS DIFERIDAS
Pisos	L/360	L/240*
Techos	L/180	

Nota. Flechas según el tipo de carga – RNE.

Salvo que las regulaciones específicas de los diferentes tipos de materiales de construcción establezcan lo contrario, la deflexión total, que comprende tanto la provocada por las cargas en tiempo real como la parte correspondiente a las deformaciones diferidas, de elementos estructurales que sustenten paneles de vidrio no excederá los 20 mm en ninguna circunstancia. (RNE, 2019)

Artículo 26. Acumulación de agua

Cada techo deberá contar con una pendiente suficiente o una contra flecha para asegurar un adecuado drenaje del agua, teniendo

en cuenta las deformaciones diferidas. En su lugar, el diseño del techo deberá considerar la restricción en la deflexión de techos especificada en la Tabla número 6 no elimina la posibilidad de que se acumule agua debido a la deflexión. Es importante resaltar que el límite de deflexión establecido en la Tabla número 6 no garantiza que no se produzca la acumulación de agua como resultado de la deflexión. (RNE, 2019)

D2. E.30: Normas peruanas. Sismo resistente

Capítulo I: Generalidades

Artículo 1. Nomenclatura

En el contexto de esta norma, se emplean las nomenclaturas dadas:

Coeficiente de amplificación sísmica.

CT: Coeficiente utilizado para estimar el periodo predominante de un edificio.

Di: Desplazamiento lateral elástico del nivel "i" con respecto al suelo.

e: Excentricidad accidental.

Fa: Fuerza horizontal en la parte superior de la estructura (azotea).

Fi: Fuerza horizontal en el nivel "i".

g: Aceleración debida a la gravedad.

hi: Altura del nivel "i" en relación con el nivel del terreno.

hei: Altura del entrepiso "i".

hn: Altura total de la edificación en metros.

Mti: Momento torsor accidental en el nivel "i".

m: Número de modos utilizados en el análisis modal.

n: Número de pisos del edificio.

Ni: Sumatoria de las cargas verticales en el nivel "i".

P: Peso total de la edificación.

Pi: Peso del nivel "i".

R: Coeficiente de reducción de las solicitaciones sísmicas.

r: Respuesta estructural máxima elástica esperada.

ri: Respuestas elásticas correspondientes a los modos "i".

S: Factor de suelo.

Sa: Aceleración espectral.

T: Periodo fundamental de la estructura, utilizado en el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

TP: Periodo que define la plataforma del espectro para distintos tipos de suelo.

U: Factor que refleja el uso y la importancia de la estructura.

V: Fuerza cortante en la base de la estructura.

Vi: Fuerza cortante en el entrepiso "i".

Z: Factor de zona.

Q: Coeficiente de estabilidad para el efecto P-delta global.

Di: Desplazamiento relativo del entrepiso "i".

Artículo 2. Alcances

Esta normativa establece los requisitos mínimos que deben cumplir las construcciones diseñadas siguiendo sus pautas para garantizar un adecuado desempeño ante sismos, en concordancia con los principios definidos en el Artículo 3°. Su aplicación se extiende a la planificación de todas las nuevas estructuras, la evaluación y fortalecimiento de las ya existentes, así como a la restauración de las que hayan sufrido daños debido a la actividad sísmica. Para estructuras especiales, como tanques, reservorios, instalaciones hidráulicas, silos, torres de transmisión, muelles, puentes, plantas nucleares y otras cuyo comportamiento sea distinto al de las edificaciones convencionales, se requiere tener en cuenta consideraciones adicionales que complementen los requisitos de esta norma. Además de lo establecido en este documento, se deben implementar medidas preventivas contra posibles desastres ocasionados por movimientos sísmicos, como incendios, fugas de sustancias peligrosas, deslizamientos de tierra masivos y otros eventos similares. (RNE, 2019)

Artículo 3.- Filosofía y Principios del diseño sismorresistente

Según la RNE (2019), la esencia sísmicamente resistente del diseño se basa en:

Prevenir la pérdida de vidas humanas.

Garantizar la secuencia de los servicios esenciales.

Reducir los daños materiales. Es importante tener en cuenta que es técnica y económicamente inviable brindar protección total contra todos los terremotos para la mayoría de las estructuras. Siguiendo esta filosofía, esta Norma establece los principios de diseño siguientes:

Debe mantener su integridad y evitar el colapso en la estructura, así como prevenir lesiones graves a las personas en caso de movimientos sísmicos severos que puedan acontecer en la ubicación.

Debe ser capaz de soportar movimientos sísmicos moderados que se puedan dar en su ubicación durante su vida dada, aunque pueda experimentar daños limitados dentro de niveles aceptables.

Artículo 4. Presentación del Proyecto (Disposición transitoria)

Según la RNE (2019), la documentación técnica del proyecto de ingeniería estructural, que incluye los planos, una descripción exhaustiva y las especificaciones detalladas deben ser certificados por un ingeniero civil con licencia profesional. Solo este ingeniero tiene la autoridad para aprobar cualquier cambio en estos documentos. Los planos del proyecto de ingeniería estructural deben contener, al menos, la información que se detalla a continuación:

Se debe especificar el sistema estructural diseñado para resistir fuerzas sísmicas.

Se deben establecer los factores y datos requeridos para calcular la fuerza sísmica o el espectro de diseño.

Es necesario establecer los desplazamientos máximos permitidos en el último nivel y los desplazamientos relativos máximos entre pisos.

En el caso de proyectos de edificaciones que superen los 70 metros de altura, en el cual es necesario respaldar estos datos con una memoria que contenga los cálculos y justificaciones correspondientes para que sean revisados y aprobados por la competente autoridad dada.

Si se pretende utilizar sistemas estructurales, materiales métodos de construcción diferentes a los mencionados en esta norma, se requerirá la aprobación de la competente autoridad designada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Además, será

necesario cumplir con los requisitos establecidos en este artículo, demostrando que la alternativa propuesta se encargue de garantizar los niveles adecuados de resistencia sísmica, rigidez y la durabilidad.

Capítulo II: Parámetros de sitio

Artículo 5. Zonificación

El país se encuentra dividido en tres zonas sísmicas, tal como se muestra en la Figura número 1. En el cual se ha establecido considerando varios factores, como la distribución geográfica de la actividad sísmica registrada, las características generales de los movimientos sísmicos y cómo disminuyen en intensidad con la distancia desde el epicentro. Además, se ha tenido en cuenta información sobre la actividad geológica reciente en cada región. En el Anexo N°1 se detalla qué provincias pertenecen a cada una de estas zonas. (RNE, 2019)

Figura 3

Las 4 zonas del territorio nacional



Nota. Factores de Zonificación – RNE.

Tabla 7*Factores de zona*

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota. Parámetros de zonificación

Artículo 6. Condiciones Locales

Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

Microzonificación Sísmica

Según la RNE (2019), los estudios de microzonificación son investigaciones interdisciplinarias que se enfocan en analizar los impactos de los sismos y eventos relacionados, como la licuefacción del suelo, deslizamientos, tsunamis y otros fenómenos, en una región específica de interés. Estos estudios proporcionan información esencial acerca de posibles modificaciones en las fuerzas sísmicas debidas a condiciones locales y otros factores naturales. Además, establecen las restricciones y condiciones suplementarias que deben tenerse en cuenta al diseñar y construir edificios y otras estructuras. La ejecución de estudios de microzonificación será requerida en las situaciones siguientes:

Expansión urbana en las áreas.

Instalaciones similares en complejos industriales.

En proyectos de reconstrucción de zonas urbanas que han sido afectadas por sismos u otros fenómenos relacionados.

Los resultados de estos estudios deberán ser revisados y aprobados por la autoridad competente. En caso necesario, esta entidad puede requerir información o justificaciones adicionales antes de otorgar la aprobación.

Estudios de Sitio

Los estudios de sitio, similares a los de microzonificación, pero más enfocados en el área específica del proyecto, proporcionan información sobre cómo las circunstancias locales tienen la capacidad de influir en las fuerzas sísmicas y otros eventos naturales en esa área. La meta principal es identificar los parámetros de diseño de manera que cumplan o superen los estándares definidos en la Norma efectuada. (RNE, 2019)

Condiciones Geotécnicas

Según la RNE (2019), en cuanto a las condiciones geotécnicas, se clasifican los perfiles de suelo según propiedades mecánicas, período fundamental de vibración, espesor del estrato y velocidad de propagación de las ondas de corte. Hay cuatro categorías diferentes de perfiles de suelo que pueden identificarse:

Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos

Según RNE (2019), este perfil se caracteriza por su alta rigidez y está compuesto por rocas y suelos que tienen velocidades de propagación de ondas de corte similares a las de las rocas. Además, el período de vibraciones da una baja amplitud en este tipo de perfil donde no excede los 0,25 segundos. También se incluyen situaciones en las que se cimenta sobre:

Roca en buen estado alterada parcialmente, cuenta con una resistencia a la compresión no confinada de 500 kPa o más.

Grava arenosa densamente compactada.

Un estrato de material cohesivo extremadamente rígido con un espesor que no excede los 20 metros y una resistencia al corte no drenado superior a 1 kg/cm² cuando se encuentra sobre una base de roca u otro material de velocidad con una onda de corte similar a la de la roca.

-Una capa de arena altamente compacta con un valor $N > 30$ en el ensayo de penetración estándar (SPT) cuando se sitúa sobre una base de roca o cualquier otro material con una velocidad similar de onda de corte a la de la roca.

Perfil tipo S2: Suelos intermedios

Esta clasificación se aplica a los sitios que presentan características que se encuentran en un punto intermedio entre lo descrito para los perfiles de tipo S1 y 3. (RNE, 2019)

Perfil tipo S3: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor

Se clasifican como suelos de este tipo aquellos que son flexibles o tienen un estrato de gran espesor, donde el período fundamental para vibraciones de baja amplitud excede los 0,6 segundos. Esto se aplica incluso cuando el espesor del estrato de suelo en el que supera los siguientes valores establecidos:

Tabla 8

Suelos flexibles

Suelos cohesivos	Resistencia a la corte típica en condición no drenada (kPa)	Espesor del estrato (m) (*)
Blandos	< 25	20
Medianamente compactos	25 – 50	25
Muy compactos	50 – 100	40
	100 - 200	60
Suelos Granulares	Valores N típicos en ensayos depenetración estándar (SPT)	Espesor del estrato (m)(*)
Sueltos	4 – 10	40
Medianamente densos	10 – 30	45
Densos	Mayor que 30	100

Nota. (*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales

Esta categoría abarca los suelos muy elásticos, así como las regiones con circunstancias topográficas o geológicas especialmente adversas. Deben elegirse los perfiles más apropiados para las condiciones locales, en función de los valores del factor de amplificación del suelo S y del período fundamental TP, como se indica

en el cuadro 8. En situaciones en las que no se conozcan bien las características del suelo, pueden aplicarse los valores del perfil tipo S3. Sólo en el caso de que las investigaciones geotécnicas así lo aconsejen, sería necesario tener en cuenta un perfil de tipo S4. (RNE, 2019).

Tabla 9

Parámetros del suelo

PARÁMETROS DEL SUELO			
Tipo	Descripción	TP (s)	S
S2	Suelos intermedios	0,6	1,0
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	
S4	Condiciones excepcionales	*	

Nota. Valores TP según tipo de suelo – RNE.

Artículo 7.- Factor de Amplificación Sísmica

Según las particularidades del sitio, se establece el coeficiente de amplificación sísmica (C) mediante la siguiente fórmula:

$$C = 2,5 \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$$

El valor de T corresponde al período como se describe en el Artículo 17(17.2) o en el Artículo 18 (18.2 a). Este coeficiente se entiende como el factor que amplifica la respuesta estructural en relación con la aceleración en el suelo. (RNE, 2019)

Capítulo III: Requisitos generales Artículo 8.- Aspectos generales.

Todos los componentes de una estructura deben estar preparados para soportar las fuerzas sísmicas mencionadas en esta Norma. El impacto de los factores no estructurales en el comportamiento sísmico de la estructura debe tenerse en cuenta al realizar el análisis, el refuerzo y los detalles de anclaje. Es posible analizarlo para edificios normales

teniendo en cuenta que la fuerza sísmica total opera independientemente en dos direcciones perpendiculares. Es razonable suponer que, en el caso de edificios irregulares, la actividad sísmica tendrá lugar en la dirección menos ventajosa para el diseño de cada elemento o componente individual. En la dirección menos ventajosa para el análisis, se considera que la fuerza sísmica vertical actúa simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal. Los impactos del viento y de la actividad sísmica no tienen por qué tenerse en cuenta simultáneamente. (RNE, 2019)

Si en un piso cualquiera un único elemento estructural -como un muro o un pórtico- soporta el treinta por ciento o más del esfuerzo cortante horizontal total, entonces ese elemento debería construirse para soportar el ciento cincuenta por ciento de esa fuerza. (RNE, 2019)

Artículo 9. Concepción Estructural Sismorresistente

El rendimiento sísmico de las edificaciones se incrementa cuando se cumplen las siguientes condiciones:

Lograr simetría tanto en la distribución de las masas como en las rigideces.

Minimizar el peso, especialmente en los pisos superiores.

Seleccionar y utilizar adecuadamente los materiales de construcción.

Garantizar una resistencia suficiente.

Mantener la continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.

Incorporar ductilidad en el diseño.

Limitar las deformaciones.

Incluir líneas sucesivas de resistencia en la estructura.

Considerar las condiciones locales.

Implementar buenas prácticas constructivas y llevar a cabo una inspección estructural rigurosa.

Artículo 10. Categoría de las Edificaciones

Cada estructura debe ser categorizada de acuerdo con las clasificaciones detalladas en la Tabla N°10. El coeficiente de uso e

importancia (U), tal como se define en la misma tabla, se aplicará de acuerdo con la categorización realizada. (RNE, 2019).

Tabla 10

Categoría de las edificaciones

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Estas son construcciones como también se le puede llamar edificaciones de vital importancia cuyo funcionamiento no es apropiado que estas instalaciones se detengan de inmediato tras un evento sísmico, y esto es especialmente relevante para lugares como hospitales, estaciones de bomberos, centros de comunicaciones y de policía, subestaciones eléctricas, y tanques de almacenamiento de agua. También incluye escuelas y edificaciones que pueden servir como refugio en caso de un desastre. Además, abarca estructuras, en el cual se aplica también a instalaciones donde la parada inmediata	1,5

	podría generar un riesgo adicional, como instalaciones que contienen grandes hornos o almacenes con materiales tóxicos o inflamables.	
B Edificaciones Importantes	Esto se refiere a edificios que albergan a grandes congregaciones de personas, como estadios, teatros, cárceles y centros comerciales, o aquellos que resguardan tesoros culturales y valiosos, como, archivos especiales, bibliotecas y museos. Además, se incluyen almacenes de granos y otros depósitos esenciales para el suministro de alimentos.	1,3
D Edificaciones Menores	Se refiere a edificaciones cuyos fallos resultan en pérdidas de menor importancia y generalmente tienen una probabilidad baja de causar lesiones	(*)

a las personas.
Ejemplos de estas
edificaciones
incluyen cercas de
menos de 1,50
metros de altura,
depósitos
temporales,
pequeñas
viviendas
temporales y
estructuras
similares.

