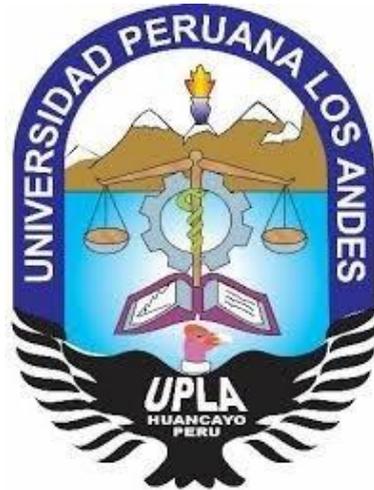


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
EN LA EDIFICACIÓN DE ELECTROCENTRO EN
LA CIUDAD DE HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

BACHILLER: CHAHUAYO TUNQUE MIGUEL ANGEL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
NUEVAS TECNOLOGÍA Y PROCESOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU
2020**

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR**

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico A mis padres por su apoyo incondicional, por ser los inspiradores y darme fuerzas para poder continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados y de la misma manera se lo dedico a mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento y sobre todas las cosas a nuestro señor padre que guía mis pasos por esta senda de la vida misma.

El Autor: Chahuayo Tunque Miguel Angel

AGRADECIMIENTO

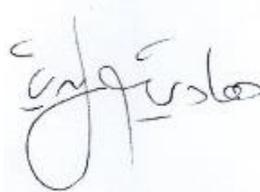
A mis familiares por creer en mí y depositar su confianza, en especial a mis padres por todo su esfuerzo desplegado durante este tiempo, gracias a eso y con su ayuda me dieron fuerzas para seguir adelante y de la misma manera se los dedico a todos quienes me apoyaron y creyeron, participaron en la realización de este trabajo de investigación.

El Autor: Chahuayo Tunque Miguel Angel

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS



**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**



**DR. PH. D. MOHAMED MEHDI MOHAMED
JURADO**



**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**



**ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO**



**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLA	X
SUMMARY	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:	3
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. <i>Problema general</i>	4
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.3.1. <i>Social</i>	4
1.3.2. <i>Teórica</i>	5
1.3.3. <i>Metodología</i>	5
1.4. DELIMITACIÓN.....	6
1.4.1. <i>Delimitación espacial</i>	6
1.4.2. <i>Delimitación temporal</i>	6
1.4.3. <i>Delimitación geográfica</i>	7
1.4.4. <i>Delimitación económica</i>	7
1.5. LIMITACIONES.....	8
1.6. OBJETIVOS.....	8
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	8
1.6.2. <i>Objetivos generales</i>	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES.....	9
2.1.1. <i>Antecedentes nacionales</i>	9
2.1.2. <i>Antecedentes internacionales</i>	11
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	15
2.2.1. <i>Vulnerabilidad</i>	15

2.2.2.	<i>Método del índice de vulnerabilidad sísmica</i>	17
2.2.3.	<i>Cálculo del índice de vulnerabilidad</i>	19
2.2.4.	<i>Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad:</i>	21
2.2.5.	<i>Parámetros de Método:</i>	22
2.2.6.	<i>Peligro Sísmico del Perú</i>	24
2.2.7.	<i>Sismicidad Histórica del Perú</i>	25
2.2.8.	<i>Peligrosidad Sísmica de Huancayo</i>	26
2.2.9.	<i>Sismicidad Histórica de Huancayo</i>	27
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	28
2.4.	HIPÓTESIS.....	31
2.4.1.	<i>Hipótesis general</i>	31
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	32
2.5.	VARIABLES:	32
2.5.1.	<i>Definición de las variables</i>	32
2.5.2.	<i>Operacionalización de las variables</i>	33
CAPÍTULO III		34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		34
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	34
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	34
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.5.1.	<i>Población</i>	35
3.5.2.	<i>Muestra</i>	36
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
3.7.	TÉCNICAS E PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	36
3.7.1.	<i>Técnicas de procesamiento de datos</i>	36
3.7.2.	<i>Documentales (mediante el análisis documental)</i>	37
3.7.3.	<i>Instrumentos</i>	37
3.7.4.	<i>Ficha técnica</i>	37
3.8.	TÉCNICAS E PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	37
3.8.1.	<i>Análisis de datos:</i>	38
CAPÍTULO IV		40
RESULTADOS		40
4.1.	GENERALIDADES	40
4.1.1.	<i>Características de la estructura:</i>	40
4.1.2.	<i>Normas de diseño:</i>	40
4.2.	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:.....	40

4.2.1.	<i>Adobe:</i>	40
4.2.2.	<i>Madera:</i>	41
4.3.	CARGAS VERTICALES:.....	41
4.3.1.	<i>carga muerta en pisos típicos:</i>	41
4.3.2.	<i>Carga viva en pisos típicos:</i>	41
4.3.3.	<i>Carga muerta en azotea:</i>	41
4.3.4.	<i>Carga viva en azotea:</i>	41
4.4.	ANÁLISIS SÍSMICO:.....	42
4.4.1.	<i>Parámetros de diseño sísmicos:</i>	42
4.4.2.	<i>Espectro de respuesta:</i>	44
4.5.	MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA:.....	47
4.5.1.	<i>Definición de materiales:</i>	47
4.5.2.	<i>Definición de muro y entablado:</i>	48
4.5.3.	<i>Definiendo los casos de carga:</i>	49
4.5.4.	<i>Definición de masas:</i>	49
4.5.5.	<i>Asignación de diafragma rígido:</i>	50
4.5.6.	<i>Definición de espectro de respuesta:</i>	50
4.5.7.	<i>Definición de carga sísmica:</i>	51
4.5.8.	<i>Ver modelo:</i>	53
4.6.	RESULTADOS CON LA ESTRUCTURA:.....	56
4.6.1.	<i>Desplazamientos laterales:</i>	56
4.6.2.	<i>Cortante basal:</i>	57
4.6.3.	<i>Verificación de torsión:</i>	60
4.7.	PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA HIPÓTESIS.....	63
4.7.1.	<i>Definición de hipótesis sobre los nodos de vibración.....</i>	63
4.7.2.	<i>Definición de hipótesis sobre los desplazamientos laterales.....</i>	63
4.7.3.	<i>Definición de hipótesis en referencia a la irregularidad torsional.....</i>	64
	CAPÍTULO V.....	65
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
5.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	65
5.1.1.	<i>Desplazamientos laterales:</i>	65
5.1.2.	<i>Cortante basal:</i>	66
	RECOMENDACIONES.....	72
	BILIOGRAFIA.....	74
	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del proyecto	7
Figura 2 Anillo de Fuego del Pacifico	25
Figura 3 Subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.....	25
Figura 4 Distribución de terremotos en la zona central del Perú.....	26
Figura 5 Sistema de Falla Activa en la Región Junín	26
Figura 6 Falla del Huaytapallana.....	28
Figura 7 Espectro Pseudo-Aceleraciones en el eje X - X.....	50
Figura 8 Espectro Pseudo-Aceleraciones en el eje Y - Y	50
Figura 9 Definiendo el adobe $F'c= 12\text{kg/cm}^2$	51
Figura 10 Definiendo la madera $F'c= 50\text{kg/cm}^2$	51
Figura 11 Definiendo muro	48
Figura 12 Definiendo entablado.....	49
Figura 13 Definición de casos de carga.....	49
Figura 14 Definición de masas.....	50
Figura 15 Diafragma rígido.....	50
Figura 16 Espectro de respuesta en el programa Etabs	51
Figura 17 Definición de carga sísmica en el eje X - X	52
Figura 18 Definición de carga sísmica en el eje Y - Y	52
Figura 19 Ver modelo	53
Figura 20 Modelo sin observaciones	65
Figura 21 Modelamiento planta primer nivel	66
Figura 22 Modelamiento planta segundo nivel	54
Figura 23 Estructura en 3D.....	55
Figura 24 Estructura deformada	55

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	Parámetros de vulnerabilidad	20
Tabla 2	Sismos sentidos en Huancayo.	27
Tabla 3	Operazacionalizacion de las variables	33
Tabla 4	Técnica y análisis de los datos	39
Tabla 5	Parámetros Sísmicos	43
Tabla 6	Tabla Periodo vs Aceleración	44
Tabla 7	Desplazamientos laterales en el eje X – X	56
Tabla 8	Desplazamientos laterales en el eje Y – Y	57
Tabla 9	Datos para calcular la cortante basal estática	58
Tabla 10	Cortante dinámico en el Eje X – X	59
Tabla 11	Cortante dinámico en el Eje Y – Y	59
Tabla 12	Drifts en el eje X – X	60
Tabla 13	Comprobación de torsión en el eje X – X	61
Tabla 14	riffts en el eje Y – Y	62
Tabla 15	Comprobación de torsión en el eje Y – Y	62

RESUMEN

La presente investigación denominada "**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA EDIFICACIÓN DE ELECTROCENTRO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**", tuvo como como problemática: ¿Qué vínculo hay en la evaluación de la inseguridad sísmica y la conservación de la construcción de Electrocentro en la ciudad de Huancayo?, de igual manera el objetivo principal fue: Determinar el resultado de la valoración de la inseguridad sísmica en la construcción de Electrocentro en la ciudad de Huancayo, y la hipótesis general fue: Hay un vínculo derecho e importante de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.

con respecto a la metodología de indagación fue el científico que será dirigido y encaminado por el el modo de estudio utilizado será la aplicada, de nivel descriptivo comparativo y diseño no experimental correlacional, para el estudio la población estará conformada por todas las edificaciones propias de esa época de la provincia de Huancayo y el caso de esta investigación es no probabilística o dirigida, eligiendo por conveniencia la edificación de Electrocentro.