Nota. Factor U – Categoría de Edificaciones.

Artículo 11.- Configuración Estructural

Según RNE (2019), es necesario categorizar las estructuras como regulares o irregulares para determinar la metodología de análisis adecuada y seleccionar los valores apropiados del factor de reducción de la fuerza sísmica.

Se consideran estructuras regulares aquellas que no poseen discontinuidades significativas, ya sean horizontales o verticales, en su configuración resistente a las cargas laterales. (RNE, 2019)

Por otro lado, las estructuras irregulares se caracterizan por tener una o más de las características enumeradas en la Tabla N°10 o Tabla N°11. (RNE, 2019)

Tabla 11

Irregularidades estructurales en altura

Irregularidades estructurales en altura
Irregularidad de Masa
A excepción de los tejados, se produce cuando la masa de un piso supera en un 150% la de un piso contiguo.
Irregularidad Geometría vertical
Ocurre cuando la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es superior al 130% de la dimensión correspondiente.
Discontinuidad en los sistemas resistentes
Se produce cuando los elementos verticales se desalinean, ya sea como

consecuencia de un cambio de orientación o de un desplazamiento superior a la dimensión del elemento.

Nota. Configuración estructural

Tabla 12

Irregularidades estructurales en planta

Irregularidades estructurales en planta
Irregularidad torsional Esta consideración se aplica únicamente a edificios que cuenten con diafragmas rígidos y ocurre cuando el desplazamiento promedio en algún entrepiso excede el 50% del valor máximo permitido según lo indicado en la tabla número 8 del artículo 15 (1). En cualquier dirección de análisis, si el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos en un extremo del edificio supera 1,3 veces el promedio de ese mismo desplazamiento relativo máximo en todo el edificio, se debe tener en cuenta esta condición.
Esquinas entrantes Se refieren a la configuración en planta de la estructura que tiene esquinas que sobresalen, y estas dimensiones en ambas direcciones son mayores al 20% de la dimensión total en planta correspondiente.
Discontinuidad del Diafragma Se produce cuando el diafragma tiene cambios bruscos en su rigidez o variaciones, incluyendo áreas abiertas que representen más del 50% del área total del diafragma.

Nota. Configuración estructural

Artículo 12.- Sistemas Estructurales

La clasificación de los sistemas estructurales se basará en los materiales utilizados y en el sistema de resistencia sísmica predominante en cada dirección, tal como se especifica en la Tabla número 13. Esta determinará la clasificación del coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) que se debe aplicar en el diseño. En el diseño que se basa en la resistencia última, las fuerzas sísmicas internas deben combinarse en cargas unitarios de los factores. Si no se sigue este enfoque, es posible utilizar los valores de (R) que se

encuentran en la Tabla numero13 después de multiplicarlos por el factor de carga sísmica correspondiente. (RNE, 2019).

Tabla 13

Sistemas Estructurales

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción (R) para estructuras regulares (*) (**)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones	9,5
resistentes a momentos	6,5
Otras estructuras de acero: Arriostres	
Excéntricos	6,0
Arriostres en Cruz	
Concreto Armado	
Pórticos ⁽¹⁾	8
Dual ⁽²⁾	7
De muros estructurales ⁽³⁾	6
Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾	
Albañilería Armada o Confinada ⁽⁵⁾	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Nota. Sistemas estructurales

Los pilares de los pórticos, que se ajustan a las especificaciones de la NTE E.060 Concreto armado, distribuyen al menos el 80% del esfuerzo cortante en la base de la estructura. Cuando se emplean muros estructurales, deben construirse con una rigidez que les permita resistir una parte de la fuerza sísmica total. (RNE, 2019)

Las fuerzas sísmicas son resistidas por una combinación muros estructurales y de pórticos, en los cuales deben ser diseñados para

soportar al menos el 25% de la fuerza cortante en la base, mientras que los muros estructurales se diseñarán según las fuerzas obtenidas en el Artículo 16 (.2). (RNE, 2019)

La resistencia sísmica proviene principalmente de muros estructurales, sobre los cuales actúa al menos el 80% de la fuerza cortante en la base dada. (RNE, 2019)

Para edificaciones de baja altura con una alta concentración de muros de ductilidad limitada. (RNE, 2019)

Cuando se utiliza el valor de R, en el cual es dado por el diseño por esfuerzos admisibles, dando como resultado igual a 6. (RNE, 2019)

Es importante destacar que estos coeficientes se aplican a estructuras en las que tanto los elementos verticales como horizontales permiten la disipación de energía sin comprometer la estructura por medio de la estabilidad. (RNE, 2019)

En el caso de estructuras irregulares, los valores de R deben considerarse como el 75% de los indicados en la Tabla. (RNE, 2019)

Para construcciones de tierra, se debe consultar la NTE E.080 Adobe. Además, este tipo de construcciones no se recomienda en suelos de tipo S3 y no está permitido en suelos de tipo S4. (RNE, 2019)

Artículo 13. Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

Según la categoría de una edificación y su ubicación en una zona específica, es necesario diseñarla siguiendo los principios de regularidad y utilizando el sistema estructural recomendado en la Tabla N°14. (RNE, 2019)

Tabla 14

Categoría y estructura de las edificaciones

Categoría y estructura de las edificaciones			
Categoría de la edificación	Regularidad estructural	Zona	Sistema Estructural
A (*) (**)	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería
		2 y 1	Armada o

			Confinada, Sistema Dual Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
	Regular o irregular	3 y 2	
B		1	Cualquier sistema
C	Regular o irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema

Nota. Regularidad Estructural según Zonas.

Artículo 14. Procedimientos de Análisis

Los resultados de los análisis dinámicos mencionados en el Artículo 18 pueden ser aplicados al diseño de cualquier estructura. Sin embargo, las estructuras que cumplan con los criterios de regularidad según el Artículo 10 y tengan una altura de hasta 45 metros, así como las estructuras de muros portantes con una altura de hasta 15 metros, incluso si son irregulares, pueden ser analizadas utilizando el método de fuerzas estáticas equivalentes descritos en el Artículo 17. (RNE, 2019)

Artículo 15. Desplazamientos Laterales

Desplazamientos Laterales Permisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla N° 15. (RNE, 2019).

Tabla 15

Límites para desplazamiento lateral de entrepiso

LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO
Estos límites no son aplicables a naves industriales
Material Predominante (D_i / h_{ei})
Concreto Armado 0,007
Acero 0,010
Albañilería 0,005
Madera 0,010

Nota. Artículo 15 desplazamiento laterales

Junta de Separación sísmica (s)

Según RNE (2019), es necesario que exista una distancia mínima "s" entre cualquier estructura y las estructuras adyacentes para prevenir el contacto durante un evento sísmico. Esta distancia mínima no deberá ser inferior a los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes, ni menor que un valor determinado:

$$S = 3 + 0,004 (h = 500)(h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm}$$

Dónde: La altura "h" se mide desde el nivel del terreno natural hasta el nivel que se considera para evaluar la distancia "s".

El edificio debe mantener una separación con los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables o edificaciones. Esta separación no debe ser menor que los 2/3 del desplazamiento máximo calculado según lo establecido en el Artículo 16 (16.4) ni menor que la mitad de la distancia "s". (RNE, 2019)

Estabilidad del Edificio

Es necesario tener en cuenta el efecto de la excentricidad de la carga vertical, que se genera debido a los desplazamientos laterales de la edificación, conocido como efecto P-delta. Esto se debe evaluar

de acuerdo con lo especificado en el Artículo 16 (16.5). Además, se debe verificar la estabilidad al volteo del conjunto de la estructura, como se describe en el Artículo 21. (RNE, 2019)

CAPÍTULO IV: Análisis de edificios Artículo 16.- Generalidades

Solicitaciones Sísmicas y Análisis

Se sabe que, bajo tensiones sísmicas extremas, las estructuras sufren deformaciones inelásticas, tal como se indica en el artículo 3. En consecuencia, la mayor carga sísmica que la estructura podría soportar elásticamente se incluye en las cargas sísmicas de diseño. Se permite utilizar cargas sísmicas inferiores para el estudio cuando se utiliza un modelo que predice que la estructura se comportaría elásticamente. (RNE, 2019)

Modelos para Análisis de Edificios

La representación del modelo debe ser precisa en cuanto a cómo se distribuyen las masas y la rigidez en la estructura, lo que permitirá calcular los aspectos clave de su comportamiento dinámico. En el caso de edificios donde se pueda asumir de manera razonable que los sistemas de piso actúan como diafragmas rígidos, se puede utilizar un modelo que tenga masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma. Estos grados de libertad están relacionados con dos desplazamientos horizontales y una rotación. Es importante garantizar que las deformaciones de los elementos sean coherentes con la condición de diafragma rígido, y la distribución de las fuerzas horizontales en el plano debe basarse en las rigideces de los elementos que resisten las cargas. Sin embargo, si los diafragmas no cumplen con los requisitos de rigidez y resistencia necesarios, entonces se debe tener en cuenta su flexibilidad al distribuir las fuerzas sísmicas. En el caso de los pisos que no se comportan como diafragmas rígidos, los elementos resistentes deben diseñarse para resistir directamente las fuerzas horizontales correspondientes. (RNE, 2019)

Peso de la Edificación

La carga permanente del edificio se sumará a un porcentaje de la carga viva o sobrecarga para obtener el peso total (P) de la estructura. El porcentaje de la carga viva que se tendrá en cuenta será el siguiente: 50% para edificios de las categorías A y B, 25% para edificios de la categoría C, 80% para depósitos, 25% para cubiertas en general y 100% para estructuras como silos, depósitos y otras estructuras que almacenan cargas. (RNE, 2019)

Desplazamientos Laterales

Multiplicando las cargas sísmicas disminuidas por un factor de 0,75R se obtendrán los desplazamientos laterales basados en los resultados de los cálculos lineales y elásticos. En este cálculo no se tendrá en cuenta el cortante mínimo de base definido en el artículo 18 (18.2d) ni los valores mínimos de C/R descritos en el artículo 17 (17.3). (RNE, 2019)

Efectos de Segundo Orden (P-Delta)

Si los efectos de segundo orden provocan un aumento de las fuerzas internas de la estructura superior al 10%, deberán tenerse en cuenta. Para cada nivel, puede utilizarse el siguiente coeficiente como medida de estabilidad para evaluar la importancia de estos efectos:

$$Q = \frac{N_1 \cdot \Delta_1}{V_i \cdot h e_{i.R}}$$

Los efectos de segundo orden deberán ser tomados en cuenta cuando $Q > 0,1$.

Solicitaciones Sísmicas Verticales

El diseño de los componentes verticales, los elementos pretensados o postensados, los voladizos y los elementos que sobresalen de una estructura tendrán en cuenta las tensiones sísmicas verticales. (RNE, 2019)

Artículo 17.- Análisis Estático

Generalidades

Este método se utiliza para representar las fuerzas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales aplicadas en cada nivel de la estructura. Es adecuado para edificaciones que no presenten

irregularidades significativas y que sean de baja altura, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 14 (2). (RNE, 2019)

Período Fundamental

El período fundamental en cada dirección se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

CT = 35 para edificaciones que cuenten exclusivamente con sistemas de pórticos como elementos resistentes en la dirección considerada.

CT = 45 para edificios de concreto armado que empleen pórticos como elementos sismorresistentes, además de contar con cajas de ascensores y escaleras.

CT = 60 para estructuras de mampostería y para todas las edificaciones de concreto armado en las que los elementos sismorresistentes sean principalmente muros de corte.

También es posible utilizar un enfoque de análisis dinámico que tome en cuenta las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Un método sencillo dentro de este enfoque es el siguiente:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i^2)}{g \cdot \sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i}}$$

Cuando el método de análisis dinámico no incluya la consideración de los efectos de los elementos no estructurales, el período fundamental se calculará como el 85% del valor obtenido mediante este método.

Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura para la dirección considerada se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Es importante destacar que para el valor de C/R, se aplicará como mínimo el siguiente valor:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

En el caso en que el período fundamental T sea mayor que 0,7 segundos, una porción de la fuerza cortante total V , denominada F_a , deberá aplicarse como una fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. La magnitud de esta fuerza F_a se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot h_i} \cdot (V - F_a)$$

Efectos de Torsión

Se considerará que la fuerza en cada nivel (F_i) se aplica en el punto central de masas del nivel correspondiente. Además, se debe tener en consideración el impacto de las desviaciones accidentales, las cuales se definen de la siguiente manera: en cada dirección de análisis, la desviación accidental en cada nivel (e_i) será equivalente al 5% de la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la orientación de las fuerzas sísmicas. En cada nivel, además de la fuerza aplicada, se introducirá un momento no intencional denominado M_{ti} , que se determina mediante la expresión siguiente:

$$M_{ti} = \pm F_i e_i$$

Es apropiado asumir que las situaciones más desafiantes surgen cuando se toman en cuenta las desviaciones accidentales con la misma dirección en todos los niveles. Únicamente se considerarán los aumentos en las fuerzas horizontales, sin contemplar las reducciones. (RNE, 2019)

Fuerzas Sísmicas Verticales

Se tomarán como una fracción del peso de la estructura. Para las zonas 3 y 2, esta fracción será el 2/3 de Z . En la zona 1, no será necesario considerar este efecto. (RNE, 2019)

Artículo 18.- Análisis Dinámico

Alcances

Existen dos métodos para realizar esto: la combinación de modos espectrales y el análisis en función del tiempo. En el caso de

construcciones estándar, se autoriza la aplicación del método de combinación de modos espectrales, pero en el caso de edificios de características particulares, se demanda la ejecución del análisis basado en el tiempo. (RNE, 2019)

Análisis por combinación modal espectral.

Modos de Vibración

Se determinarán los periodos naturales y modos de vibración de la estructura teniendo en cuenta adecuadamente las propiedades de rigidez y la distribución de masas. (RNE, 2019)

Aceleración Espectral

Para cada dirección horizontal analizada, se empleará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones definido por la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

Para el análisis en la dirección vertical, se podrá utilizar un espectro con valores iguales al 2/3 del espectro utilizado para las direcciones horizontales. (RNE, 2019)

Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación señalados, es factible obtener la respuesta máxima prevista (r) tanto para las tensiones internas en los componentes de la estructura como para las propiedades globales del edificio, como la fuerza de corte en su base, los cortes de entrepisos, los momentos torsionales y los desplazamientos totales y relativos de los entrepisos. La respuesta máxima anticipada y elástica (r), que representa la suma de los efectos combinados de diversos modos de vibración utilizados (r_i), se puede determinar empleando la siguiente fórmula:

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^n |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

De forma alternativa, es posible estimar la respuesta máxima a través de la combinación completa y cuadrática de los valores calculados para cada modo de vibración. Para cada dirección de

análisis, se tendrán en cuenta los modos cuya suma de masas efectivas represente al menos el 90% de la masa total de la estructura. Se requerirá la inclusión de, al menos, los tres modos de vibración predominantes en la dirección de análisis. (RNE, 2019)

Fuerza Cortante Mínima en la Base

En cada dirección sometida a análisis, el valor no puede ser menor al 80% del cálculo establecido en el Artículo 17 para estructuras regulares ni menor al 90% para estructuras irregulares. En caso de requerir un aumento en la fuerza de corte para cumplir con estos umbrales mínimos, todos los demás resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos, deben ser ajustados de manera proporcional. (RNE, 2019)

Efectos de Torsión

Para tener en cuenta la incertidumbre en la ubicación de los centros de masa en cada nivel, se debe aplicar una desviación inesperada en la dirección perpendicular al sismo, la cual equivale al 0.05 de la dimensión del edificio en la dirección que no coincide con la orientación del análisis sísmico. En cada situación, se debe evaluar el signo que produzca el resultado menos favorable. (RNE, 2019)

Análisis Tiempo-Historia

Es aceptable efectuar un análisis temporal utilizando un enfoque elástico y lineal. Se exige emplear al menos cinco registros de aceleración horizontal, que pueden ser sismos reales o generados de forma artificial. Estos registros deben ser ajustados para que la aceleración máxima coincida con la máxima esperada en el lugar. En el caso de edificios de alta relevancia, se debe llevar a cabo un análisis dinámico de registros temporales, teniendo en cuenta la respuesta inelástica de los componentes estructurales. (RNE, 2019)

Capítulo V: Cimentaciones Artículo 19.- Generalidades

Las hipótesis formuladas acerca de los fundamentos de la estructura deben concordar con las características del terreno en el que se asienta. El diseño de las bases debe estar en armonía con la distribución de las fuerzas derivada del análisis estructural. (RNE, 2019).

Artículo 20. Capacidad Portante

En todos los análisis geotécnicos del suelo, es fundamental incorporar la influencia de los sismos al evaluar la capacidad de carga del terreno de cimentación. En áreas en las que existe la posibilidad de que el suelo sufra licuefacción, es necesario realizar una investigación geotécnica para evaluar esta probabilidad y determinar la solución más adecuada. Para determinar las presiones admisibles en el terreno de cimentación bajo la acción de sismos, es necesario aplicar los factores de seguridad mínimos que se detallan en la NTE E.050 sobre Cimentaciones y Suelos. (RNE, 2019)

Artículo 21. Momento de Volteo

Cada edificación y su respectiva base deben ser proyectadas de manera que puedan soportar el momento torsional provocado por una sacudida sísmica. El factor de seguridad requerido debe ser igual o superior a 1.5. (RNE, 2019)

Artículo 22. Zapatas aisladas y cajones

Cuando se trata de zapatas aisladas, ya sea con o sin el uso de pilotes, en suelos clasificados como tipo S3 y S4, así como en zonas sísmicas 3 y 2, se requerirá la incorporación de elementos de conexión. Estos elementos de conexión deben tener la capacidad de resistir tanto fuerzas de tracción como de compresión, y su valor mínimo debe equivaler al 10% de la carga vertical que soporta la cimentación. En el caso de los pilotes o cajones, es necesario considerar la inclusión de vigas de conexión o tener en cuenta los desplazamientos y deformaciones debidos a las fuerzas horizontales en el diseño tanto de los pilotes como de las zapatas para enfrentar estas cargas. Respecto a los pilotes, se debe suministrar una armadura en tracción que sea al menos equivalente al 15% de la carga vertical que soportan. (RNE, 2019)

Capítulo VI: Elementos no estructurales, apéndices y equipo

Artículo 23.- Generalidades

Se consideran elementos no estructurales aquellos que, independientemente de estar conectados o no al sistema resistente de

fuerzas horizontales, tienen un impacto insignificante en la rigidez del sistema. (RNE, 2019)

En el caso de que estos elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, deben ser diseñados para resistir una fuerza sísmica (V) que se relaciona con su peso (P). (RNE, 2019)

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P$$

Los valores de "U" corresponden a los definidos en el Capítulo 3, y los valores de "C1" se obtienen de la Tabla número 16. (RNE, 2019).

Tabla 16

Valores de C1

Valores de C ₁	
-	Elementos que, al colapsar, podrían caer fuera de la edificación, con la fuerza actuando perpendicular a su superficie.
-	Elementos cuyo colapso represente un riesgo para personas u otras estructuras: factor 1.3.
-	Muros ubicados dentro de una edificación, con la fuerza actuando perpendicular a su superficie: factor 0.9.
-	- Cercos. 0,6
-	Tanques, torres, letreros y chimeneas que están conectados a una parte del edificio, considerando la fuerza en cualquier dirección: factor 0.9.
-	Pisos y techos que funcionan como diafragmas, con la fuerza actuando en su plano: factor 0.6

Nota. Artículo 23 generalidades.

Cuando se trata de elementos no estructurales que están conectados al sistema estructural principal y deben seguir las deformaciones de este último, se debe asegurar que, en caso de sufrir daños, no representen un riesgo para la seguridad de las personas. (RNE, 2019)

La responsabilidad de la conexión de equipos e instalaciones dentro de un edificio recae en el especialista correspondiente. Cada especialista debe garantizar que estos equipos e instalaciones no representen un peligro durante un sismo. En el caso de instalaciones

esenciales, se debe garantizar su funcionamiento continuo. (RNE, 2019)

Capítulo VII: Evaluación, reforzamiento de estructuras

Artículo 24.- Generalidades

Las estructuras que hayan sufrido daños debido a un sismo deben someterse a una evaluación y reparación que corrija los posibles defectos estructurales que causaron el fallo original. Esto garantizará que la estructura recupere su capacidad para resistir eventos sísmicos futuros, de acuerdo con los objetivos de diseño sismorresistente establecidos en el Capítulo número 1. (RNE, 2019)

Después de un evento sísmico, un ingeniero civil debe evaluar la condición de la edificación para determinar si es necesario realizar tareas de reparación y reforzamiento o incluso la demolición de la misma. Este estudio debe tener en cuenta las características geotécnicas del sitio donde se encuentra la estructura. (RNE, 2019)

La reparación de la estructura debe proporcionar una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que asegure su buen desempeño en futuros eventos sísmicos. (RNE, 2019)

El proyecto de reparación o reforzamiento debe incluir detalles específicos, sistemas constructivos y procedimientos que deben seguirse durante la ejecución de las obras. (RNE, 2019)

En el proceso dado por el reforzamiento y la reparación sísmico de edificaciones existentes, se pueden emplear criterios y procedimientos diferentes a los establecidos en esta Norma, siempre y cuando se justifiquen adecuadamente y reciban la aprobación de la autoridad dada. (RNE, 2019)

Capítulo VIII: Instrumentación

Artículo 25.- Registradores Acelero gráficos

Las zonas sísmicas, son dados por los proyectos de edificaciones que tengan superior o un área igual a 10,000 m² deben contar con acelerómetro triaxial por medio de un registrador. (RNE, 2019)

Artículo 26.- Ubicación

Estos equipos deben estar instalados en una habitación con un área mínima de 4 metros cuadrados en el nivel más bajo de la

edificación. Esta ubicación debe facilitar el mantenimiento, contar con iluminación adecuada, ventilación, suministro eléctrico y seguridad física. Además, esta zona debe estar claramente señalada en los planos arquitectónicos. (RNE, 2019)

Artículo 27.- Mantenimiento

Los propietarios del edificio son responsables del mantenimiento operativo de estos instrumentos, lo que incluye piezas, componentes, suministros y servicios relacionados, bajo la supervisión del Instituto Geofísico del Perú. Esta responsabilidad se extiende por un período de 10 años. (RNE, 2019)

Artículo 28.- Disponibilidad de Datos

Los datos de aceleración registrados por estos instrumentos serán procesados por el Instituto Geofísico del Perú y se agregarán a la base de datos nacional de información geofísica. Estos datos estarán disponibles para el público y podrán ser solicitados por usuarios interesados. (RNE, 2019)

Artículo 29.- Requisitos para la Finalización de Obra

Con el fin de obtener la certificación que acredita la culminación de la construcción, el dueño del inmueble está obligado a entregar un certificado de instalación emitido por el Instituto del Perú. Además, se requiere la presentación de un contrato de servicio para llevar a cabo el mantenimiento operativo de todos los dispositivos, y estos requerimientos deben ser presentados bajo la supervisión de un funcionario cualificado. (RNE, 2019)

D3. E.60: Normas peruanas de concreto armado Concreto Armado

Capítulo 1: Generalidades Artículo 1.- Requisitos generales

Alcance

Esta normativa establece los requisitos y estándares mínimos que deben seguirse en el análisis, diseño, utilización de materiales, donde proceso de edificación, así como el aseguramiento de la calidad y la supervisión de estructuras que emplean concreto, ya sea sin refuerzo o con refuerzo, están sujetos a regulaciones. Las estructuras construidas con concreto pretensado se incluyen en la clasificación de

estructuras de concreto reforzado. Las especificaciones técnicas y los planos del proyecto de la estructura son documentos fundamentales que rigen estas operaciones deben estar en conformidad con esta norma, y en casos no contemplados en ella, se pueden complementar. Cuando surjan discrepancias entre esta norma y otras a las que esta haga referencia, esta norma tiene prioridad. (RNE, 2019)

Limitaciones

Esta normativa abarca los requisitos aplicables a estructuras construidas con concreto de densidad normal. Puede utilizarse también en el diseño y construcción de estructuras prefabricadas y estructuras especiales cuando sea relevante. (RNE, 2019)

Proyecto, ejecución e inspección de la obra

Requisitos generales

Todo el proceso que involucra el proyecto estructural, la construcción y la inspección de la obra debe ser llevado a cabo por individuos profesionales y técnicos que cuenten con las cualificaciones necesarias. (RNE, 2019)

Los planos, diseños, cálculos detallados y especificaciones técnicas deben ser aprobados por un Ingeniero, quien es la única persona autorizada para realizar modificaciones en estos documentos. (RNE, 2019)

La construcción debe ser supervisada y ejecutada por Ingenieros Civiles Colegiados, quienes tienen la responsabilidad de garantizar que se cumplan las indicaciones detalladas en las especificaciones técnicas de los planos. (RNE, 2019)

Proyecto

El diseño de la estructura debe seguir los principios de resistencia a sismos establecidos en la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones. Las cargas que inciden en la estructura deben ser evaluadas de acuerdo con las directrices establecidas en las NTE E. 020 y la NDR. El Ingeniero a cargo del proyecto tiene la libertad de seleccionar los métodos de análisis que sean adecuados. El diseño de la estructura debe cumplir con los requisitos especificados en esta normativa. (RNE, 2019)

Los planos del proyecto de ingeniería estructural han de contener información completa y precisa referente a las dimensiones, las uniones, los refuerzos y la posición de los diversos componentes estructurales. Además, se precisa la especificación de la calidad de los materiales empleados, las resistencias del concreto y el acero, las características del suelo y las propiedades de la mampostería y el mortero, en conformidad con lo establecido en la normativa N-E.070. De igual forma, se deben considerar las sobrecargas equivalentes y de diseño relacionadas con los elementos de tabiquería. Estos planos deben ser sometidos a las autoridades encargadas de la construcción. (RNE, 2019)

Ejecución de la obra

Para llevar a cabo la construcción de la obra, se designará a un Ingeniero Civil Colegiado que actuará como Ingeniero como Residente de la Obra y que representará al Constructor en el lugar de construcción. El Constructor ejecutará los trabajos de acuerdo con las pautas establecidas en esta Norma, así como de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas correspondientes. En situaciones donde sea necesario obtener la aprobación previa de la inspección para llevar a cabo ciertos trabajos, el Ingeniero Residente notificará al Inspector con un margen de 48 horas antes de iniciar dichas tareas. (RNE, 2019)

Se mantendrá un registro de las incidencias donde se adjuntará al Cuaderno de Obra. Dicho registro deberá contener información detallada, como el número y nombre de los documentos relacionados que forman parte del registro en el momento de su ocurrencia. Entre las incidencias técnicas que deben registrarse se incluyen aspectos como las proporciones de los materiales y la calidad que son utilizados en el concreto, la construcción de los encofrados, el proceso de desencofrado y apuntalamiento, la colocación del refuerzo estructural, el proceso de mezcla del concreto, la ubicación de las tandas de concreto en la estructura, el procedimiento de colocación y curado del concreto, entre otros. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de 5°C o supere los 28°C, será necesario llevar un registro detallado de las temperaturas

y las precauciones tomadas durante el proceso de curado del concreto. Se deberán anotar eventos como la secuencia de montaje y conexión de elementos prefabricados, la aplicación de presfuerzo, cualquier carga significativa durante la construcción en entresijos, elementos y/o muros ya terminados, así como el avance general de la obra, entre otros aspectos importantes. Tanto el Registro como el Cuaderno de Obra se entregarán al propietario junto con el Acta. (RNE, 2019)

Inspección

Es designado por el propietario y actúa como su representante frente al Constructor. El Inspector posee la autoridad y responsabilidad para asegurar el cumplimiento de esta Norma, así como de los planos y especificaciones técnicas correspondientes. Es deber del Constructor facilitar al Inspector todas las facilidades necesarias en el sitio de construcción para que pueda llevar a cabo sus responsabilidades de manera efectiva. (RNE, 2019)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cimentación: la cimentación se refiere a la parte subyacente de una edificación que Su tarea principal consiste en trasladar las fuerzas desde la parte superior de la estructura hasta el subsuelo de cimentación. (RNE, 2019)

Construcción: la construcción implica todas las actividades relacionadas con la creación, montaje, remodelación, e instalación de estructuras y edificaciones, incluyendo técnicas, materiales, procesos y habilidades necesarias para llevar a cabo estas tareas o funciones (CIGIR.2009).

Durabilidad: la durabilidad se refiere a un material donde la aptitud o componente para soportar los efectos de elementos medioambientales, mecánicos o de operación que pueden llevar a su deterioro progresivo (CIGIR.2009).

Elementos estructurales: son partes de una edificación que forman parte de su sistema resistente, trabajando en conjunto para mantener la estructura en pie. Estos incluyen la cimentación, columnas, muros portantes, diafragmas y vigas (Ábalos & Herreros, 1992).

Elementos no estructurales: Son elementos del inmueble que se hallan conectados a las secciones estructurales, donde desempeñan roles

fundamentales en el edificio o simplemente están presentes en la construcción. Ejemplos de tales elementos abarcan paredes divisorias, accesos, sistemas de saneamiento, cubiertas, ventanas, sistemas eléctricos, dispositivos médicos, mobiliario y servicios sanitarios, entre otros. (Ábalos & Herreros, 1992).