El resultado de la valoración de la inseguridad sísmica de la construcción de Electrocentro en la ciudad de Huancayo nos indica que la estructura es flexible, de igual manera sufrirá falla por torsión provocando grietas en los muros, rotura de ventanas, etc., todas estas deficiencias provocaran el colapso de la estructura causando pérdidas de vidas humanas y económicas.

Palabras claves: vulnerabilidad sísmica, edificación antigua, sismo

SUMMARY

The present investigation called "EVALUATION OF SEISMIC VULNERABILITY IN THE ELECTROCENTRO BUILDING IN THE CITY OF HUANCAYO", had as a problem: What relationship exists between the evaluation of seismic vulnerability and the conservation of the Electrocentro building in the city of Huancayo ?, Similarly, the main objective was: To determine the result of the evaluation of the seismic vulnerability in the Electrocentro building in the city of Huancayo, and the general hypothesis was: There is a direct and significant relationship between the evaluation of the vulnerability seismic and the conservation of the Electrocentro building in the city of Huancayo.

Regarding the methodology, the research method was the scientific method that will be directed and directed by the scientific method, the type of research used will be the applied one, of a descriptive comparative level and non-experimental correlational design, for the study the population will be made up of all the buildings of that time in the province of Huancayo and the case of this investigation is non-probabilistic or directed, choosing the Electrocentro building for convenience.

The result of the evaluation of the seismic vulnerability of the Electrocentro building in the city of Huancayo indicates that the structure is flexible, in the same way it will suffer torsion failure causing cracks in the walls, broken windows, etc., all these deficiencies cause the collapse of the structure causing loss of human and economic life.

Keywords: seismic vulnerability, old building, earthquake

INTRODUCCIÓN

La presente investigación que se desarrolló de tuvo como título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, la finalidad que se busca es la de obtener el estado actual de vulnerabilidad sísmica de la edificación que se encuentra en la zona monumental con una trayectoria de más de 180 años, construido con materiales de adobe, no tiene estándares sísmicos estructurales, ni asesoría técnica profesional, se utiliza para el área administrativa de recolección y trabajo, para prevenir posibles desastres.

Esta indagación está estructurada en V capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

PARA EL CAPITULO I: Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.

PARA EL CAPITULO II: Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual.

PARA EL CAPITULO III: Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el modelo de estudio, grado, proyecto de indagación y técnicas y herramientas de recopilación y estudio de datos.

PARA EL CAPITULO IV: Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.

PARA EL CAPITULO V: Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

El Autor: Chahuayo Tunque Miguel Angel

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la ciudad de Huancayo, que tiene una probabilidad muy alta de terremotos, generalmente utiliza edificios históricos en viviendas y comercio en el centro histórico de la ciudad, y es propensa a grandes bajas y pérdidas materiales. Dado que la falla superficial activa de Huaytapallana estuvo silenciosa en el terremoto durante aproximadamente 50 años, y eventualmente ocurrirá un terremoto, nos advierte que habrá grandes terremotos en los próximos años, y aún más se basa en la zonificación sísmica RNE E.030. Ubicado en el terremoto de la superficie andina La segunda área de actividad más importante ($Z = 3$), algunas de las edificaciones están construidas con materiales de adobe con una historia de más de 150 años. No existen estándares sísmicos en cuanto a estructura, configuración y consulta técnica profesional. Estas edificaciones enfrentan grandes riesgos sísmicos y ponen en peligro la vida de los habitantes de Huancayo con el fin de evitar o reducir las casas de adobe y quincha, el derrumbe y los severos daños a las construcciones de mampostería y concreto la hicieron inhabitable. Por ello, es muy importante analizar la vulnerabilidad sísmica de algunos monumentos de la zona histórica de Huancayo, Útil y necesario porque no existe una investigación que muestre el estado y condiciones actuales del edificio histórico, y se debe realizar una investigación para comprender el alcance de los daños que puede llegar al edificio histórico antes del terremoto y de esta manera, su protección, mitigación de riesgos y la comunidad se puede planificar preparado para las amenazas de terremotos.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué relación existe entre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Qué relación existe entre los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo?

b) ¿Cómo identificar la cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en la norma E.030?

c) ¿Cómo identificar la torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en lo norma E.030?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

Esta investigación que se desarrolla se sustenta el beneficio social hacia los habitantes de la ciudad de Huancayo, cuando realice el analisis de inseguridad de estas construcciones antiguas en la ciudad de Huancayo

y porque servirá como base para las todas las edificaciones que consten de las mismas características dentro de la ciudad o fuera de ella.

1.3.2. Teórica

La información recopilada, analizada y procesada servirá como sustento para esta y otras investigaciones similares, sobre la vulnerabilidad de las características de esta edificación y su relación con el riesgo sísmico, donde tratan toda esta problemática y trata de ser aclarada y explicada para avanzar en el conocimiento planteado o encontrar nuevas explicaciones que modifiquen o complementen el conocimiento inicial.

1.3.3. Metodología

El proyecto presenta una metodología propia del desarrollo de la ingeniería civil donde consta de proceso pre estudio, ejecución y manteamiento donde inicialmente una parte de recolección de datos para los diseños respectivos y su posterior procesamiento con un diseño prospectivo porque nos permitirá tener un buen producto ya sustentado mediante las normativas técnicas y siguiendo las pautas del reglamento nacional de edificaciones del Perú, de la misma manera en el informe se clasifico de manera sistematizada los procesos que son necesarios durante la ejecución del proyecto también se tabulo de manera secuencial todos los parámetros que son requeridos en cada proceso los mismo que son necesarios para el trabajo de gabinete así como el de campo, obteniendo una metodología propia y adecuada para lograr los objetivos que se plantearon se recurrió al empleo de técnicas de investigación como

cuestionarios y la utilización de un software sofisticado que da apreciaciones precisas de las variables estudiadas de la misma manera esta indagación es de naturaleza metodológica, ya que utiliza herramientas de recolección de información in situ y técnicas de análisis de los datos que se utilizarán en esta investigación para justificar la ejecución del proyecto de investigación.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación tiene de título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, tuvo para efecto de su ejecución en el departamento de Junín provincia Huancayo, distrito de Huancayo.

1.4.2. Delimitación temporal

Esta indagación tiene de título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, se propuso el desarrollo desde enero del 2020 hasta mayo del 2020.

1.4.3. Delimitación geográfica

Esta indagación que tiene de título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, tuvo como limitación geográfica de la siguiente manera:

Ubicación geográfica:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : Huancayo
- Localidad : Jr. Amazonas Nro. 641



*Figura 1 Ubicación del proyecto
Fuente google earth*

1.4.4. Delimitación económica

Esta indagación tiene de título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, La investigación que se realizó con los gastos propios del investigador, para una mejor evaluación podría realizar consulta de profesionales especializados, así investigadores y poder tener de fuente la apreciación de los para profundizar el tema de investigación.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación de título: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo”, se encontráramos poca información del tema en nuestro entorno por lo que se recurrió a bibliografía extranjera y encontrar gran diferencia nuestra norma técnica peruana.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.

1.6.2. Objetivos generales

- a) Determinar los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlos con lo especificado en lo norma E.030.
- b) Determinar la cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en lo norma E.030.
- c) Determinar la torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en lo norma E.030.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

- Castro Ortega, (2015) su tesis: **“VULNERABILIDAD SISMICA DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE JAUJA - JUNIN”**, Obtuvo el título de ingeniero civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. En esta investigación se realizaron trabajos de campo, tales como investigación geofísica, levantamiento estructural de cada edificio, evaluación del comportamiento dinámico del suelo basado en mediciones, características geotécnicas del área de estudio y la aplicación del sistema de información geográfica (SIG) Permitido Operar y gestionar toda la información disponible. El método de índice de vulnerabilidad utilizado permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y obtener escenarios de daños con diferentes requisitos de intensidad sísmica relacionados con la aceleración de la roca (Para terremotos frecuentes = 0,17 g, para ocasionales = 0,20 g y para los raros = 0,32 g) y la vida útil del edificio relacionada con la probabilidad. Finalmente, al estimar el producto del índice de daños y el costo del edificio, se puede estimar rápidamente la pérdida directa del edificio. Para nuestra investigación, este método es aplicable porque puede evaluar la fragilidad actual del monumento y determinar su daño a través del PGA de la zona.

- Marín Guillen, (2012) su tesis: **“EVALUACION DE RIESGO SISMICO DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE HUANUCO”**, Obtuvo una Maestría en Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería-Lima, Escuela de Ingeniería Civil-Escuela de Posgrado y fue mencionado en Ingeniería Estructural. En este estudio se realizaron trabajos de campo, tales como investigación geofísica, relevamiento estructural de cada edificio, evaluación del comportamiento dinámico del suelo con base en la medición de micro-temblores y características geotécnicas del área de estudio, y el método de índice de vulnerabilidad. se utiliza para evaluar el riesgo sísmico de los edificios y obtener escenarios de daños relacionados con la aceleración de la roca con diferentes requisitos de intensidad sísmica (terremotos frecuentes = 0,14 g, terremotos raros = 0,29 g, terremotos muy raros = 0,33 g) relacionados con la vida útil del edificio. Finalmente, al estimar el producto del índice de daños y el costo del edificio, se puede estimar rápidamente la pérdida directa del edificio. Para nuestra investigación, este método es aplicable porque permite evaluar el frágil estado actual del Monumento y determinar su daño estructural a través de la máxima aceleración del suelo en la zona de Huancayo, según E.030 RNE Por tanto, por tanto, Esta investigación hará una valiosa contribución al análisis de vulnerabilidad del estado actual de nuestros edificios urbanos.
- Ortega Villaizan, 2014) su tesis: **“DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES POR EFECTO DE SISMO EN EL CENTRO URBANO DEL DISTRITO DE**