Factores Estructurales: los factores estructurales son información y características específicas que una edificación presenta y que son esenciales para comprender su capacidad resistente (CIGIR.2009).

Intensidad sísmica: es una estimación o medida de la vibración del suelo causada por un sismo, considerando cómo es percibida por las personas, su impacto en las construcciones y su efecto en el entorno (Ábalos & Herreros, 1992).

Peligro: el peligro se refiere a la probabilidad de que ocurra un evento natural potencialmente peligroso en una ubicación específica, con una determinada magnitud y dentro de un período de tiempo establecido. (CENEPRED.2014).

Planos los planos son representaciones gráficas que contienen todos los diseños dados y relacionados con una edificación. Pueden incluir planos, altimétricos, perimétricos, planimétricos, topográficos y perimétricos, dependiendo de su enfoque. (RNE, 2019)

Riesgo Sísmico: el riesgo sísmico se relaciona con las pérdidas anticipadas como resultado de un terremoto dependen tanto de la amenaza sísmica como de la vulnerabilidad de las estructuras (Rojas & Martínez, 2011).

Sismo: es un fenómeno repentino, con un movimiento brusco de la superficie terrestre provocado por la liberación de energía almacenada, que se manifiesta a través de ondas sísmicas (Otero, 2018)

Vulnerabilidad: la vulnerabilidad se manifiesta en diversas formas y está relacionada con la capacidad de respuesta ante un desastre natural. Por ejemplo, la pobreza puede ser un factor de vulnerabilidad que deja a las víctimas sin la capacidad de responder adecuadamente a un desastre como un huracán (Climent, 2002).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

HG: El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones es alto.

HO: El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones es bajo.

2.4.2. HIPOTESIS EXPECIFICA

HE1: El incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

HE2: Existe un óptimo nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

HE3: La norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en el cumplimiento con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.

HE4: El comportamiento sísmico mediante software ETABS21 es óptimo de manera preventiva para las edificaciones del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE 1

Nivel de Vulnerabilidad Sísmica

Dimensiones:

- Calidad de construcción
- Mano de obra (carta balance)
- Estabilidad de muro

2.5.2. VARIABLE 2

Reglamento Nacional de Edificaciones.

Dimensiones:

- E. 020.
- E. 030.
- E. 060.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 17

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE 1: Nivel de vulnerabilidad sísmica	Calidad de construcción	- Planificación constructiva. - Parámetros constructivos	Guía de observación
	Mano de obra	- Asesoramiento especializado para la construcción. - Asesoramiento especializado para el diseño estructural	
	Estabilidad de muro	- Deterioro del material en las estructuras. - Almacenamiento de materiales.	
VARIABLE 2: Reglamento nacional de edificaciones	E. 020: Normas peruanas de cargas.	- Carga muerta - Carga viva	Guía de observación
	E. 030: Normas peruanas de diseño sismorresistente.	- Peligro Sísmico - Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones	
	E. 060: Normas peruanas de concreto armado.	- Cimentación - Notación y definiciones - Materiales - Requisitos de durabilidad	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se clasifica como investigación básica o fundamental, ya que se enfoca en un tema específico sin extenderse más allá de ese ámbito. Se trata de una investigación que busca ampliar el conocimiento existente, desarrollando nuevas leyes o refutando las existentes. También se le conoce como investigación pura o fundamental (Sanca, 2011).

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio adopta un enfoque mixto que combina aspectos cuantitativos y cualitativos. El enfoque cuantitativo se utiliza para recopilar datos descriptivos, estadísticos e inferenciales, que proporcionarán una visión amplia para evaluar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones. El enfoque cualitativo se emplea para recopilar y analizar información cualitativa. Esto permite una comprensión más completa del fenómeno estudiado (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación se encuadra en la categoría descriptiva como también explicativo. Su objetivo es descubrir las causas de un fenómeno específico y responder a preguntas sobre por qué ocurren ciertos problemas o eventos. Además, busca identificar los factores o variables que influyen en este fenómeno y cómo lo afectan (Sánchez et al., 2018).

3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación es de tipo no experimental. En este tipo de estudios, no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos. Es decir, se estudian las variables tal y como ya ocurren, sin intervención del investigador en su desarrollo (Hernández et al., 2006).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de este estudio comprende todos los elementos que forman parte del fenómeno bajo análisis, en este caso, personas involucradas en dicho fenómeno (Arias, 2006).

En concreto, la población de esta investigación consiste en las edificaciones autoconstruidas ubicadas en la cuadra 1 del jirón Abtao.

3.2.2. MUESTRA

Una muestra se refiere a un subconjunto de la población que comparte características con esta última (Hernández et al., 2006).

En este estudio, se emplea un muestreo por conveniencia para seleccionar las unidades de muestra. Este enfoque permite al investigador elegir las unidades de muestra de acuerdo con su conveniencia o accesibilidad. Este enfoque resulta especialmente beneficioso cuando se pretende recabar datos de la población de forma ágil y asequible. La selección de muestras por conveniencia es adecuada en las fases iniciales de la investigación con el propósito de formular hipótesis, así como en investigaciones definitivas donde el investigador está dispuesto a tolerar cierto grado de imprecisión en los resultados. (Tamayo, 2015).

En la investigación en curso, la muestra estará conformada por 07 edificaciones seleccionadas a criterio del investigador.

Tabla 18

Muestra de estudio

Dirección de las Edificaciones Seleccionadas
Jr. Abtao N° 174
Jr. Abtao N° 172
Jr. Abato N° 190
Jr. Abtao N° 151
Jr. Abtao N° 112
Jr. Abtao N° 150
Jr. Abtao N° 129

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

La metodología empleada para obtener información en este estudio de investigación consistió en el uso de la técnica de observación. A diferencia de lo mencionado en la fuente original sobre el uso de encuestas y cuestionarios, en este trabajo se optó por la observación como método principal de recolección de datos.

La observación. La observación es una técnica que posibilita la obtención de datos al registrar eventos y fenómenos relacionados con un grupo de sujetos o individuos sin requerir la interacción o colaboración directa de las personas observadas. Esta técnica se considera una fuente principal de información en la investigación, conocida como fuente primaria de datos. A diferencia de otras fuentes, la observación es estática en su naturaleza, ya que solo permite recopilar información correspondiente al momento específico en que se realiza (Sánchez et al., 2018).

3.3.2. INSTRUMENTOS

La guía de observación es un instrumento utilizado en la técnica de observación. Su estructura está diseñada de manera sistemática para capturar los aspectos que se planea registrar relacionados con el objeto de estudio. Este instrumento facilita la recopilación de datos de manera organizada y con una secuencia temporal, lo que resulta práctico y concreto, permitiendo posteriormente el análisis de una situación o problema específico (Ortiz, 2004).

Tabla 19

Ficha de características geométricas

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación	Guía de observación: Facilita la captura de información de manera secuencial, eficaz y específica, con el fin de llevar a cabo el análisis de una situación o un problema en particular.

Nota. Criterio del investigador.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Análisis de correlaciones:

El análisis se hizo con el fin de determinar si se presentó o no la relación entre dos variables diferentes; así como también, como para determinar la fortaleza de esta relación de variables.

Análisis de regresión:

Esta es otra técnica que permite investigar si se presenta o no la existencia, en el cual se plantea la posibilidad de que una variable (llamada variable independiente) pueda influir en el comportamiento de otra variable (conocida como variable dependiente) o en otras variables. Esto implica la exploración de una relación entre diversas variables.

Visualización de datos:

Los análisis de datos mediante la técnica resultan enormemente factibles, dado que permite mediante un gráfico o imagen poder con el fin de entender grandes volúmenes con diversos datos de manera simplificada y rápida.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Ubicación Geográfica

El trabajo se ha realizado el departamento de Huánuco y provincia del mismo nombre dicha ciudad cuenta con 235 529 en toda la región las coordenadas de la ciudad se encuentran en 9°55'46"S 76°14'23"O / -9.9294444444444, -76.2397222222222

Figura 4

Ubicación geográfica



Nota. Mapa de delimitación de la región Huánuco.

Ubicación de las viviendas

El área donde se está realizando la presente investigación es en el Jr. Abtao cuadra 1, dicha cuadra tiene una colindancia con las siguientes direcciones:

- Jr. Junín la cuadra 4.
- Psje. Ayancocha.

- Jr. Ayancocha

Figura 5

Ubicación del proyecto

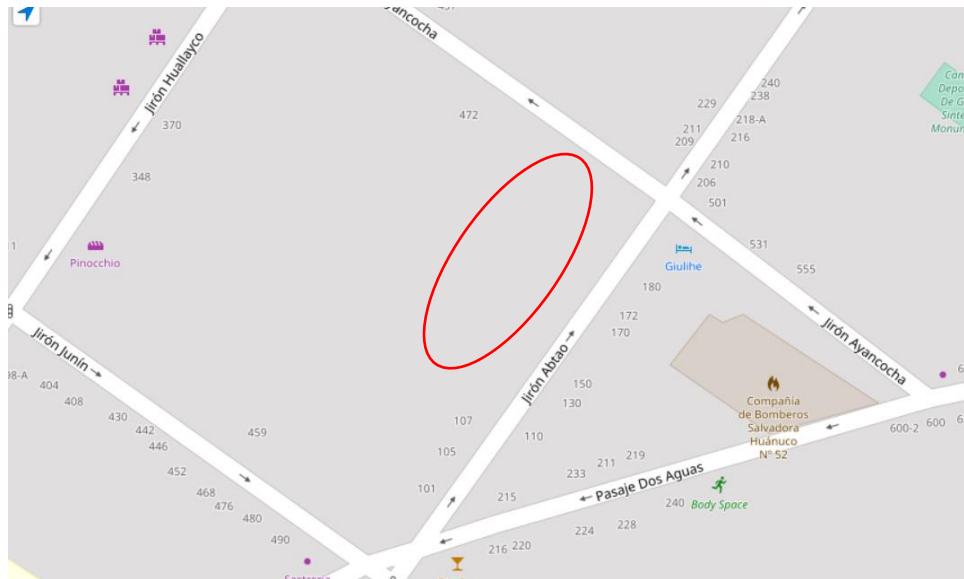


Figura 6

Análisis de Casa N° 01



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 20*Datos técnicos de la casa 01*

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto armado	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	Concreto	Concreto + ladrillo de techo
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
Uso de materiales de construcción de baja calidad, ejecución incorrecta de los trabajos de construcción, forma y dimensiones irregulares, conexiones defectuosas, detalles constructivos deficientes, etc.			Acero de refuerzo, cemento, arena gruesa, arena fina, hormigón, ladrillo de 18 huecos, alambres, clavos, cerámicas, etc.		

Interpretación

Después de la inspección de campo y la evaluación visual de la vivienda de cuatro niveles, se ha identificado que su construcción se llevó a cabo en tres etapas distintas. Al examinar el primer nivel, se evidencia una ejecución adecuada de la estructura, con una distribución correcta de los elementos estructurales.

Es relevante señalar que la cimentación de la vivienda consiste en zapatas de concreto armado. Las columnas están conformadas con acero de refuerzo grado 60 $f'_y= 4200$ kg/cm², lo cual es congruente con los estándares requeridos para estructuras de concreto armado. No obstante, es importante destacar que no se cumple con los recubrimientos mínimos de 4 cm, tal como lo estipula la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

En cuanto a los muros, se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción. Las columnas y vigas están compuestas por concreto en combinación con acero de refuerzo Grado 60 $f'_y= 4200$ kg/cm², y se distribuyen tanto de manera longitudinal como transversal mediante el uso de estribos de amarre. El techo se realizó utilizando ladrillos de techo hueco de dimensiones 15x30x30 cm, los cuales fueron recubiertos con concreto.

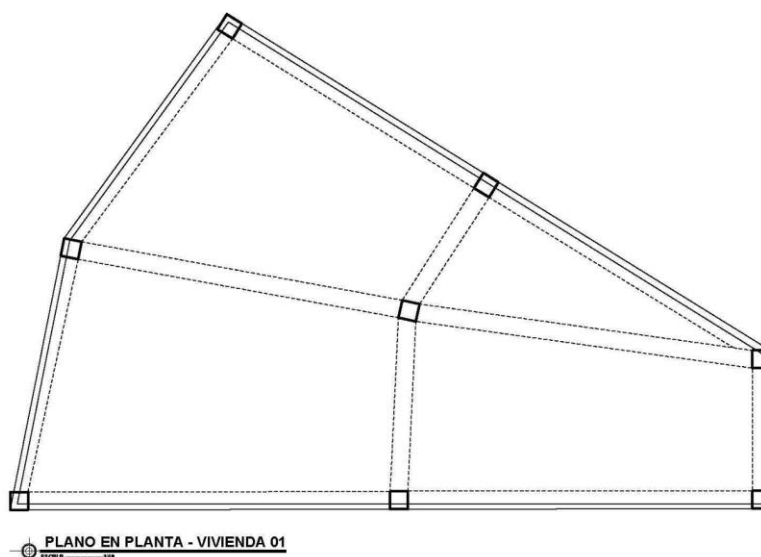
En resumen, esta evaluación revela una serie de problemas estructurales en la vivienda. Estos problemas indican que la edificación podría sufrir daños considerables en caso de un sismo de magnitud significativa. Esto se debe a que la construcción se realizó de manera empírica y autoconstruida, como se puede apreciar en la figura 4. Por lo tanto, la vivienda presenta una susceptibilidad significativa a sufrir daños en caso de un evento sísmico.

Problemas estructurales identificados

- Discontinuidad de muros estructurales
- Columnas y vigas no cumplen con los recubrimientos mínimos.