VILLARICA”, Obtuvo un título en ingeniería civil de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Central Hu Ning. En este estudio, primero se utilizó la tecnología de documentación detallada para recopilar información, y luego la información se procesó a través de los parámetros indicados por el método de evaluación italiano para calcular el índice de vulnerabilidad de cada edificio. Luego, de acuerdo con el esquema propuesto, use la aceleración efectiva máxima (PGA) de 0.18g, 0.24g y 0.32g de mampostería no estructurada y los valores de grado VII, VIII y IX de los macro terremotos para calcular su respectivo índice de daño en la construcción de concreto MM escala, que Los resultados se reflejarán en tablas y gráficos estadísticos de acuerdo con la clasificación propuesta por el Ing. Julio Kuroiwa, a fin de diseñar la función de vulnerabilidad de cada tipo de estructura para cada escenario propuesto. Según nuestra investigación, este método es adecuado para evaluar la fragilidad actual del monumento y determinar su daño con base en el PGA de nuestra zona sísmica de acuerdo con la E.030 de RNE.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- Caballero Guerrero, (2007) su tesis: **“DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR MEDIO DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO, UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DEL SISTEMA DE**

INFORMACION GEOGRAFICA”, de la de la Universidad del Norte - Sincelejo, Facultad de Ingeniería, para optar el grado de Maestría. Se considera el método del índice de inseguridad porque es un procedimiento para la valoración cualitativa y rápida, toma en cuenta los posibles escenarios de daños a evaluar a un menor costo y se convierte en una herramienta de gran utilidad para las entidades de defensa civil en proyectos de mitigación de desastres. También se considera la tecnología de Sistemas de Información Geográfica, que permite trazar mapas de riesgo de desastres y terremotos al asociar datos alfanuméricos con datos gráficos, lo que nos permite hipotetizar escenarios con diversas características y obtener de inmediato su potencial en el área de trabajo las consecuencias. Se constató que la mayoría de las construcciones antiguas mostraban regularidad y algunas incluso se comportaban bien porque el espesor de los materiales que las componían y de las paredes era de entre 20 y 25 cm. El problema encontrado fue la falta de mantenimiento y conexión entre los elementos resistentes, lo que incrementó el índice de vulnerabilidad y daño, debido a que fueron construidos sin normativa sísmica y técnicas de construcción manual, pues no existía una guía para ingenieros y / o constructores estándar. Sobre la base de esta indagación, pretendo aplicar el método de evaluación con base en nuestros estándares y características del edificio que afectan la inseguridad sísmica. Este estudio hará una valiosa contribución a nuestra arquitectura monumental.

- Cadena Villavicencio, (2013) su tesis: **“VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO SISMICO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS DE MAMPOSTERIA NO CONFINADA, APLICACIÓN AL CASO DE EDIFICIO COLONIAL DEL COLEGIO LICEO FERNANDEZ MADRID QUITO”**, de la Escuela Politécnica del Ejercito - Ecuador, Carrera de Ingeniería Civil, para obtener el título de ingeniero civil. Para diagnosticar las características inherentes de estructuras expresadas en diferentes magnitudes, primero se utilizó el índice de vulnerabilidad y el índice de densidad de área, y se compararon con el índice de edificación que sufrió diferentes grados de daño en diferentes eventos sísmicos de diferente magnitud. La magnitud de lo sucedido en todo el mundo, así como los estándares de los expertos que estudiaron estos métodos, y los diferentes parámetros considerados por el estudio. Luego use programas de análisis (como análisis sísmico y análisis estático) para fortalecer la estructura de mampostería contra terremotos. Con base en esta investigación, pretendo mejorar este aporte investigando y aplicando métodos basados en nuestros estándares y características del edificio, e influir en su vulnerabilidad sísmica a través de tablas de evaluación. Esta investigación hará un valioso aporte a nuestra arquitectura, declarada monumento.
- Manitio Cahuatijo y Bach. Vascones Villa, (2013) su tesis: **“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN INMUEBLE PATRIMONIAL DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO”**, de la Escuela Politécnica Nacional -

Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, para optar título de Ingeniero Civil. Su indagación se basa en el análisis de los problemas patológicos de los edificios patrimoniales, a partir de la medición del plano y la memoria técnica, incluyendo la posición de la estructura, el área del plano, la posición del muro, las puertas y ventanas, el entresuelo, y el tipo. Materiales utilizados, etc. Posteriormente, mediante el análisis de vulnerabilidad basado en el método italiano de índice de vulnerabilidad de muro de adobe, los parámetros de seguridad son aceptables y se evalúa la vulnerabilidad sísmica de la estructura en relación con el estado de integridad del descubrimiento. Por consiguiente, en base a la información obtenida, las dimensiones geométricas se ingresan en un programa informático tipo CAD 3D para su posterior exportación a Etabs v9.7.2. En Etabs v9.7.2, se modelará distribuyendo cargas de servicio, materiales y restricciones. Realizar análisis. estructura. Luego, de acuerdo con la norma E.080 de adobe del Perú, se evalúa el comportamiento sísmico de la estructura de acuerdo con el desplazamiento, desplazamiento, tensión, capacidad portante y esfuerzo cortante de la estructura del suelo. Seguidamente, de acuerdo con los resultados del análisis, se utiliza la malla soldada con revestimiento de hormigón para el refuerzo, de modo que la rigidez no se reducirá de acuerdo a los requerimientos de la fuerza y soportará el esfuerzo cortante principal. Finalmente, se evaluó el costo del refuerzo estructural con base en el costo directo de los materiales obtenidos del mercado local. En nuestro campo, este método es aplicable porque es posible evaluar el

frágil estado actual del Monumento y analizar el comportamiento de sus elementos a través del análisis en el programa.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Vulnerabilidad

Es la distribución de probabilidad de la pérdida se define en función de la intensidad generada en un escenario, por lo que es necesario definir una curva que relacione el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno de amenaza. Entre las vulnerabilidades, mencionaremos los tipos más importantes, como:

a. Vulnerabilidad Sísmica

En caso de un terremoto específico, la casa es insegura a daños estructurales. En otras palabras, la inseguridad sísmica depende de aspectos como la geometría y los aspectos estructurales. De esta forma, preparar una estimación de la magnitud del impacto del terremoto en la armazón se convierte en una tarea compleja, porque las características de cada armazón traen variables. Todavía es necesario estimar, pero aplicar el muestreo cuando se necesitan resultados globales. Hay métodos para establecer la inseguridad sísmica, y algunos métodos son defectuosos porque no pueden evaluar ciertas características que afectan la estabilidad de la armazón, porque la descripción de cada parámetro y sus respectivas calificaciones las realiza cualquier persona con conocimientos básicos de la estructura. El sujeto puede completar el formulario, pero esto puede conducir a resultados infructuosos porque

algunos parámetros son de naturaleza descriptiva y estas calificaciones dependen de la objetividad del observador. La inseguridad sísmica es la propiedad inherente de la armazón, y es la propiedad del comportamiento de la estructura antes del terremoto, está descrita por la ley de causalidad, donde la causa es el terremoto y el efecto es el daño (Sandi, 1986). La definición de la naturaleza y alcance de la indagación de inseguridad sísmica debe estar condicionada al tipo de daño a evaluar y al nivel de amenaza existente. Los daños causados por el hombre dependen de la acción sísmica y la capacidad sísmica de la estructura, por lo que la valoración de la inseguridad sísmica debe estar vinculada con la definición de acción y daño sísmico.

b. vulnerabilidad estructural

Comprender o determinar el alcance del impacto del terremoto en la estructura es la base para establecer si el armazón es segura y adecuada para vivir o ser útil.

c. Vulnerabilidad No Estructural.

Un análisis de inseguridad no primario tuvo como objetivo establecer la posible sensibilidad a daños. Sabemos que cuando ocurre un terremoto, el armazón puede fallar por daño no estructural, ya sea por colapso de equipos, elementos de construcción, etc., mientras la estructura permanece en pie. Esto se aplica a hospitales donde del 80% al 90% de la instalación no está en columnas, sino en proyecto arquitectónico y equipos médicos en hospitales.

d. Vulnerabilidad Funcional

Está intentando determinar la posibilidad de un "colapso funcional" de un edificio debido a un terremoto. Esto solo es visible cuando ocurre una emergencia. Para determinar las vulnerabilidades funcionales de la tercera etapa, se evalúa la infraestructura. El primero es el sistema de suministro de agua y electricidad, que son las partes más vulnerables. Los alcantarillados, gasoductos y gasoductos también se ven afectados por el terremoto, por lo que se está estudiando su resistencia y flexibilidad.

2.2.2. Método del índice de vulnerabilidad sísmica

La indagación del comportamiento de las casas durante los terremotos en diferentes partes de Perú desde 1972 ha permitido a los indagadores establecer parámetros importantes que controlan el daño de las casas y edificios informales. Estos se han recopilado en un formulario que se ha utilizado desde 1982 para establecer fácilmente la inseguridad sísmica de viviendas y edificios informales existentes. La combinación de estos parámetros, a través de un ratio predefinido, en un único valor denominado indicador de inseguridad. En los últimos 15 años, el formulario de inseguridad ha sido revisado varias veces con el fin de realizar tareas de observación o describir mejor los daños durante las indagaciones de campo, en este caso, la tabla se utiliza para recopilar terremotos. Sin embargo, al estudiar cada uno de ellos en detalle, se puede concluir que la modificación es más de forma que de fondo, y en cualquier caso, siempre se mantienen los mismos parámetros que se han

identificado como potenciales generadores de daños desde el principio. El formulario consta de dos niveles y está diseñado para tener dos grados de aproximación. El primer piso se usa para seleccionar los edificios estructuralmente más "peligrosos", y luego el segundo piso se usa para inspeccionar estos edificios para evaluar con mayor precisión su vulnerabilidad. Sin embargo, ahora se reconoce que este método generalmente solo proporciona una estimación de la inseguridad de casas y edificios, suficiente para tomar decisiones en los planes de mitigación de desastres. La primera capa contiene datos generales del edificio, como: ubicación, tamaño, propósito, tipo de estructura, etc. Incluye una sección para recopilar la extensión y el nivel de daño para las investigaciones posteriores al terremoto. Los datos proporcionados por el primer nivel se han utilizado para derivar la matriz de probabilidad de daños, pero no son una parte esencial del método porque no afectan en absoluto el cálculo del indicador de inseguridad. Por el contrario, la recopilación y parámetros básicos en el segundo nivel se utilizan para calcular el indicador de inseguridad, el cual se compone de dos partes diferenciadas, una para evaluar edificaciones de mampostería y otra para edificaciones. La escala utilizada para calificar los diferentes parámetros que afectan el comportamiento de los edificios de mampostería se denomina indicador de inseguridad Benedetti-Petrini. La escala que permite estimaciones cuantitativas de inseguridad fue propuesta por estos dos autores. En los últimos 15 años, el método del indicador de inseguridad ha sido ampliamente utilizado en Italia, y su amplia aceptación en el país ha sido probada por Grupo Nazionale per la Difesa dei

Terremoti, que ha sido utilizado por el gobierno en programas de reducción de desastres. Esto permitió desarrollar el método y, como resultado de los experimentos realizados a lo largo de los años, se obtuvo una extensa base de datos sobre daños y inseguridad, diferente a otros métodos subjetivos introducidos anteriormente.

2.2.3. Cálculo del índice de vulnerabilidad

Conforme a la Escala de Vulnerabilidad Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad se obtiene por la suma ponderada de la "calidad sísmica" de cada parámetro estructural y no estructural que se considera efectivo. En el desempeño sísmico de las estructuras de mampostería tiene un impacto importante. Durante el estudio de campo, cada parámetro se asignó a uno de los cuatro niveles A, B, C y D, y se siguieron una serie de instrucciones detalladas para minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. Cada una de estas categorías corresponde a un valor K_i que varía entre 0 y 45, como se muestra en la Tabla 2.0. Así, por ejemplo, si el parámetro 4 "ubicación de edificios y cimentaciones" corresponde a una configuración que no es segura desde la perspectiva de los terremotos, se asigna a la clase D y el valor $K_4 = 45$. Por otro lado, cada uno de estos parámetros se ve perjudicado por el formulario W_i , que cambia de 0,25 y 1,5.

Este formulario muestra la significancia del parámetro la firmeza de la construcción. De esta forma, el indicador de inseguridad VI es definida a través de la fórmula para calcular el indicador de inseguridad:

$$Vi = \sum_{i=g}^n K_g W_i$$

Donde:

- Ki = Intervienen cuatro tipos de clases A, B, C y D. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico Ki que varía entre 0 y 45.
- Wi = Por otro lado, cada parámetro se ve afectado por el coeficiente de peso Wi, que varía entre 0,25 y 1,50, lo que refleja la importancia en el sistema de resistencia del edificio.

Así, el índice de vulnerabilidad Vi se define mediante la siguiente expresión:

Tabla 1

Parámetros de vulnerabilidad

PARAMETROS	Clase Ki				Importancia del parámetro Wi
	A	B	C	D	
1. Organización del Sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del Sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontales.	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Fuente propia

Estudiando la ecuación se puede inferir que el indicador de inseguridad define una escala de valor continuo de 0 a 382,5, que es el valor máximo posible. Como puede verse en el tablero anterior, los criterios 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y están completamente definidos por las instrucciones proporcionadas a continuación. Por el contrario, los criterios 3, 6, 7 y 8 son de naturaleza cuantitativa y requieren algunas operaciones matemáticas muy simples, que también se describirán más adelante.

2.2.4. Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad:

El cuestionario que se muestra en la Figura 01 es una versión modificada de Aguiar. Una de las simplificaciones consideradas es no utilizar la aproximación de primer nivel, porque los datos que proporciona no afectan directamente el cálculo del VI. Por otro lado, en el segundo piso solo se utilizan las partes correspondientes a las edificaciones de mampostería, debido a que no se conoce bibliografía de las funciones de vulnerabilidad de otro tipo de edificaciones. El formulario original, el segundo nivel, incluye los cálculos que el observador debe realizar durante el levantamiento de campo. Cada parámetro se clasifica en una de las cuatro categorías A, B, C y D. Esto no solo extiende el tiempo de investigación, sino que también ayuda a introducir errores matemáticos. Por estos motivos, se ha desarrollado un programa informático para calcular el VI, que con este programa se puede evitar el inconveniente anterior y simplificar el cuestionario, ya que solo se requieren los datos

necesarios para definir el VI. Hemos desarrollado otro formato como referencia para la evaluación de cada vivienda informal. Detalla otro tipo de aspectos estructurales y no estructurales, datos básicos, sistemas de pisos, instalaciones eléctricas y sanitarias, parámetros de protección, tipo de suelo, clasificación de daños. , riesgo ambiental, plan de seguridad, etc.

2.2.5. Parámetros de Método:

a. organización del sistema resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales independientemente del tipo de material. El elemento importante es la existencia y eficiencia de las conexiones entre muros ortogonales para asegurar el comportamiento de "caja" de la estructura. Reportó una de las categorías:

- Edificación construida conforme a las indicaciones de la norma E.030.
- Edificación con paredes ortogonales no ligadas entre sí.
- Edificios conectados por vigas de unión que pueden transmitir cortante vertical en todos los pisos.
- Dado que no hay vigas en todos los pisos, un edificio que consta solo de muros ortogonales bien conectados

b. Calidad del sistema resistente

Utilice este parámetro para determinar los tipos de mampostería más utilizados y distinguir cualitativamente sus características de resistencia para garantizar la eficiencia del comportamiento de "caja" de la estructura.

La clasificación de los edificios en una de las cuatro categorías se basa en dos factores: por un lado, el tipo de materiales que componen la mampostería y la forma de los elementos. Por otro lado, la uniformidad de materiales y fragmentos se extiende por toda la pared. Reportó una de las categorías:

- Ladrillos o bloques de alta calidad
- Mampostería de piedra bien tallada con bloques homogéneos de tamaño constante a lo largo del muro. Hay ligamentos entre los fragmentos.
- Ladrillos, bloques o mampostería de piedra bien cortada, con buenos bloques de unión.
- Utilice piedras irregulares o ladrillos de mala calidad que se entrelacen entre sí, incluidos guijarros y fragmentos que sean desiguales o que no tengan ligamentos.

c. Resistencia Convencional

Suponiendo que la estructura tiene un comportamiento de "caja" perfecto, la valoración de la firmeza de los edificios de ladrillo se calcula de manera confiable. El programa utilizado necesita recopilar datos:

N: Número de suelos

At: Zona total (m²)

Ax, y: El área total del muro de resistencia en las direcciones X e Y en (m²) respectivamente. En relación con la dirección considerada, el área de resistencia de un muro inclinado en un ángulo que no es cero debe multiplicarse por $(\cos \alpha)^2$.

τ_K : Propiedades de corte del tipo mampostería (toneladas / metro cuadrado). En el caso de mampostería compuesta por diferentes materiales, el valor de τ_K se establece como el promedio de valores firmes al corte de cada material τ_i , y el porcentaje relativo de cada material en el área A_i se utiliza como una de las ponderaciones.

Firmeza a cortante propiedades del tipo de ladrillo

$$t_k = \frac{\sum t_i A_t}{\sum A_t}$$

- h: altura media de los pisos en (m)
- Pm: peso del ladrillo en (Ton/m³)
- Ps: peso por unidad de área del diafragma en Ton/m²)

2.2.6. Peligro Sísmico del Perú

Perú, una parte del borde occidental de América del Sur, un área activa de actividad tectónica, adherida al proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) debajo de la placa de América del Sur (continental), provocando un terremoto de magnitud considerable a una velocidad de 6 cm / año. (Marín, 2012, p.15).



Figura 2 Anillo de Fuego del Pacífico
 Fuente: <http://diariocorreo.pe/el-anillo-de-fuego-del-pacifico/>

Otro tipo de actividad sísmica es provocada en los Andes por una falla geológica vinculada con la trinchera Perú-Chile, que se extiende por el continente sudamericano desde Venezuela hasta el sur de Chile, la magnitud y frecuencia de los terremotos son pequeñas. (Marín, 2012, p.16).



Figura 3 Subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana
 Fuente: Kuroiwa (2002)

2.2.7. Sismicidad Histórica del Perú

En los siglos XVI y XIX, debido a la escasez de datos, solo las grandes ciudades experimentaron terremotos, en 1963 se instaló una red de sismógrafos, la pérdida material de las construcciones

de adobe-Kuncha antes de la PGA fue considerable. (Castro, 2015, p.99)

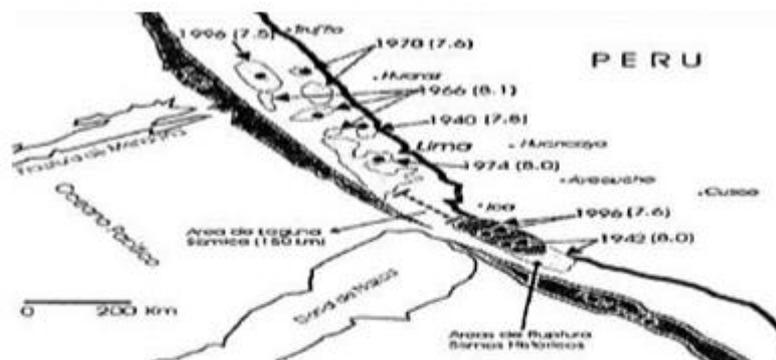


Figura 4 Distribución de terremotos en la zona central del Perú Fuente: Silgado (1978).