Figura 7

Planimetría en planta de vivienda N°01

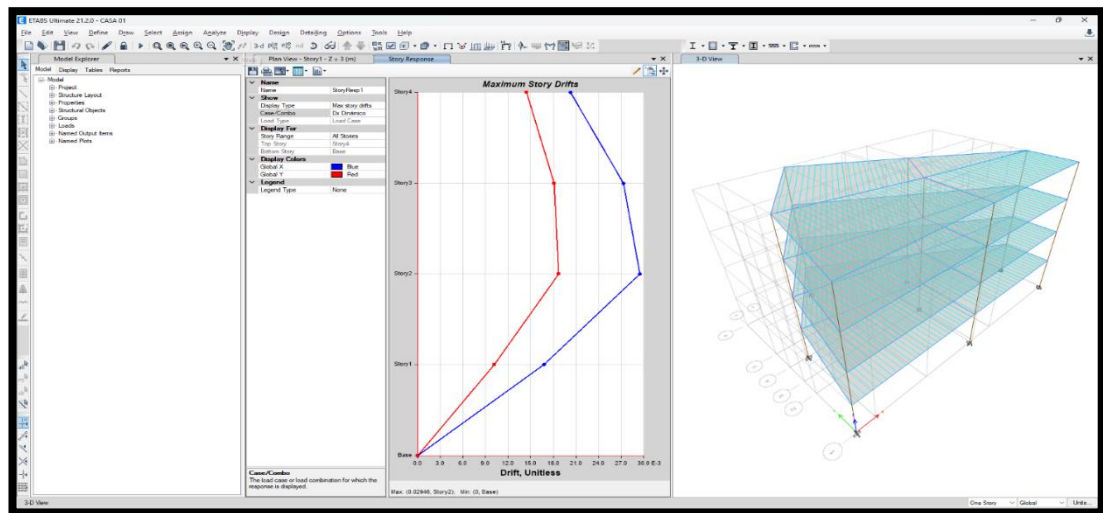


Análisis

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 8

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.02946 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que no estaría cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas peruanas

Los siguientes son las normas técnicas peruanas para la evaluación a la construcción de la estructura descrita:

Reglamento Nacional de Edificaciones E.020: Cargas

Reglamento Nacional de Edificaciones E.030: Diseño Sismorresistente

Reglamento Nacional de Edificaciones E.060: Concreto Armado

Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería

Los problemas estructurales identificados en la vivienda descrita no cumplen con los requisitos de estas normas.

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 174

Figura 9

Análisis de la casa N° 02



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 21

Datos técnicos de la casa 02

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto piedras chancadas	Concreto	Aceros de estructura metálica y calaminas.
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
No se presentaron problemas constructivos.			Acero, cemento, arena gruesa, arena fina, ladrillo de 18 huecos, alambres, clavos, calamina.		

Interpretación

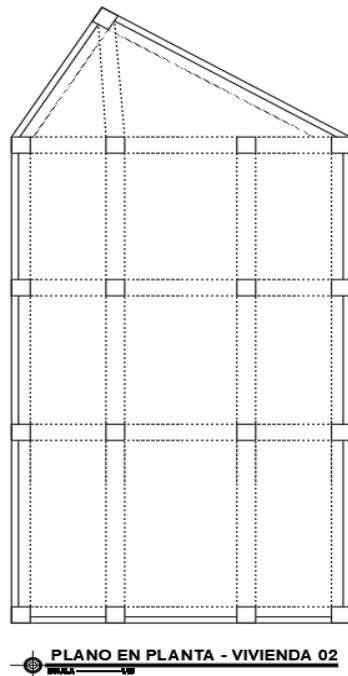
Luego de realizar un análisis y evaluación visual de la vivienda de tres niveles se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en una sola etapa, al realizar una examinación visual se determinó que desde el primer nivel la ejecución de la estructura se ha realizado de manera adecuada, es decir que la distribución de las columnas y demás elementos se realizaron de la mejor manera.

Por ello es importante señalar que la vivienda tanto las zapatas, columnas, vigas se han realizado de manera adecuada, donde se visualiza que ha cumplido de acuerdo con el Reglamento Nacional de

Edificaciones, ya que los muros se han empleado ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción.

Figura 10

Planimetría en planta de vivienda N°02

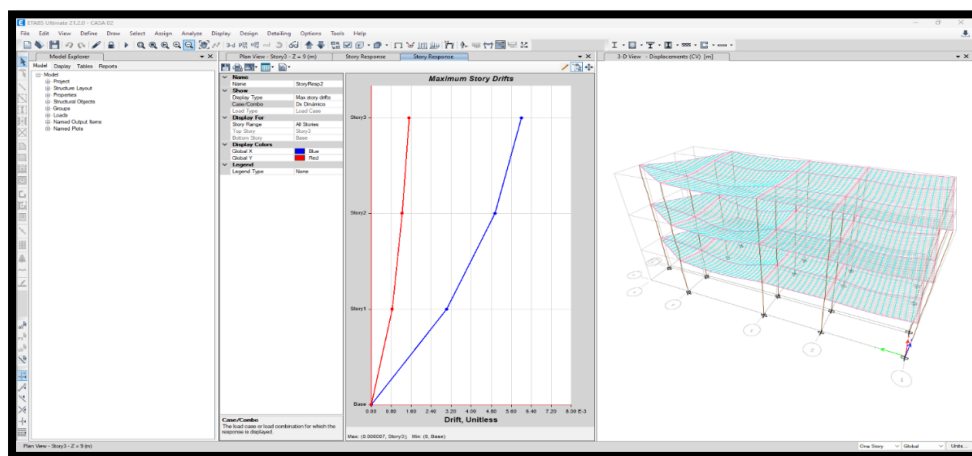


Análisis

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 11

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.006007 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser

mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que si estuviese cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas peruanas

Los siguientes son las normas técnicas peruanas para la evaluación a la construcción de la estructura descrita:

Reglamento Nacional de Edificaciones E.020: Cargas

Reglamento Nacional de Edificaciones E.030: Diseño Sismorresistente

Reglamento Nacional de Edificaciones E.060: Concreto Armado

Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 172

Figura 12

Análisis de la Casa N° 03



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 22

Datos técnicos de la casa 03

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto o armado	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto	Concreto	Concreto + ladrillos
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
Se ha usado materiales de baja calidad, la ejecución incorrecta de la construcción.			Fierros de construcción, cemento, arena gruesa y fina, ladrillo de 18 y 8 huecos, alambres, clavos, puntales.		

Interpretación

Después de la inspección visual realizada la vivienda de 4 niveles se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en dos etapas distintas. Al realizar el análisis el primer nivel se evidencia que tienen una estructura adecuada, donde se ve la distribución correcta de los elementos que lo conforman la estructura, pero a partir del segundo nivel se visualiza que el voladizo presenta irregularidades en la nivelación.

Las columnas están conformadas con fierros de acero de refuerzo grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, lo cual esto es recomendable de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones. En cuanto a los muros, se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción de la pared. Las columnas y vigas están compuestas por concreto en combinación con acero de refuerzo Grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, donde su distribución se ha realizado de manera longitudinal y transversal para ello se ha realizado con estribos de amarre para mayor resistencia, por otra parte, el techo se realizó utilizando ladrillos de techo hueco de dimensiones $15 \times 30 \times 30 \text{ cm}$, donde esto se ha cubierto en su totalidad con concreto.

Entonces de acuerdo al análisis visual realizado se ha podido determinar algunos problemas estructurales de la construcción, donde esto puede sufrir daños considerables si encaso sucediera un movimiento sísmico considerable, esto se daría por haberse realizado de manera empírica, de acuerdo a lo mencionado por el dueño la vivienda la continuidad de la construcción se ha realizado sin la pruebas de materiales de los desgastes que hubieran tenido, ya que la vivienda se ha realizado en dos etapas distintas el tercero y cuarto nivel se ha realizado sin la pruebas de rigor como lo establece la norma, otro problema que se visualiza es el lineamiento de la estructura no se ha mantenido adecuadamente. Por lo tanto, la vivienda presenta una susceptibilidad significativa a sufrir daños en caso de un evento sísmico.

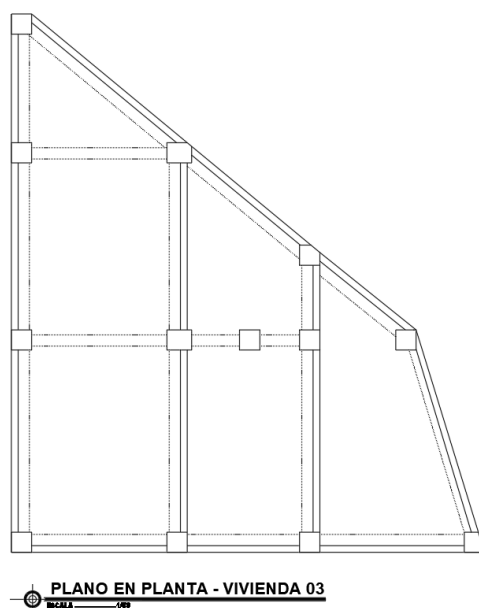
Problemas estructurales identificados

- Las columnas y vigas no cumplen de acuerdo con la Norma

el cubrimiento mínimo de la estructura.

Figura 13

Planimetría en planta de vivienda N°03

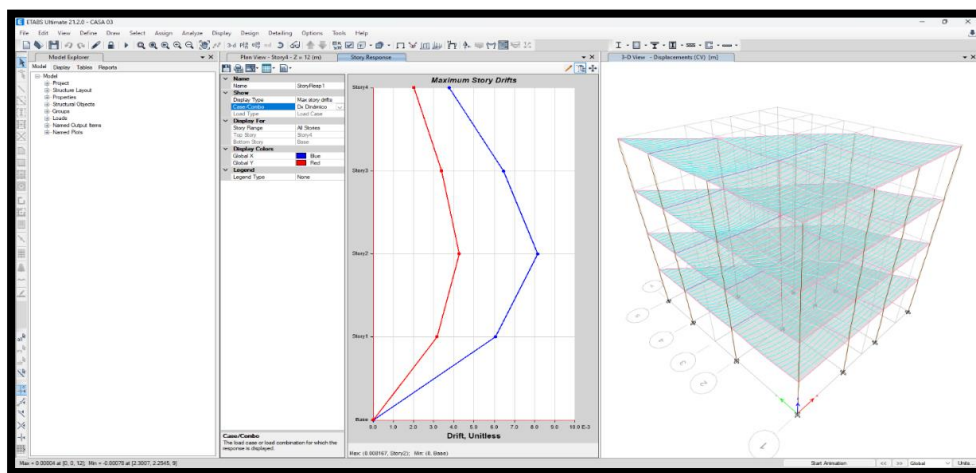


Análisis

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 14

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.008167 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que no estaría cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas peruanas

Las siguientes son las normas peruanas que existe para la construcción adecuada de la estructura descrita anteriormente.

Norma E.020 Cargas

Norma E.030 Diseño sismorresistente

Norma E.060 Concreto armado

Norma E.070 Albañilería.

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 190

Figura 15

Análisis de la casa N° 04



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 23

Datos técnicos de la casa 04

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto	Concreto	Concreto y ladrillo de techo con 8 huecos.
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		

Se ha usado materiales de baja calidad, la ejecución incorrecta de la construcción.	Fierro de acero, cementos, arena gruesa y fina, ladrillo de 18 huecos, alambres, clavos, puntales para el reforzamiento vaciado del techo, madera para el encofrado de las vigas, columnas y el techado.
---	--

Interpretación

Después de la inspección visual realizada la vivienda de 4 niveles se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en dos etapas distintas. Al realizar el análisis el primer nivel se evidencia que tienen una estructura adecuada, donde se ve la distribución correcta de los elementos que lo conforman la estructura, pero a partir del segundo nivel se visualiza que el voladizo presenta irregularidades en la nivelación.

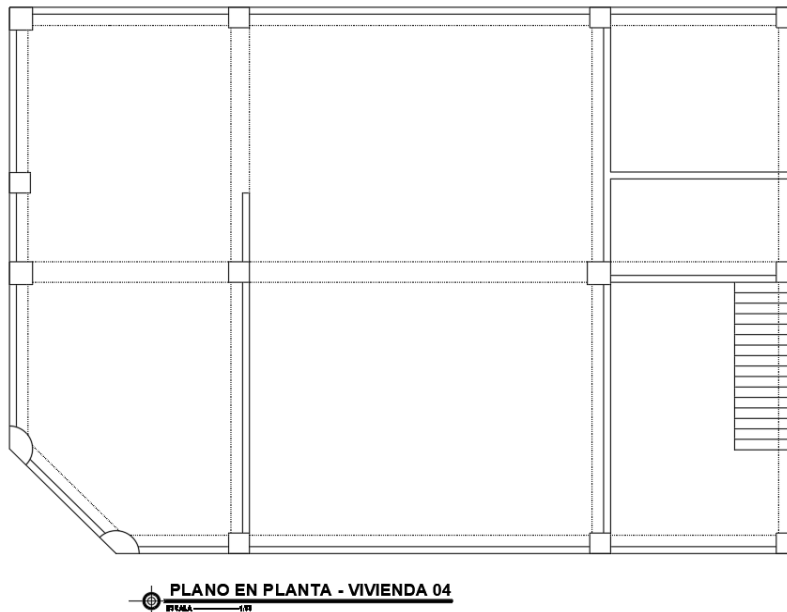
Las columnas están conformadas con fierros de acero de refuerzo grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, lo cual esto es recomendable de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones. En cuanto a los muros, se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción de la pared. Las columnas y vigas están compuestas por concreto en combinación con acero de refuerzo Grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, donde su distribución se ha realizado de manera longitudinal y transversal para ello se ha realizado con estribos de amarre para mayor resistencia, por otra parte, el techo se realizó utilizando ladrillos de techo hueco de dimensiones $15 \times 30 \times 30 \text{ cm}$, donde esto se ha cubierto en su totalidad con concreto.

Entonces de acuerdo al análisis visual realizado se ha podido determinar algunos problemas estructurales de la construcción, donde esto puede sufrir daños considerables si encaso sucediera un movimiento sísmico considerable, esto se daría por haberse realizado de manera empírica, de acuerdo a lo mencionado por el dueño la vivienda la continuidad de la construcción se ha realizado sin la pruebas de materiales de los desgastes que hubieran tenido, ya que la vivienda se ha realizado en dos etapas distintas el cuarto y quinto nivel se ha realizado sin la pruebas de rigor como lo establece la norma, otro problema que se visualiza es el lineamiento de la estructura no se ha mantenido adecuadamente. Por lo tanto, la vivienda presenta una

susceptibilidad significativa a sufrir daños en caso de un evento sísmico.

Figura 16

Planimetría en planta de vivienda N°04

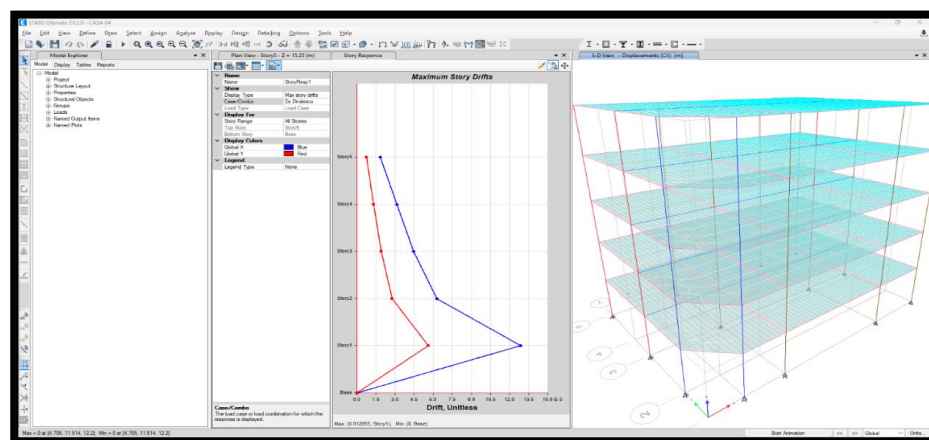


Análisis.