2.2.8. Peligrosidad Sísmica de Huancayo

A causa de la imperfección de Huaytapallana, puede ocurrir una liberación de energía sísmica, la intensidad y duración son impredecible estimar luego del suceso de 1969. (INDECI, 2011, p.95).

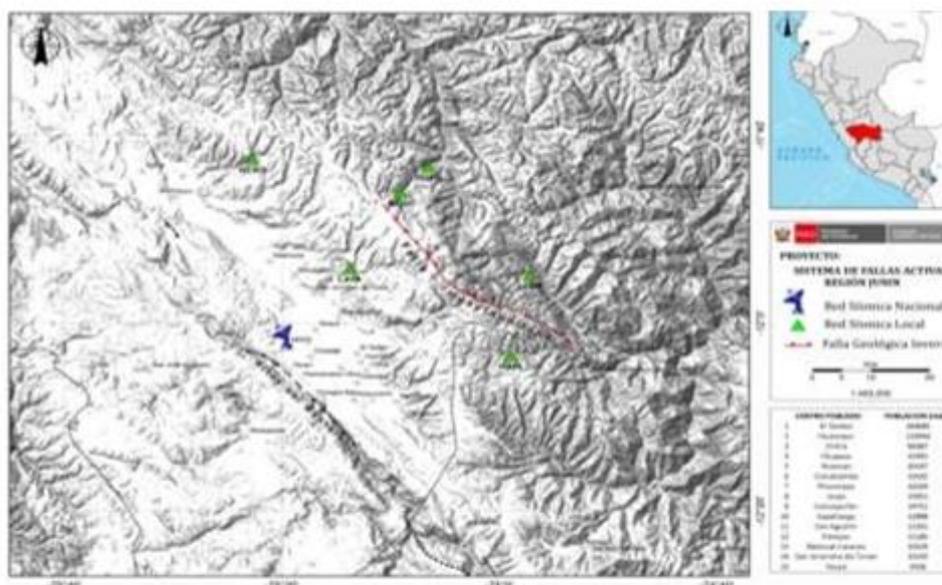


Figura 5 Sistema de Falla Activa en la Región Junín Fuente: IGP (2017).

2.2.9. Sismicidad Histórica de Huancayo

Los datos históricos del terremoto de Huancayo son escasos porque el sistema de monitoreo sísmico ya no está disponible desde 2007 porque fue transferido a la provincia de Tayacaja para monitorear la falla de Huancavelica. (INDECI, 2011, p.95).

Tabla 2
Sismos sentidos en Huancayo.

SISMOS IMPORTANTES SENTIDOS EN HUANCAYO			
FECHA	LOCALIDAD	MAGNITUD ESCALA	INTENSIDAD ESCALA MM
24/07/1969	Huaytapallana	5.6	V
1/10/1969	Huaytapallana	6.2	VI
14/04/2014	Huancayo	4.6	III
4/11/2014	Huancayo	4.1	II
21/04/2017	Huancayo	4.7	II

Fuente: IGP (2017)

a. Cordillera del Huaytapallana

En los Andes centrales del Perú, forma parte de la Cordillera Oriental, sus picos nevados se encuentran a 5.557 metros sobre el nivel del mar y el otro a 5.530 metros sobre el nivel del mar, con un área de 378,40Km². (INDECI, 2011, p.100).

b. Falla del Huaytapallana

La falla se ubica en la cordillera del mismo nombre en el noreste de la ciudad de Huancayo, con una inclinación de 50 ° en dirección NW-SE y NE, liberó energía sísmica en julio y octubre de 1969 y produjo dos Inverse- trazas tipo de 4.5km y 9.5km de

longitud. El salto vertical es de 1.7 ~ 2.0m, y la longitud total actual es de 30km. Debido al silencio del terremoto, se espera que haya un período de recurrencia. (INDECI, 2011, p.95).



Figura 6 Falla del Huaytapallana

Fuente: <http://diariocorreo.pe/ciudad/alerta-terremoto-acecha-a-la-region-centr-39892/>

2.3. Definición de términos

- **Altura**, responsable del aumento en el período de cambios de aceleración sísmica en el edificio y factores como la relación altura / ancho, la altura del piso, los materiales involucrados, el sistema estructural y la cantidad y reducción de la calidad. (Ortega, 2014, p.70).
- **Tamaño Horizontal**, para aumentar la tensión longitudinal de tracción y compresión, y el desplazamiento adicional de la losa de piso de baja rigidez como tabique horizontal en la dirección transversal, la solución es reducir la longitud del tabique añadiendo muros. (Caballero, 2007, p.74).
- **Proporción**, cuanto más delgado es, peor es el efecto de vuelco, por lo

que puede ser más importante que su tamaño absoluto en el diseño sísmico. Para edificios de gran altura, una consideración muy importante es su esbeltez = relación altura / ancho. (Caballero, 2007, p.75).

- **Simetría**, la asimetría produce excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez, lo que resulta en torsión debido a razones no geométricas, como cambios en la distribución de masa en una estructura simétrica y concentración de fuerza en las esquinas inferiores. (Ortega, 2014, p.72).
- **Distribución y concentración**, será compartida a partes iguales por los elementos con resistencia bien distribuida en el edificio; contrariamente a la configuración donde la fuerza sísmica se aplica acumulativamente a un número reducido de elementos. (Ortega, 2014, p.73).
- **Centro de Rigidez**, (Aguiar, 2008, p.119): Este es el punto donde se aplicará la fuerza de corte horizontal, y el nivel se transfiere a la capa inferior sin girar.
- **Desplazamiento espectral**, (Paz,1992, p.640): El valor máximo del desplazamiento relativo causado por un terremoto en una simple oscilación.

- **Edificio**, (R.N.E- Norma Técnica G.0.40, 2006, párr.52): Este es el trabajo que realizan los humanos para acomodar las actividades que realiza.
- **Efecto torsional**, (Barbat y Oller, 1998, p.56): El efecto de torsión se debe a que el centro de masa de cada capa de la estructura no coincide con el centro rígido de la estructura.
- **Espectro de Diseño**, (Suarez, 2010, p.29): Herramientas para el cálculo de estructuras, verificación de áreas, suelos y actividad sísmica periódica.
- **Excentricidad**, (Barbat y Oller, 1998, p.56): Distancia entre el Centro de masa y su Centro de rigidez.
- **Modos de Vibración**: Las edificaciones, cuerpos principales y materiales tienen diferentes modos de vibración bajo cargas dinámicas, en caso de terremoto, las cargas dinámicas los afectarán más o menos.
- **Periodo**, (Mullo, 2014, p.26): Duración una armazón en culminar el primer movimiento.
- **Pre-dimensionamiento**, (Castillo, 2016, p.9): Dimensionar los elementos estructurales cumpliendo el R.N.E.

- **Peligro sísmico:** Exponer un lugar a la máxima intensidad dada por el movimiento telúrico.
- **Riesgo de terremoto:** es la probabilidad de que una estructura supere un valor de daño predeterminado durante un terremoto. (Alonso, 2006, pág.50)
- **Silencio sísmico:** Se define como un lugar donde no se ha liberado energía durante décadas, por lo que existe la probabilidad de que ocurra un evento sísmico. (Black Rock, 2002, p. 98).
- **Terremoto:** Es la liberación repentina y limitada de energía mecánica acumulada debido al desplazamiento de las placas corticales interactuando en forma de ondas sísmicas. (CENEPRED, 2014, pág. 36)
- **Sismogramas:** Son registros obtenidos por sismógrafos que miden el movimiento horizontal y vertical de las ondas sísmicas capturadas. (Alonso, 2006, p. 29).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Existe una relación directa y significativa entre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Existe una relación directa y significativa entre los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo.
- b) La cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en la norma E.030.
- c) La torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en la norma E.030.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición de las variables

Variable Independiente (X): Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Promover la evaluación cualitativa y cuantitativa y la investigación cualitativa en un contexto global y sistemático, estimular las funciones intelectuales y facilitar la obtención de información y conocimiento.

Variable dependiente (Y): Conservación de la edificación

Describe el proceso de extender la integridad material, histórica y de diseño de cualquier patrimonio arquitectónico a través de intervenciones cuidadosamente planificadas. Las personas que participan en esta búsqueda se denominan protectores-restauradores de cualquier edificio.

2.5.2. Operacionalización de las variables

Tabla 3
Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones cualitativas • Evaluaciones cuantitativas <ul style="list-style-type: none"> • Análisis dinámico 	Método benedeti Método demanda / resistencia Análisis estructural
VARIABLE DEPENDIENTE	CONSERVACION DE UNA EDIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas estructurales • Sistemas geométricos • Sistemas constructivos 	Sistema resistente Configuración estructural Comportamiento estructural

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

En este trabajo de investigación se utilizará el método científico como método general en sus modalidades experimental y analítica. Según **ANDER, Egg (1984: 56)**, "La investigación del método científico es objeto de la investigación epistemológica. Además, el significado del término" método "también ha cambiado. Ahora se denomina un conjunto de técnicas y procedimientos que permiten a los investigadores Pasar el procesamiento de datos para lograr sus objetivos y aplicar sus supuestos".

3.2. Tipo de investigación

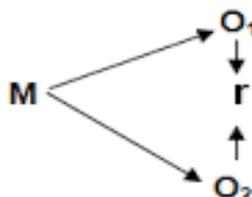
A decir de **SIERRA, Restituto (2002:123)** El tipo de investigación que se utiliza en esta encuesta se debe a que "en éstos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por los cálculos e iteraciones, los cuales se llevaran a cuadros estadísticos, trabajándose con una muestra específica y llegando al final a las conclusiones".

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación empleado será Descriptivo, porque según **Hernández, Fernández y Baptista (2010)**, el nivel descriptivo Explicativo y se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de la investigación.

3.4. Diseño de Investigación

Según el autor **Fidias G. Arias (2012)**, el tipo de diseño es el no experimental con medición previa y grupo de control por que consiste en someter la variable independiente a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen con la variable dependiente



- O1: es la variable: Análisis de la vulnerabilidad.
- O2: conservación de la edificación
- M: muestra (Edificio monumental del centro de Huancayo destinado para cobranza de consumo de energía)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para **Hernández Sampieri, (2014)**, “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65).

Para el estudio la población estará conformada por todas las edificaciones propias de esa época de la provincia de Huancayo.

3.5.2. **Muestra**

La Muestra será no probabilística, el tipo de muestreo será por conveniencia, según **carrasco (2005, p. 243)** considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. Para el caso de esta investigación es no probabilística o dirigida, eligiendo por conveniencia la edificación de Electrocentro.

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

Se tiene en cuenta el análisis de la literatura, en el que consideraremos las fuentes bibliográficas que necesitaremos, y las utilizaremos como marco teórico, que nos permitirá estudiar la vulnerabilidad sísmica donde se utilizaremos la observación directa: Nos permite observar los resultados para obtener los resultados que ayudaran a justificar la investigación.

3.7. **Técnicas de procesamiento**

3.7.1. **Técnicas de procesamiento de datos**

Primero, consideraremos el análisis de la literatura, que considerará bibliografía, resúmenes y archivos de párrafos; esto nos ayudará a construir el marco teórico, de referencia y conceptual. Asimismo, se considerarán documentos indocumentados, como los propios documentos de levantamiento y observación. Según la naturaleza del trabajo de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas y herramientas de acuerdo los parámetros que manifiestan las normatividades actuales.

3.7.2. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) Señala que: “Las técnicas para la recolección de información es mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación”, entre otros documentos que tuvo relación con mi investigación.

3.7.3. Instrumentos

Según (Carrasco, 2006, p.91) Señala que: “Están constituidos por todos aquellos objetos instrumentales físicos que permiten obtener y recoger datos e impresiones de los hechos y fenómenos de la realidad”, En esta indagación es importante establecer la herramienta de evaluación, la información será recolectada a través de la tabla técnica, y tomando en cuenta las observaciones de campo, prestar atención a los datos en la tabla.

3.7.4. Ficha técnica

Según (Carrasco, 2006, p.102) El nombramiento implica registrar información importante e interesante del investigador en forma escrita en tarjetas de diferentes tamaños llamadas fichas. En este sentido, existen fichas de bibliografía, texto, resumen y comentarios. Aunque estas técnicas son muy útiles en el proceso de investigación, en la actualidad

rara vez se utilizan, porque existen otros métodos y técnicas más apropiados para registrar datos.

3.8. Técnicas y Procesamiento

Los resultados obtenidos en el procedimiento de información serán comparados con los estándares establecidos por las normativas actuales para comparar la calidad del agua que se está tratando, donde se utilizaron los programas con el **Microsoft Excel:** utilizamos para sacar tablas, **Auto CAD** utilizamos para elaborar planos, el **Etabs** para la simulación del efecto de torsión y el **Microsoft Word:** para la documentación de toda la investigación y de la misma manera las técnicas que nos permiten procesar información considerarán las técnicas de recuento y tabulación de las muestras muestreadas, utilizando el promedio, la moda y la mediana como parte de la estadística descriptiva para las dos partes experimentales. Las medidas de varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y asimetría de los resultados de técnicas estadísticas discretas (Coeficiente de Pearson).

3.8.1. Análisis de datos:

La tecnología empleada será la aplicación de herramientas como encuestas, cuestionarios y análisis de campo, que nos permitirán obtener datos de unidades analíticas. Asimismo, se utilizarán estadísticas de inferencia (hipótesis nula "H0" e hipótesis alternativa "H1"), reglas de decisión y sus respectivos intervalos de confianza al 95% ($\alpha = 0,05$, error del 5%) y su interpretación se basará en los datos obtenidos. Obtenidos

los datos, se analizará cada ítem, teniendo en cuenta los objetivos y variables de la investigación, y se comparará la hipótesis con las variables y objetivos planteados para demostrar su validez o nulidad. Finalmente, se formarán conclusiones y recomendaciones para mejorar la pregunta bajo investigación. La siguiente tabla muestra los elementos estadísticos utilizados en el trabajo:

Tabla 4
Técnica y análisis de los datos

Nº	Estadígrafos	Fórmulas Estadísticas	Símbolos
01	Media Aritmética de los datos agrupados	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	\bar{X} = Media Aritmética X = Valor Central o Punto Medio de cada clase f = Frecuencia de cada clase $\sum f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados	$s = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \frac{(\sum f \cdot x)^2}{n}}{n-1}}$	S = Desviación estándar muestral x = Punto medio de una clase f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra

Fuente propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Características de la estructura:

la edificación está construida con muros de 0.55m de ancho fabricados con adobe y el piso está construido con madera de 0.10m de espesor, cuenta con 2 niveles que hace un total de 8m de altura y el uso que se le viene dando es netamente para oficinas.

4.1.2. Normas de diseño:

El Código Nacional de la Edificación con las siguientes normas técnicas ha sido considerado como el código básico para el diseño estructural:

- Norma Técnica de Edificaciones E.020 “Cargas”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.30” Diseño Sismo resistente”
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.50” Suelos y Cimentaciones”
- Norma Técnica de Edificaciones E.060 “Concreto Armado”
- Norma Técnica de Edificaciones E.080 “Diseño y Construcción con tierra reforzada.

4.2. Propiedades de los materiales:

4.2.1. Adobe:

- Resistencia a la compresión (F’c): 12 kg/cm²

- Módulo de elasticidad (E): 6500 kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 1600 kg/m³
- Módulo de poisson: 0.25

4.2.2. Madera:

- Resistencia a la compresión (F'_c): 50 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 66000 kg/cm²
- Peso específico (γ_y): 750 kg/m³
- Módulo de poisson: 0.15

4.3. Cargas verticales:

4.3.1. carga muerta en pisos típicos:

- Enablado: 100 kg/m²
- Acabados: 100 kg/m²

4.3.2. Carga viva en pisos típicos:

- Oficinas: 250 kg/m²
- Corredores y escaleras: 400 kg/m²

4.3.3. Carga muerta en azotea:

- Enablado: 100kg/m²
- Acabados: 50kg/m²

4.3.4. Carga viva en azotea:

- Oficinas: 5kg/m²

4.4. Análisis sísmico:

La estructura presenta irregularidad en planta, también se encuentra ubicado en la zona 3 del territorio nacional, de igual manera no se cuenta con registros de aceleraciones del terreno, por lo tanto, se realizará un análisis dinámico modal espectral.

4.4.1. Parámetros de diseño sísmicos:

A. Factor de zona (Z):

La estructura se encuentra ubicado en la ciudad de Huancayo, el cual según la norma E.030 pertenece a la zona 3 con un factor igual a 0.35.

B. Factor de uso (U):

Actualmente la edificación viene siendo utilizado como oficinas que según la norma E.030 pertenece a edificaciones comunes con un factor igual a 1.00.

C. Factor de suelo (S):

Según el estudio de mecánica de suelos, la capacidad portante es de 0.52kg/cm² y según la norma E.030 pertenece a un suelo blando con un factor igual a 1.20 para un factor de zona 3.

D. Periodo de zona (TL) y periodo de plataforma (TP):

Para un suelo blando (S3) el periodo de zona es igual a 1.60 y el periodo de plataforma es igual a 1.00.

E. Factor de reducción (R):

La Norma E. 030 no especifica un factor de reducción para estructuras de adobe, por lo cual se va en la gran densidad de sus muros se le considera como muros de ductilidad limitada ya que este no puede deformarse sosteniblemente sin romperse, y al cual se le asigna un valor de 4

F. Factor de irregularidad en planta (IP):

La estructura presenta irregularidad de esquinas entrantes y según la norma E.030 se le asignara un factor igual a 0.90.

G. Factor de irregularidad en altura (IA):

La estructura no presenta irregularidad en altura.

El resumen de los parámetros de diseño se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 5
Parámetros Sísmicos

DESCRIPCIÓN	TIPO	VALOR
Factor de zona (Z)	Zona 3	0.35
Factor de uso (U)	C	1.00
Factor de suelo (S)	Blando	1.20
Periodo de zona (TL)		1.60
Periodo de Plataforma (TP)		1.00
Factor de reducción (R)	Muro	4.00
Factor de Irregularidad (Ia)		1.00
Factor de Irregularidad (Ip)		0.90

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Espectro de respuesta:

Debido a que el sistema estructural es de muros con ductilidad limitada en los dos ejes, se creó un Espectro-Pseudo para ambas direcciones.

Tabla 6

Tabla Periodo vs Aceleración

Fuente: Elaboración propia.