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 17

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.012855 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser

mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que no estaría cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas.

Después de haberse realizado el análisis de puede decir que la vivienda de cinco niveles cumple con las siguientes normas:

Norma E.070 Albañilería.

Norma E.030 Diseño sismorresistente.

Norma E.020 Cargas

Norma E.060 Concreto armado

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 112

Figura 18

Análisis de la casa N° 05



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 24

Datos técnicos de la casa 05

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto	Concreto	Concret o + ladrillo de techo con 8 huecos.
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
No se presentaron problemas constructivos.			Fierro de construcción, cimiento, arena gruesa y fina, ladrillo de 18 y 8 huecos, alambres, clavos		

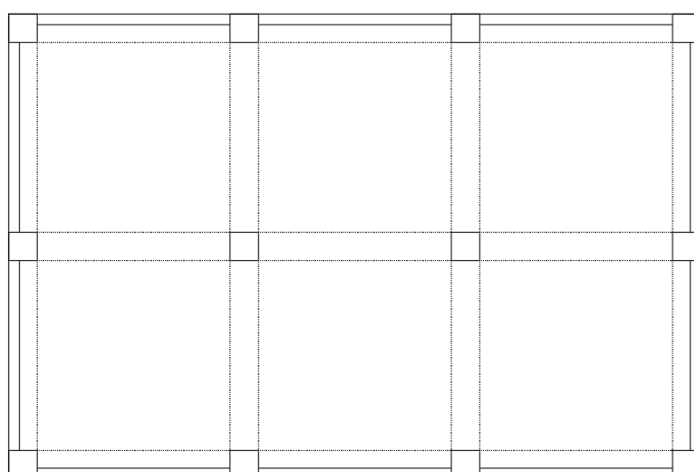
Interpretación

Luego de realizar un análisis y evaluación visual de la vivienda de un nivel se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en una sola etapa, al realizar una examinación visual se determinó que desde el primer nivel la ejecución de la estructura se ha realizado de manera adecuada, es decir que la distribución de las columnas y demás elementos se realizaron de la mejor manera.

Por ello es importante señalar que la vivienda tanto las zapatas, columnas, vigas se han realizado de manera adecuada, donde se visualiza que ha cumplido de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que los muros se han empleado ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción.

Figura 19

Planimetría en planta de vivienda N°05



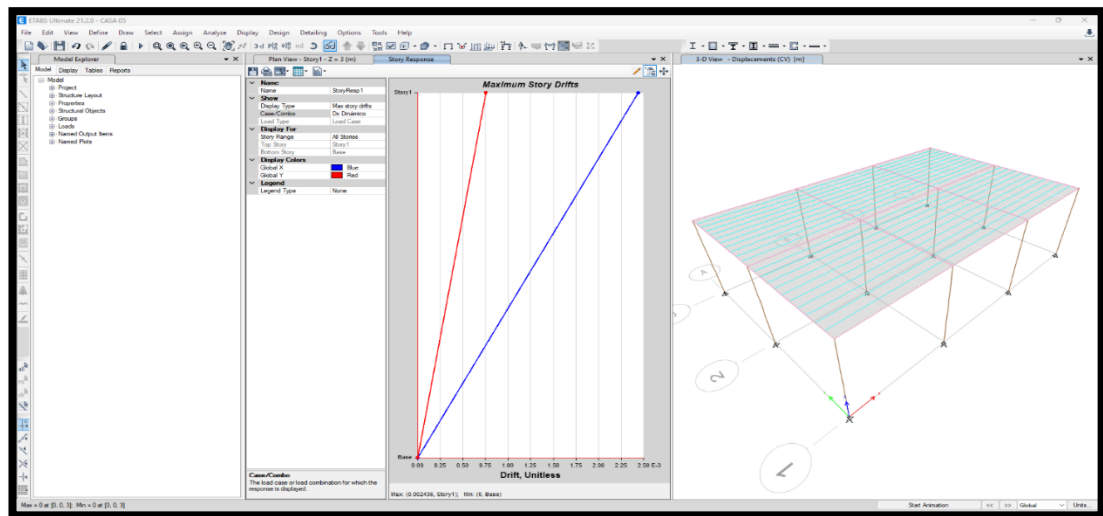
PLANO EN PLANTA - VIVIENDA 05
ESCALA 1/40

Análisis.

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 20

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.002436 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que si estuviese cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas peruanas

Las siguientes normas técnicas se debe tener en consideración para la construcción adecuada.

Reglamento Nacional de Edificaciones E.020: Cargas

Reglamento Nacional de Edificaciones E.030: Diseño Sismorresistente

Reglamento Nacional de Edificaciones E.060: Concreto Armado

Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 150

Figura 21

Análisis de la casa N° 06



Tabla 25

Datos técnicos de la casa 06

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto	Concreto	Concreto + ladrillo de techo con 8 huecos.
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
Se ha usado materiales de baja calidad, la ejecución incorrecta de la construcción.			Fierro de acero, cementos, arena gruesa y fina, ladrillo de 18 huecos, alambres, clavos, puntales para el reforzamiento vaciado del techo, madera para el encofrado de las vigas, columnas y el techado.		

Interpretación

Después de la inspección visual realizada la vivienda de tres niveles se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en dos etapas distintas. Al realizar el análisis el primer nivel se evidencia que tienen una estructura adecuada, donde se ve la distribución correcta de los elementos que lo conforman la estructura, pero a partir del segundo nivel se visualiza que el voladizo presenta irregularidades en la nivelación.

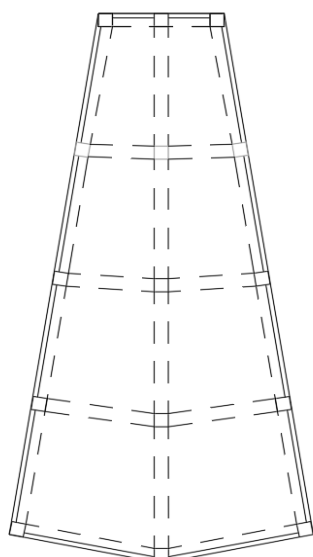
Las columnas están conformadas con fierros de acero de refuerzo grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, lo cual esto es recomendable de acuerdo

con el Reglamento Nacional de Edificaciones. En cuanto a los muros, se emplearon ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción de la pared. Las columnas y vigas están compuestas por concreto en combinación con acero de refuerzo Grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, donde su distribución se ha realizado de manera longitudinal y transversal para ello se ha realizado con estribos de amarre para mayor resistencia, por otra parte, el techo se realizó utilizando ladrillos de techo hueco de dimensiones $15 \times 30 \times 30 \text{ cm}$, donde esto se ha cubierto en su totalidad con concreto.

Entonces de acuerdo con el análisis visual realizado se ha podido determinar algunos problemas estructurales de la construcción, donde esto puede sufrir daños considerables si encaso sucediera un movimiento sísmico considerable, esto se daría por haberse realizado de manera empírica, de acuerdo con lo mencionado por el dueño la vivienda la continuidad de la construcción se ha realizado sin las pruebas de materiales. Por lo tanto, la vivienda presenta una susceptibilidad significativa a sufrir daños en caso de un evento sísmico.

Figura 22

Planimetría en planta de vivienda N°06



PLANO EN PLANTA - VIVIENDA 06

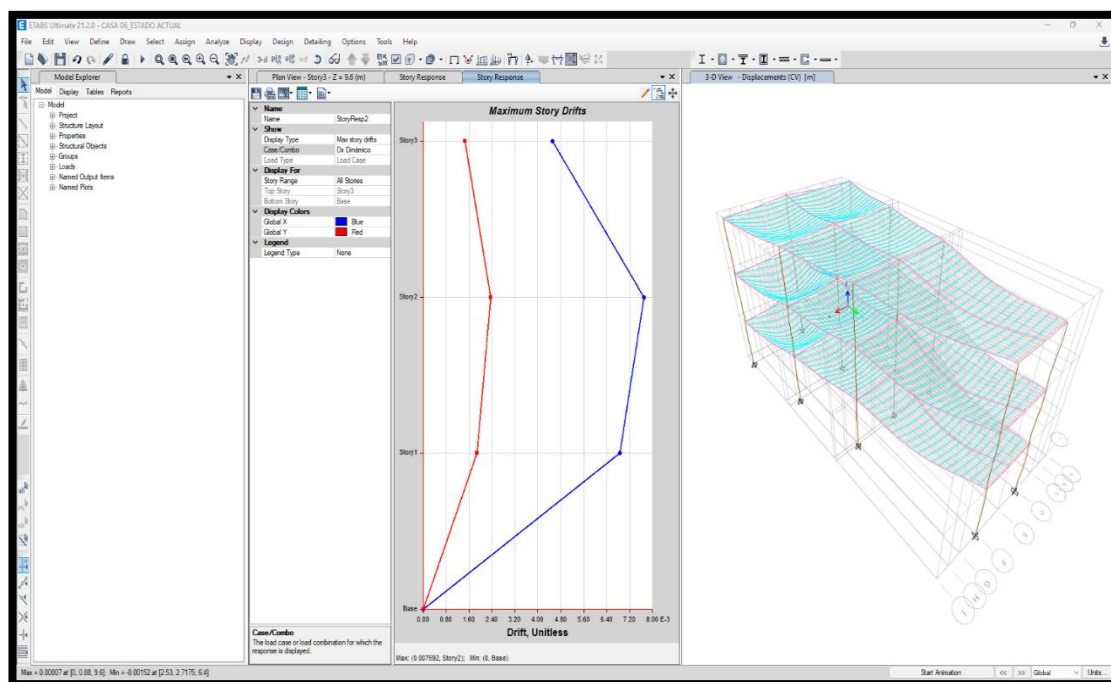
Análisis.

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños

y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 23

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.007692 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que no estaría cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas.

Después de haberse realizado el análisis de puede decir que la vivienda de cinco niveles cumple con las siguientes normas:

Norma E.070 Albañilería.

Norma E.030 Diseño sismorresistente.

Norma E.020 Cargas

Norma E.060 Concreto armado

Resultados de análisis de la casa del Jr. Abtao 129

Figura 24

Análisis de la casa N° 07



Nota. Vivienda a estudiar.

Tabla 26

Datos técnicos de la casa 07

DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
Concreto	Concreto	Ladrillo de 18 huecos	Concreto piedras chancadas	Concreto	Aceros de estructura metálica y calaminas.
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
No se presentaron problemas constructivos.			Acero, cemento, arena gruesa, arena fina, ladrillo de 18 huecos, alambres, clavos, calamina.		

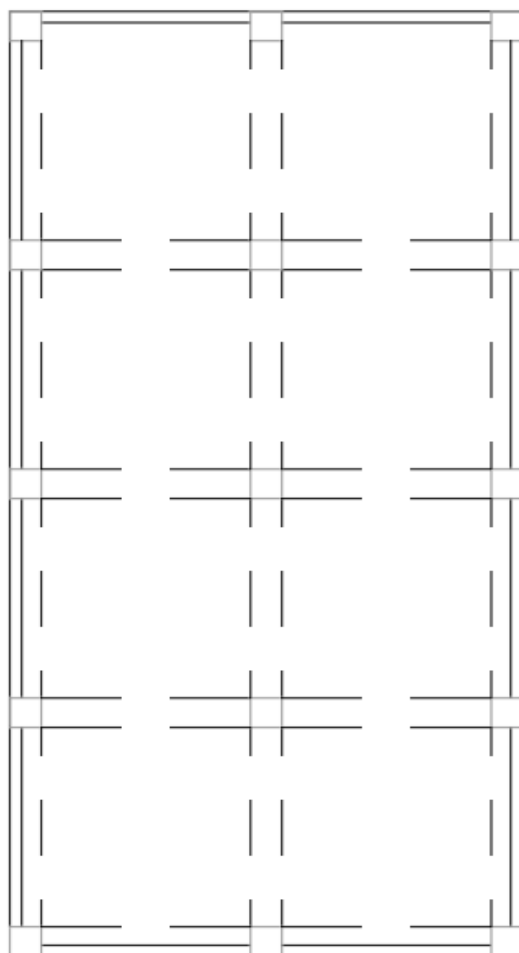
Interpretación

Luego de realizar un análisis y evaluación visual de la vivienda de tres niveles se ha podido identificar que la construcción se ha realizado en una sola etapa, al realizar una examinación visual se determinó que desde el primer nivel la ejecución de la estructura se ha realizado de manera adecuada, es decir que la distribución de las columnas y demás elementos se realizaron de la mejor manera.

Por ello es importante señalar que la vivienda tanto las zapatas, columnas, vigas se han realizado de manera adecuada, donde se visualiza que ha cumplido de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que los muros se han empleado ladrillos King Kong de 18 huecos para su construcción.

Figura 25

Planimetría en planta de vivienda N°07



PLANO EN PLANTA - VIVIENDA 07

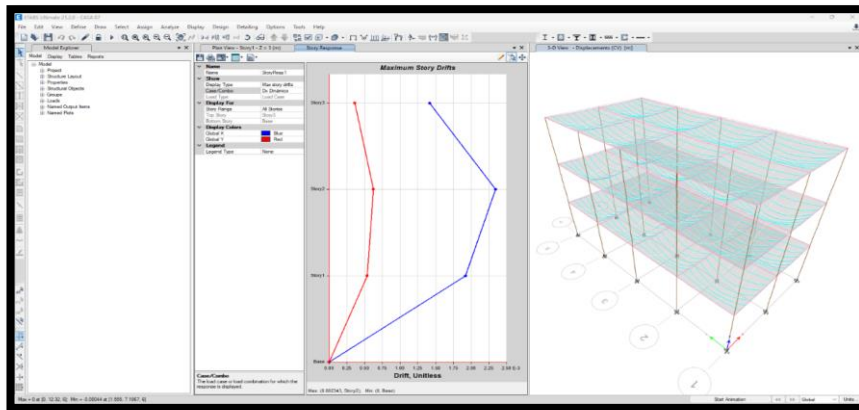
Nota. Vivienda a estudiar.

Análisis

Se procedió a realizar una simulación mediante el programa ETABS21, colocando todos los datos conseguidos gracias a los dueños y en dicha simulación se halló el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Figura 26

Análisis en ETABS21



Por lo que se visualiza que el valor es 0.002343 y que según la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 no debería ser mayor a 0.007 para concreto Armado. Por lo que si estuviese cumpliendo con dicha Norma.

Normas técnicas peruanas

Los siguientes son las normas técnicas peruanas para la evaluación a la construcción de la estructura descrita:

Reglamento Nacional de Edificaciones E.020: Cargas

Reglamento Nacional de Edificaciones E.030: Diseño Sismorresistente

Reglamento Nacional de Edificaciones E.060: Concreto Armado

Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis general, El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del Jirón Abtao en la ciudad de Huánuco está determinado por la construcción.