T	C	Sax-x	Say-y
0.020	2.50	2.755	2.755
0.040	2.50	2.755	2.755
0.060	2.50	2.755	2.755
0.080	2.50	2.755	2.755
0.100	2.50	2.755	2.755
0.120	2.50	2.755	2.755
0.140	2.50	2.755	2.755
0.160	2.50	2.755	2.755
0.180	2.50	2.755	2.755
0.200	2.50	2.755	2.755
0.250	2.50	2.755	2.755
0.300	2.50	2.755	2.755
0.350	2.50	2.755	2.755
0.400	2.50	2.755	2.755
0.450	2.50	2.755	2.755
0.500	2.50	2.755	2.755
0.550	2.50	2.755	2.755
0.600	2.50	2.755	2.755
0.650	2.50	2.755	2.755
0.700	2.50	2.755	2.755
0.750	2.50	2.755	2.755
0.800	2.50	2.755	2.755
0.850	2.50	2.755	2.755
0.900	2.50	2.755	2.755
0.950	2.50	2.755	2.755
1.000	2.50	2.755	2.755
1.100	2.27	2.341	2.341
1.200	2.08	2.146	2.146
1.300	1.92	1.981	1.981
1.400	1.79	1.839	1.839
1.500	1.67	1.717	1.717
1.600	1.56	1.609	1.609
1.700	1.47	1.515	1.515
1.800	1.39	1.431	1.431
1.900	1.32	1.355	1.355
2.000	1.25	1.288	1.288
2.250	0.79	0.814	0.814
2.500	0.64	0.659	0.659
2.750	0.53	0.545	0.545
3.000	0.44	0.458	0.458
4.000	0.25	0.258	0.258
5.000	0.16	0.165	0.165
6.000	0.11	0.114	0.114
7.000	0.08	0.084	0.084
8.000	0.06	0.064	0.064
9.000	0.05	0.051	0.051
10.000	0.04	0.041	0.041

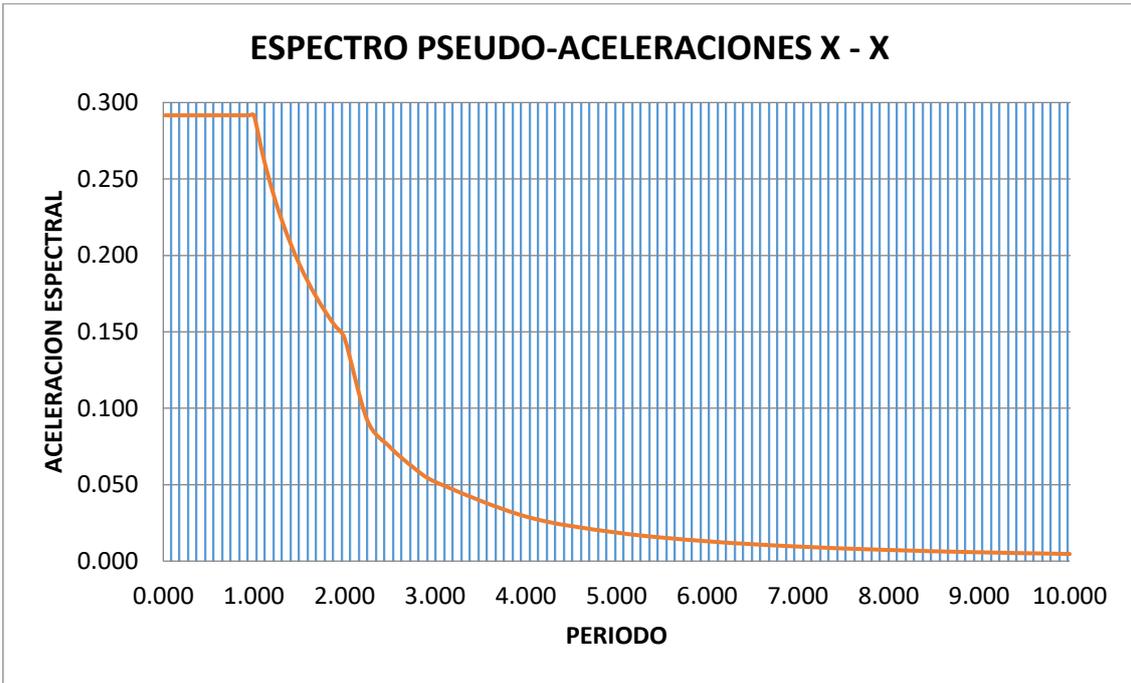


Figura 2 Espectro Pseudo-Aceleraciones en el eje X - X
 Fuente: Elaboración propia.

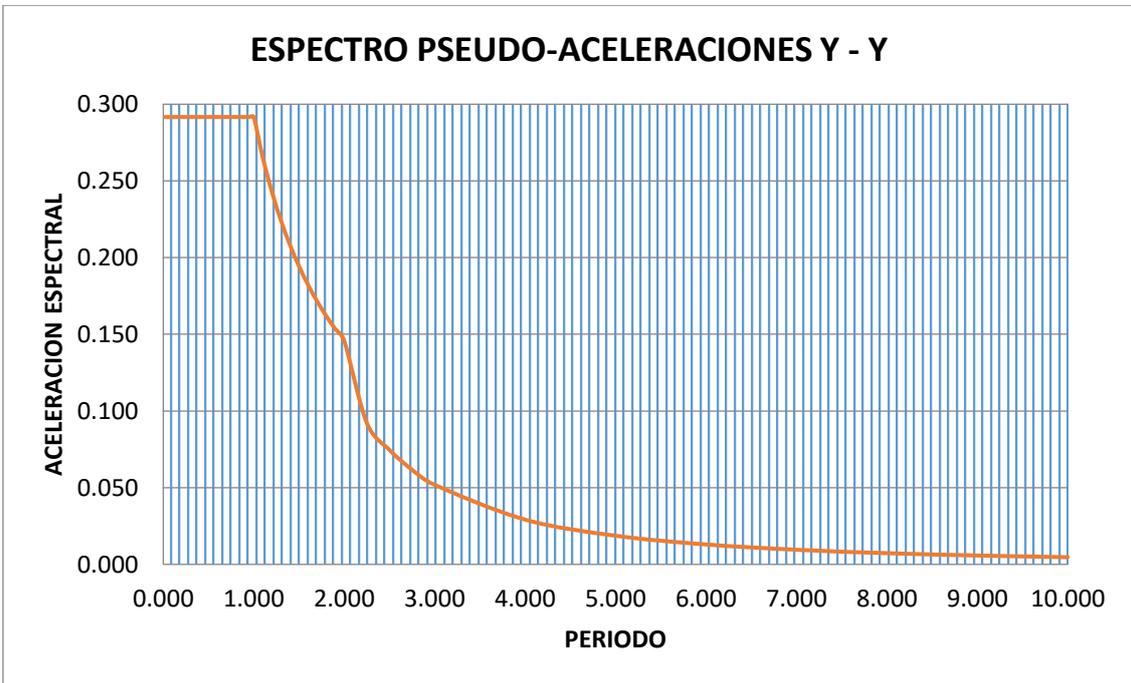


Figura 3 Espectro Pseudo-Aceleraciones en el eje Y - Y
 Fuente: Elaboración propia.

4.5. Modelamiento de la estructura:

La estructura fue modulada haciendo uso del programa etabs con la finalidad de determinar si la estructura es vulnerable frente a un movimiento sísmico, para esto vamos a verificar los desplazamientos laterales para determinar si la estructura es rígida o flexible, las cortantes basales para determinar si las cargas de la estructura están equilibradas y la torsión para determinar si esta propenso a sufrir volteo, para esto vamos a comparar los resultados con los requisitos de la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones. El modelamiento se realizó en Tn-m como unidades básicas.

4.5.1. Definición de materiales:

Los materiales que utilizaremos son el adobe y la madera.

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS software. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name is 'ADOBE', Material Type is 'Other', Directional Symmetry Type is 'Isotropic', Material Display Color is a grey swatch with a 'Change...' button, and Material Notes has a 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight and Mass:** 'Specify Weight Density' is selected. Weight per Unit Volume is 1.85 tonf/m³, and Mass per Unit Volume is 0.1886 tonf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E is 65000 tonf/m², Poisson's Ratio, U is 0.25, Coefficient of Thermal Expansion, A is 0.0000099 1/C, and Shear Modulus, G is 26000 tonf/m².
- Design Property Data:** A 'Modify/Show Material Property Design Data...' button is present.
- Advanced Material Property Data:** Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...' are visible.

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 4 Definiendo el adobe $F'c= 12kg/cm^2$
Fuente: Elaboración propia.

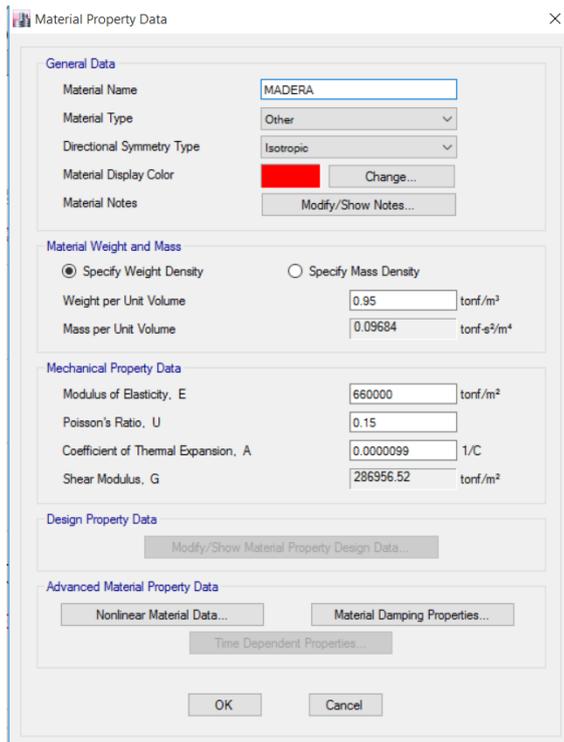


Figura 5 Definiendo la madera $F'c= 50\text{kg/cm}^2$
Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Definición de muro y entablado:

Muros: Los muros son de material adobe y tiene un ancho de 0.55m.