Tabla 27

Niveles de vulnerabilidad

<i>Niveles de vulnerabilidad</i>	
$V \geq 0.007$	Vulnerable
$V \leq 0.007$	No Vulnerable

De acuerdo con la muestra tomada de las 07 viviendas, se hallaron si cumplen o no la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32, es decir que la primera vivienda según la figura (4) se visualiza que no cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.02946$, por lo cual presenta vulnerabilidad. La segunda casa de acuerdo con la figura (7), se aprecia que si cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.006007$, por lo cual no presenta vulnerabilidad. Con respecto a la tercera vivienda de acuerdo con la figura (10), se visualiza que no cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.008167$, por lo cual presenta vulnerabilidad, la cuarta vivienda de acuerdo con la figura (13), se visualiza también que no cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.012855$, por lo cual presenta vulnerabilidad. La vivienda Quinta del estudio, de acuerdo con la figura (16) se aprecia que si cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.002436$, por lo cual no presenta vulnerabilidad. La sexta vivienda de acuerdo con la figura (19) se visualiza también que no cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.007692$, por lo cual presenta vulnerabilidad y por último la séptima vivienda de acuerdo con la figura (22) se aprecia que si cumple con la normativa ya que el valor de $V = 0.002343$, por lo cual no presenta vulnerabilidad.

Tabla 28

Viviendas en vulnerabilidad

	Cantidad	Porcentaje %
No Vulnerable	3	42.85%
Vulnerable	4	57.15%
Total	7	100%

Por lo tanto, de las 7 viviendas estudiadas se evidencia que el 57.15% se presenta vulnerabilidad sísmica y que no cumple con la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32, de la misma manera el 42.85% no se presenta vulnerabilidad sísmica y si cumple con la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32.

Contrastación de hipótesis específica 1: El incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, de acuerdo a la tabla (26), se evidencia que las viviendas fueron autoconstruidas empíricamente lo cual a

razón de ello no se ha cumplido el reglamento nacional de edificaciones por ende, esto indica que en más del 50% de las viviendas en el presente estudio se encuentran en el nivel de vulnerabilidad sísmica alta y media ya que estas fueron construidas sin el diseño sismo terrestre es decir que no cumplieron con Reglamento Nacional de Edificaciones.

Contrastación de hipótesis específica 2: Existe un óptimo nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, si las edificaciones autoconstruidas hubieran cumplido el reglamento nacional de edificaciones como serían el Norma E.020 Cargas, Norma E.060 Concreto armado, Norma E.070 Albañilería y Norma E.030 Diseño sismorresistente el nivel sísmica sería bajo lo cual indica que las casas construidas en su mayoría no han cumplido con las normas mencionadas, lo que esto evidencia que las normas no se están utilizando óptimamente para realizar construcciones de las viviendas.

Contrastación de hipótesis específica 3: La norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en el cumplimiento con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, es predominante que esta normativa que se debe de cumplir, de acuerdo con la muestra de estudio se evidencia que el 57.15% de las viviendas no ha cumplido el reglamento porque estas viviendas fueron construidas con albañiles empíricos. Por ende, las casas no cumplieron el reglamento de edificaciones pese a que se debe de tener en cuenta las normas y estas que debe ser por profesionales capacitados en realizar estos tipos de trabajo.

Contrastación de hipótesis específica 4:

Se realizó un estudio sobre el comportamiento sísmico de las edificaciones seleccionadas en la muestra del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023, utilizando el software ETABS21 en las edificaciones. Para ello identificamos las edificaciones de muestra del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023, se realizó la inspección visual y se consultó sobre las edificaciones con los propietarios. Se recopilaron datos sobre las características estructurales de las edificaciones, como el tipo de

material, el tamaño y la forma. Estos se recopilaban a través de inspecciones visuales, de mediciones in situ y de análisis de documentos. Se realizó los análisis sísmicos de las edificaciones para evaluar su comportamiento ante un evento sísmico mediante el software ETABS21. Se deben comparar los resultados de los análisis sísmicos para determinar si hay diferencias significativas entre las edificaciones. Los resultados del estudio muestran que las edificaciones utilizando software ETABS21 tienen un comportamiento sísmico significativamente irregular entre todas las edificaciones, entonces la hipótesis afirmativa se puede aceptar. En este caso, se podría concluir que el uso de software ETABS21 para el diseño y construcción de edificaciones de manera preventiva es una medida efectiva para mejorar su comportamiento sísmico, debido a que las edificaciones estudiadas no cuentan con los requisitos mínimos de diseño y construcción estipulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Con respecto a la hipótesis general, el nivel de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del jirón Abtao en la ciudad de Huánuco está determinado por la construcción, de acuerdo a lo evidenciado las viviendas de la muestra (7), evidencia que cuatro viviendas se encuentran con vulnerabilidad sísmica y no cumplen con la Norma 030 Diseño Sismorresistente en el Artículo 32 esto por las mismas razones que no se han realizado con un estudio y diseño adecuado de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones, de mismo modo estas viviendas las vigas como también las columnas presentan irregularidades en el cubrimiento de su totalidad con el concreto, por otra parte se visualiza que tiene huecos en la pared lo que esto indica a que presente riesgo a un eventual sísmico, dichos resultados son semejantes con de Estrada y Vivanco (2019), donde en su investigación llegó a la conclusión, se pudo constatar que la vivienda bajo estudio exhibe una alta susceptibilidad a daños en caso de sismos. Además, se observó que la estructura presenta deficiencias tanto en términos de elevación como de disposición en planta, lo que compromete su integridad estructural. Se ha identificado que la patología de niveles desiguales es la más crítica, caracterizada por la falta de alineación en los niveles de piso entre diferentes partes del edificio. También se determinó que los componentes encargados de soportar tanto las fuerzas gravitatorias como las horizontales no cumplen con los estándares requeridos, lo que sugiere que la construcción de estas viviendas se ha realizado de manera informal, resultando en una estructura vulnerable.

Con respecto a la hipótesis específica 1, el incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, de acuerdo a lo visualizado tabla (26), se evidencia que las viviendas fueron construidas con maestros empíricos sin un diseño adecuado y razón de ello se ha incumplido el

reglamento nacional de edificaciones, como consecuencia de ello se encuentra las viviendas vulnerables lo cual esto pone en riesgo la integridad física y de la salud de las personas cuando se da un acontecimiento sísmico ya que de acuerdo al reglamento de edificaciones la ciudad de Huánuco se encuentra en el zona 2 de sismos, dichos resultados se semeja con de Arévalo (2020), donde en su investigación llego a la conclusión de que los resultados de los cálculos de densidad de muros revelan una distribución inadecuada, ya que en una dirección exceden ampliamente las necesidades mientras que en la otra dirección muestran una falta de densidad. Esto podría conducir al colapso de las edificaciones debido a momentos torsionales en caso de un terremoto severo, lo que, a su vez, resultaría en un colapso total de las estructuras en situaciones de sismos de alta magnitud. Además, las obras de construcción de estas edificaciones se caracterizan por tener una mano de obra de calidad desde deficiente hasta promedio, lo que sugiere que no fueron realizadas por profesionales cualificados en construcciones adecuadas.

Con respecto a la hipótesis específica 2, Existe un óptimo nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, se pudo evidenciar que las viviendas no se han realizado con el óptimo uso del reglamento nacional de edificaciones a razón de ello se ve que las viviendas presentan imperfecciones en los diseños y el uso de los materiales, es por ello que se califica que las viviendas son ineficientes para un eventual suceso sísmico, dichos resultado son semejante con de Espinoza (2019), en su investigación, ha llegado a la conclusión de que en las viviendas de albañilería confinada existe informalidad, y que tanto el diseño como la supervisión de la construcción, llevada a cabo por el residente y el supervisor de la municipalidad, influyen en la vulnerabilidad sísmica en el Sector 4. Esto significa que la falta de una supervisión adecuada en la construcción de viviendas de albañilería confinada en esta área incumple con las regulaciones de construcción de manera apropiada.

Con respecto a la hipótesis específica 3, la norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en el cumplimiento con respecto a

la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023, tal como se evidencia que las viviendas de la cuadra 1 más del 50% de la muestra tomada, no tienen en consideración el reglamento nacional de edificaciones es por ello que se visualiza que las viviendas presentan imperfecciones en la construcción, lo cual esto hace a que tenga un riesgo sísmico y que es un problema predominante es que se ha realizado las edificaciones de manera empírica lo que esto implica un mayor riesgo ya que se ha realizado sin un estudio adecuado del suelo, estructuras, diseño entre otras que se deben tomar en cuenta para un adecuado diseño, dichos resultados se asemejan con de Arias y Vargas (2018), ha llegado a la siguiente conclusión de que, aunque el gobierno de nuestra ciudad es responsable de aceptar el permiso de construcción, no implementar otras estrategias para la neutralización y el control de la evaluación no oficial continuarán apareciendo, y con esta sensibilidad y el riesgo de este movimiento sísmico no disminuirán; El 60 % de los propietarios de 30 casas estima que han construido sus hogares sin ningún diseño o supervisión durante el proceso de implementación, esto muestra que la arquitectura de su hogar es pésimo, lo cual indican que fue por recursos limitados de los residentes de esta área afectan la adquisición de materiales de baja calidad y contratos con trabajos incompetentes, es decir que la calidad de los materiales utilizados para construir las viviendas estudiadas es entre media y baja.

Con respecto a la hipótesis específica 4, se realizó un estudio sobre el comportamiento sísmico de las edificaciones seleccionadas en la muestra del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023, utilizando el software estructural ETABS21 en las edificaciones. Para ello identificamos las edificaciones de muestra del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023, se realizó la inspección visual y se consultó sobre las edificaciones con los propietarios. Se recopilaron datos sobre las características estructurales de las edificaciones, como el tipo de material, el tamaño y la forma. Estos se recopilaron a través de inspecciones visuales, de mediciones in situ y de análisis de documentos. Se realizó los análisis sísmicos de las edificaciones para evaluar su comportamiento ante un evento sísmico mediante el software estructural ETABS21. Se deben comparar los resultados de los análisis

sísmicos para determinar si hay diferencias significativas entre las edificaciones. Los resultados del estudio muestran que las edificaciones utilizando el software ETABS21 tienen un comportamiento sísmico significativamente irregular entre todas las edificaciones, entonces la hipótesis afirmativa se puede aceptar. En este caso, se podría concluir que el uso de software ETABS21 para el diseño y construcción de edificaciones de manera preventiva es una medida efectiva para mejorar su comportamiento sísmico, debido a que las edificaciones estudiadas no cuentan con los requisitos mínimos de diseño y construcción estipulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones, dichos resultados son semejantes con los de Atayauri (2019), ha llegado a la siguiente conclusión de que los datos presentados para su análisis señalan que la informalidad en la construcción, el diseño estructural y la vigilancia ejercida tanto por los residentes como por los supervisores durante la edificación de viviendas de piedra pueden tener un impacto significativo en la capacidad de resistencia sísmica de estas edificaciones. Este estudio se realizó en el Sector 4 del Área Amarilis en Huánuco en el año 2019.

CONCLUSIONES

Se concluye que, tras realizar un análisis visual de las viviendas, se identificó un grado considerable de vulnerabilidad sísmica. En particular, cuatro de las viviendas evaluadas no cumplen con los requisitos establecidos en el Artículo 32 de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, lo que evidencia su alta susceptibilidad frente a eventos sísmicos. La principal causa de esta vulnerabilidad es la construcción empírica de estas edificaciones, donde no se han seguido los lineamientos técnicos adecuados, comprometiendo así su capacidad para resistir movimientos telúricos y garantizando la seguridad estructural de sus ocupantes.

Se concluye que, que las edificaciones que han sido construidas siguiendo las pautas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones no muestran signos evidentes de preparación para resistir terremotos. Como resultado, estas estructuras se encuentran en un estado de alta vulnerabilidad sísmica. Esta vulnerabilidad sísmica implica que estas edificaciones corren un alto riesgo de sufrir daños significativos en caso de un terremoto. En otras palabras, la eficiencia en la construcción de estas edificaciones es cuestionable, ya que parece haberse llevado a cabo de manera empírica o basada en métodos tradicionales en lugar de utilizar prácticas y técnicas de construcción modernas y sismorresistentes. Como consecuencia de esta falta de preparación, se observa que la mayoría de las viviendas y estructuras son vulnerables ante la amenaza de terremotos, lo que podría tener graves consecuencias para la seguridad de las personas que las ocupan. En resumen, el incumplimiento de las normativas de construcción adecuadas y la falta de enfoque en la resistencia sísmica han llevado a un nivel significativo de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones analizadas, lo que subraya la importancia de aplicar estándares de construcción más rigurosos y medidas de seguridad para reducir el riesgo en estas áreas propensas a terremotos.

Se concluye que la normativa nacional de edificaciones desempeña un papel fundamental en el proceso de construcción de edificaciones, ya que esta norma establece las especificaciones mínimas que deben ser cumplidas. En el caso específico de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del Jr. Abtao, ubicada en la provincia de Huánuco, se ha identificado una falta de

aplicación adecuada de dicha normativa. En otras palabras, las edificaciones construidas de forma autónoma en esta área no cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas de construcción. Esto implica que las edificaciones autoconstruidas carecen de efectividad en cuanto al cumplimiento de las normas de construcción de edificaciones. Esta falta de conformidad con las normas de construcción es motivo de preocupación, ya que las normas existen para garantizar la seguridad de las personas que habitan o utilizan estas edificaciones. La construcción de edificaciones que no cumplan con estas normas puede poner en riesgo la integridad de las personas y la estabilidad de las estructuras en caso de desastres naturales o situaciones de emergencia.

Se concluye que, la norma nacional de edificaciones es predominante para realizar las construcciones de las viviendas, pero en el caso de las edificaciones autoconstruidas en el Jr. Abtao de la cuadra 1 la casa 1, la casa 3, la casa 4 y la casa 6 no cumplieron de la mejor manera las construcciones de acuerdo a la normativa, es así que no se han utilizado los materiales y diseños adecuados para una planificación sísmica, es por ello que se debe de realizar las construcciones de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones, considerando el título III del reglamento, donde indica las consideraciones básicas de las construcciones, arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas y mecánica aplicando estas especificaciones se podrá tener buenas edificaciones.

La conclusión principal resalta la importancia crítica de la utilización del software de diseño estructural ETABS21 en el proceso de planificación y construcción de edificaciones. No se trata simplemente de una herramienta relevante, sino que se considera esencial para evaluar y mejorar el comportamiento sísmico de las estructuras. Existen diversas razones fundamentales que respaldan la necesidad de un diseño y modelamiento con este software en la construcción de edificaciones. En primer lugar, el diseño y modelamiento estructural con ETABS21 se considera esencial para garantizar la seguridad y la resistencia sísmica de las edificaciones. Esto implica que el software permite crear estructuras que tienen una mayor probabilidad de soportar terremotos y otros eventos sísmicos, protegiendo así a las personas que las ocupan y reduciendo el riesgo de colapso. Además, el uso de

ETABS21 ayuda a cumplir con las normativas y regulaciones de construcción, lo que es fundamental para garantizar que las edificaciones se construyan de acuerdo con estándares de seguridad aceptados. Cumplir con estas normativas es esencial para prevenir daños a las estructuras y riesgos para la vida de las personas. Otro beneficio importante de utilizar ETABS21 es la capacidad de optimizar el diseño de las edificaciones. Esto significa que se pueden crear estructuras más eficientes y económicamente viables, lo que es beneficioso tanto desde un punto de vista de costos como de sostenibilidad. Además, el software permite evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones, lo que es crucial para comprender y mitigar los riesgos sísmicos. La identificación de áreas de debilidad en el diseño estructural permite tomar medidas preventivas y correctivas antes de que ocurran situaciones de emergencia. En resumen, el uso del software ETABS21 se convierte en una herramienta integral para la construcción de edificaciones seguras y resistentes a terremotos, además de ayudar a cumplir con las normativas y optimizar los diseños. Esto es particularmente relevante en zonas sísmicas como la ciudad de Huánuco, donde la protección de vidas y propiedades es de suma importancia.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los ciudadanos de la ciudad de Huánuco, realizar una evaluación sísmica, análisis específicos y evaluaciones correspondientes con profesionales especializados en edificaciones, y de esa manera se podrá tener las construcciones óptimas, donde se debe de realizar el diseño estructural, y todas las especificaciones necesarias que se requiera para una adecuada construcción.

Se recomienda verificar y analizar el lote de la construcción donde estas que sean óptimas para su construcción y se debe de cumplir el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se recomienda antes de realizar la construcción hacer el estudio de suelo y de esa manera realizar el diseño de la proyección, donde en ello se determina las medidas de las vigas y los pisos a construir siempre cumpliendo las normas de cada una de ellas para que de esa manera no se tenga, inconvenientes.

Se recomienda, a las personas que van a realizar las construcciones deben de cumplir de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, tanto en los diseños de agua, electricidad, estructura, diseños sísmicos terrestres, de albañería de cargas y estas deben ser realizadas por personas profesionales y los materiales deben ser utilizados adecuadamente de acuerdo a la recomendación por los profesionales que realizaron el estudio.

Se recomienda que, para mejorar la seguridad sísmica en zonas como Huánuco, es esencial cumplir con las normativas locales, contratar profesionales expertos en diseño sísmico y utilizar el software estructural ETABS21. Además, se deben considerar evaluaciones y refuerzos en edificaciones antiguas. La educación sísmica y el mantenimiento de edificaciones de manera regular, esto ayudará a proteger vidas y propiedades ante posibles sismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ábalos & Herreros (1992). Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea, 1950-2000. Editorial Nerea.
- Abascal y Esteban (2005). Análisis de encuestas. Esic editorial.
- Arevalo, A. (2020). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H.San José, distrito de San Martín de Porres. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Arias & Vargas (2018). "Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones informales de viviendas en el distrito de Lircay - Angaraes". Universidad Nacional de Huancavelica.
- Arias F., (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidas G. Arias Odón.
- Atayauri, J. (2019). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones existentes en Cayhuayna baja, distrito de Pillco Marca – Huánuco - Huánuco". Universidad de Huánuco.
- Awad, R. (2012). Análisis y diseño sísmico de edificios. Universidad Eafit.
- Barbat et al. (2005). Cálculo y diseño sismorresistente de edificios: aplicación de la norma NCSE-02. Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).
- BBC Mundo (2017, 21 de septiembre). Los 10 terremotos más potentes y mortíferos de la historia en América Latina. BBC NEWS - Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41343606>.
- Bolt, B. A. (1981). Terremotos (Vol. 6). Reverté.
- Camacho, M. (1998) Diccionario de arquitectura y urbanismo. México D.F. Trillas Editorial.
- Cantos et al. (2018). CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES. TOMO II (Vol. 30). 3Ciencias.
- Cárdenas, X. (2021). "Caracterización estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe". Universidad Politécnica de Madrid.
- Castro & Battaglia (2021). Recursos P/EI Diseño De Estructuras Resistentes. T. 3 2ª Edición: Hormigón Armado.

- Cervantes, E. (2019). "Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en la urbanización Paucarbamba, distrito de amarilis – Huánuco". Universidad de Huánuco.
- CENEPRED (2014). Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- CIGIR (2009). Centro de investigación en Gestión Integral de Riesgos
- Climent, I. (2002). Tercer mundo, desarrollo, desastres y tecnología. Una mirada desde la Geografía. Serie geográfica.
- Espinoza, N. (2019). "La informalidad en la construcción de viviendas de albañilería y su influencia en la vulnerabilidad sísmica en el sector 4, distrito de amarilis – Huánuco – 2019". Universidad de Huánuco.
- Estrada & Vivanco (2019). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador". Escuela Politécnica Nacional.
- Evaristo, D. (2022). Determinación de vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el malecón Walter Soberón, Pillco Marca, Huánuco – 2022. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional CV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104714>
- Gob.pe (2021, noviembre 04). Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.Gob.pe:Plataforma digital única del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- Graux, D. (1975). *Fundamentos de mecánica del suelo, proyecto de muros y cimentaciones* (Vol. 1). Reverte
- Hernández et al. (2006) Metodología de la Investigación. (5° ed.). D.F.: Mac Graw Hill Interamericana.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación. (7ª ed.) McGraw-Hill Interamericana.
- INDECI (2006). Sismos ocurridos en el Perú a través del tiempo. Compendio Estadístico de prevención y atención de desastres 2006. https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf.

- INDECI (2018). Plan familiar de emergencia “La seguridad empieza en casa”. Dirección de desarrollo y fortalecimiento de capacidades humanas. https://www.munisanta.gob.pe/documentos/plan_familiar_deemergencia.pdf.
- Instituto Geofísico del Perú (2014). Evaluación del Peligro Sísmico en Perú. Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida. http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/IGP/Mapa_Peligro_Sismico_Peru_2015_Version_Preliminar.pdf.
- Javier, Lario. G., & Teresa, Bardají. A. (2017). Introducción a los riesgos geológicos. Editorial UNED.
- Lantada, N. (2007). Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS. Aplicación a la ciudad de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Loor – Loor et al. (2021). “Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santo Marianita – Manta – Ecuador”.
- Newell, J. (2010). Ciencia de materiales-aplicaciones en ingeniería. Alfaomega GrupoEditor.
- Otero, D. (2018). ONDAS SÍSMICAS, su importancia para la geofísica y la humanidad. Universidad Industrial de Santander.
- Paisaje transversal (2019). Escuchar y transformar la ciudad: Urbanismo colaborativoy participación ciudadana. Los Libros De La Catarata.
- Perucca et al. (2006). Fenómenos de licuefacción asociados a terremotos históricos. Su análisis en la evaluación del peligro sísmico en la Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rojas & Martínez (2011). Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. Revista Universitaria de Geografía.
- Sanca, M. (2011). Tipos de investigación científica. Revista de actualización clínica investiga, 12, 621.
- Sánchez & Alvarado (2020). “Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada autoconstruidas en el centro poblado de Víctor Raúl haya de la torre – Virú 2020”. Universidad Privada del Norte.

Sánchez et al. (2018). Manual de Términos en Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Sánchez et al. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. Revista científica UISRAEL.

Simbaña, C. (2019). *Evaluación de riesgos, amenazas y vulnerabilidades de la Unidad Educativa Particular Adventista Ciudad de Quito del Distrito Metropolitano de Quito en el periodo Julio-Diciembre 2017* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Tamayo, G. (2015). Diseños muestrales en la investigación.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Borja Rueda, I. (2025). *Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones autoconstruidas en el jirón abtao cuadra 1 inspeccionadas con el Reglamento Nacional de Edificaciones de la ciudad de Huánuco, año 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 29

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO
INSPECCIONADAS CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, AÑO 2023.

PROBLEMAS Problema Principal	OBJETIVOS Objetivo General	HIPOTESIS Hipótesis Principal	VARIABLES Variables	METODOLOGIA
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones, año 2023?	Analizar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones autoconstruidas en el jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones, año 2023.	El nivel de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas en la cuadra 1 del jirón Abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco con el reglamento nacional de edificaciones es alto.	Variable 1 Nivel de vulnerabilidad sísmica: Dimensiones: * Calidad de construcción * Mano de obra * Estabilidad de muro	Tipo: Básico. Enfoque: Cuantitativo Alcance: Descriptivo- Explicativo Diseño: Correlacional.
Problemas específicos	Objetivo específico	Hipótesis específica		

¿De qué manera el incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?	Evaluar de qué manera el incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.	El incumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones afecta el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.	Variable 2 Reglamento Nacional de Edificaciones Dimensiones: * E. 020 * E. 030 * E. 060	Población: Edificaciones autoconstruidas en el jirón abtao, cuadra 01. Muestra: 07 edificaciones seleccionadas a criterio del investigador. Técnica: Observación.
¿Cuál es el nivel de eficacia del cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?	Analizar el nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.	Existe un óptimo nivel de eficacia mediante el cumplimiento de las normas del reglamento nacional de edificaciones dentro de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.		Instrumento: Guía de observación.
¿Qué norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023?	Determinar qué norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en el cumplimiento con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.	La norma del reglamento nacional de edificaciones es predominante en el cumplimiento con respecto a la construcción de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, año 2023.		

¿Cuál es el comportamiento sísmico de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023?

Analizar el comportamiento sísmico mediante software ETABS21 acorde al reglamento nacional de edificaciones de las edificaciones autoconstruidas del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023.

El comportamiento sísmico mediante software ETABS21 es óptimo de manera preventiva para las edificaciones del jirón abtao cuadra 1 de la ciudad de Huánuco, 2023.

ANEXO 2

VALIDACIÓN POR JUEZ EXPERTO

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título de la Investigación: *EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 INSPECCIONADAS CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, AÑO 2023*

TESISTA: LUISANGEL OMAR BORJA RUEDA

2. DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO:

Apellidos y nombres: PAUL HUGO CABRERA TRUJILLO

Título y/o grado: INGENIERO CIVIL

Centro de labores: CONSULTOR DE OBRAS

Especialidad o cargo: TITULADO

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

El juez evaluará el instrumento de recolección de datos utilizando una escala de 1 a 5, donde:

1: Deficiente 2: Regular 3: Aceptable 4: Bueno 5: Excelente

Criterios de Evaluación	Puntaje (1-5)	Observaciones
Claridad y precisión de los ítems del instrumento.	5	5
Coherencia del instrumento con los objetivos de la investigación.	5	5
Pertinencia de los indicadores para evaluar nivel de vulnerabilidad sísmica.	5	5
Adecuación del formato de la ficha para la recolección de datos.	5	5
Relevancia de las condiciones del ensayo dentro del instrumento.	5	5
Posibles sesgos o errores en la recolección de datos.	5	5

5. OPINIÓN GENERAL DEL JUEZ EXPERTO

¿Considera que el instrumento es válido y adecuado para la recolección de datos en la investigación?

Sí (X) No ()

Recomendaciones adicionales:

Firma del Juez Experto:


 Paul Hugo Cabrera Trujillo
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 184250

ANEXO 3



GUÍA DE OBSERVACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES
AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO
INSPECCIONADAS CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, AÑO 2022”**

Datos Generales				N° Vivienda	
Nombre		DNI:			
Dirección:					
Asesoría Técnica:					
Elaboración del expediente					
Área de terreno					
Pisos existentes		Pisos proyectados		Año de construcción	
Incidencias visuales:					
Etapas de construcción:					
DATOS TÉCNICOS					
Elementos estructurales y no estructurales					
Zapatas	Cimientos	Muros	Columnas	Vigas	Techos
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			MATERIALES UTILIZADOS		
PROBLEMAS ESTRUCTURALES					
NOTA:					

ANEXO 4

Figura 27

Vivienda 1 y 2



Nota. Viviendas Jirón Abtao N° 151 y 190.

Figura 28

Viviendas 3 y 4



Nota. Viviendas Jirón Abtao N° 172 y 174.

Figura 29

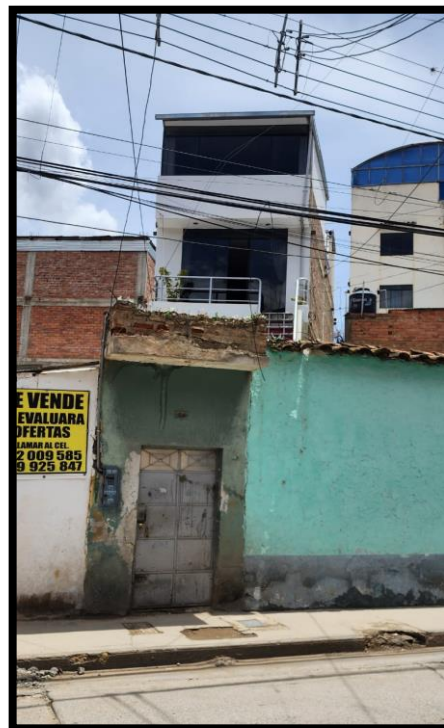
Vivienda 5



Nota. Vivienda Jirón Abtao N° 112.

Figura 30

Viviendas 6 y 7



Nota. Viviendas Jirón Abtao N° 129 y 150.

ANEXO 5

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1716-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 08 de agosto de 2023

Visto, el Oficio N° 1198-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 INSPECCIONADAS CONEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, AÑO 2023", presentado por el (la) Bach. Luisangel Omar BORJA RUEDA.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 612-2019-D-FI-UDH, de fecha 01 de julio de 2019, perteneciente al Bach. Luisangel Omar BORJA RUEDA se le designó como ASESOR(A) de Tesis a la Mg. Ericka Selenne García Echevarría, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1198-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 INSPECCIONADAS CONEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, AÑO 2023", presentado por el (la) Bach. Luisangel Omar BORJA RUEDA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez (Secretario) y Mg. Efraín Raúl Martínez Fabian (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDAS EN EL JIRÓN ABTAO CUADRA 1 INSPECCIONADAS CONEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, AÑO 2023", presentado por el (la) Bach. Luisangel Omar BORJA RUEDA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Angeli Montero Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Bertha Campos Ruiz
DECANO

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Sup. Graduando - Intersusado - Archivo.
BCK/BJM/vza.

ANEXO 6

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 612-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de julio de 2019

Visto, el Oficio N° 530-2019-C-EAPIC-FI-HDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1609-19, del estudiante **Luisangel Omar, BORJA RUEDA**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1609-19, presentado por el (la) estudiante **Luisangel Omar, BORJA RUEDA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Luisangel Omar, BORJA RUEDA**, a la Mg. Ericka Selene García Echevarría, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHANNY F. BORJA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIC - Asesor - Mac. y Reg. Acad. - File Personal **Intermedio** - Archivo
BE/CRUP/86/2019