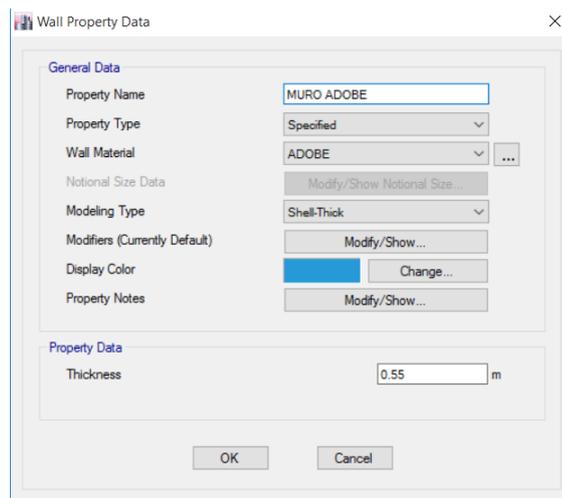


Figura 6 Definiendo muro
Fuente: Elaboración propia.

Entablado: el entablado es de material madera y tiene un ancho de 0.10m.

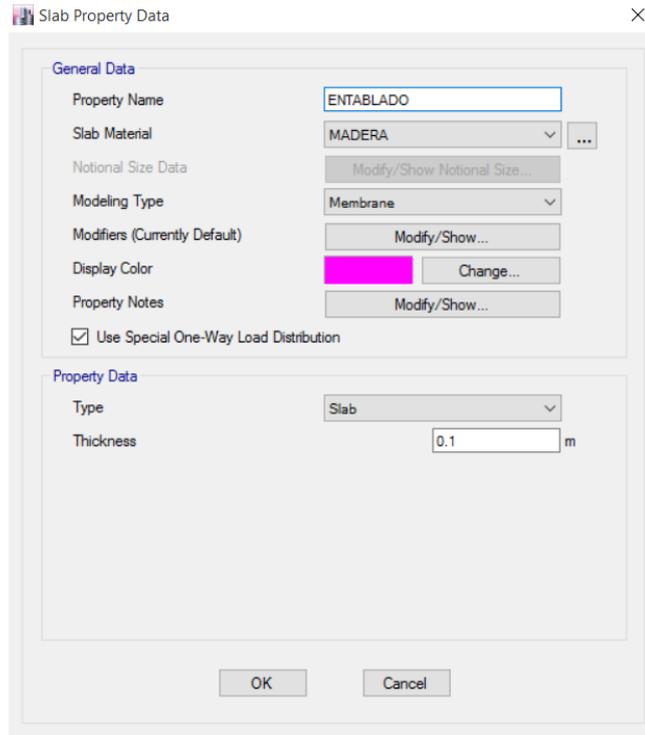


Figura 7 Definiendo entablado

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3. Definiendo los casos de carga:

Las simbologías van a corresponder a lo siguiente:

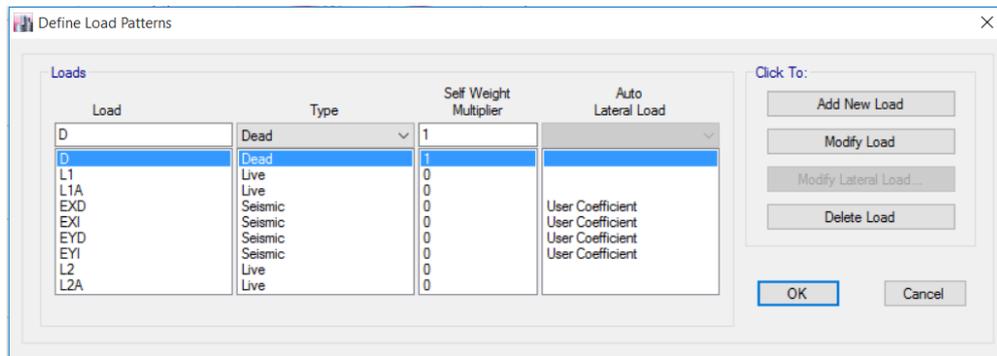


Figura 8 Definición de casos de carga

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. Definición de masas:

La edificación pertenece a la categoría C de la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones, por lo tanto, se tomará el 25% de la carga viva y el 100% de la carga muerta.

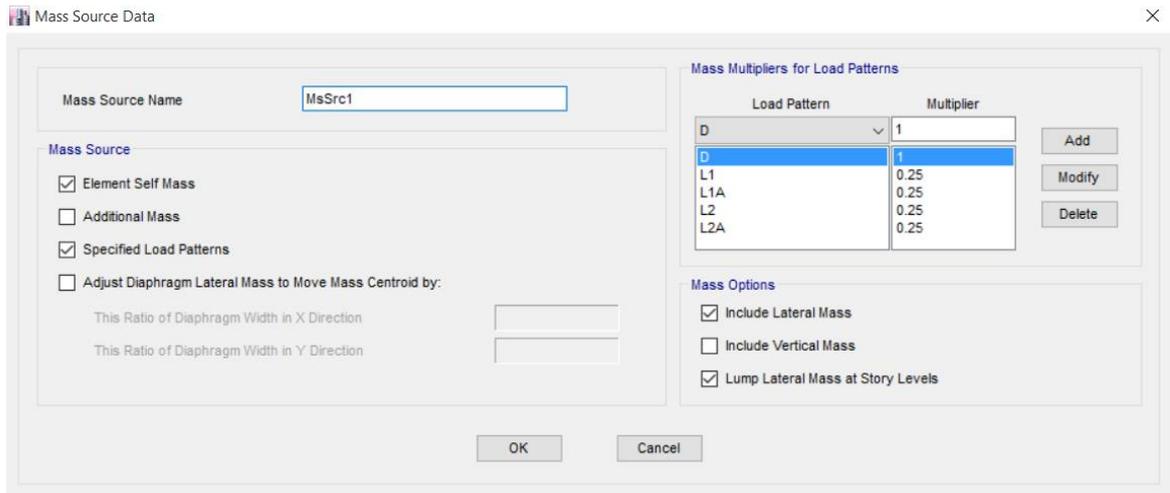


Figura 9 Definición de masas
Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Asignación de diafragma rígido:

Se creó un diafragma rígido por piso.

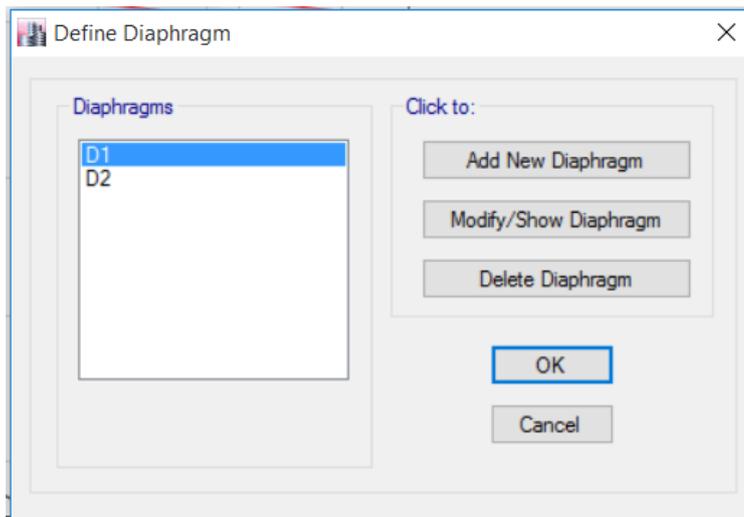
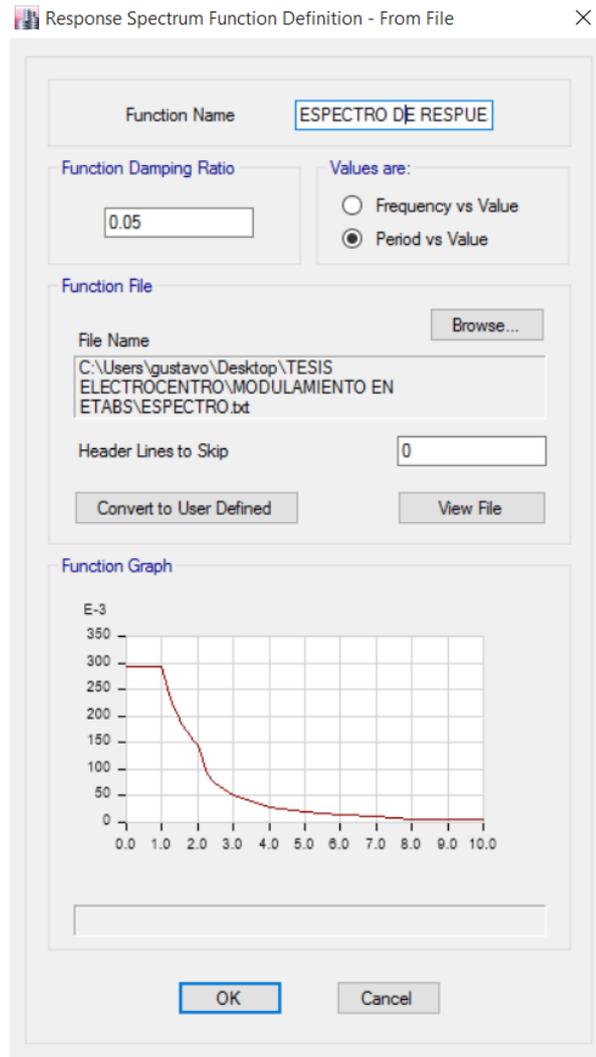


Figura 10 Diafragma rígido
Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Definición de espectro de respuesta:

Como se mencionó anteriormente se creó un solo espectro Pseudo-Aceleraciones debido a que el tipo de sistema estructural de ambas direcciones corresponden a pórticos.



*Figura 11 Espectro de respuesta en el programa Etabs
Fuente: Elaboración propia.*

4.5.7. Definición de carga sísmica:

Se creó dos tipos de carga sísmica, SPECX correspondiente al eje X – X
y SPECY correspondiente al eje Y – Y.

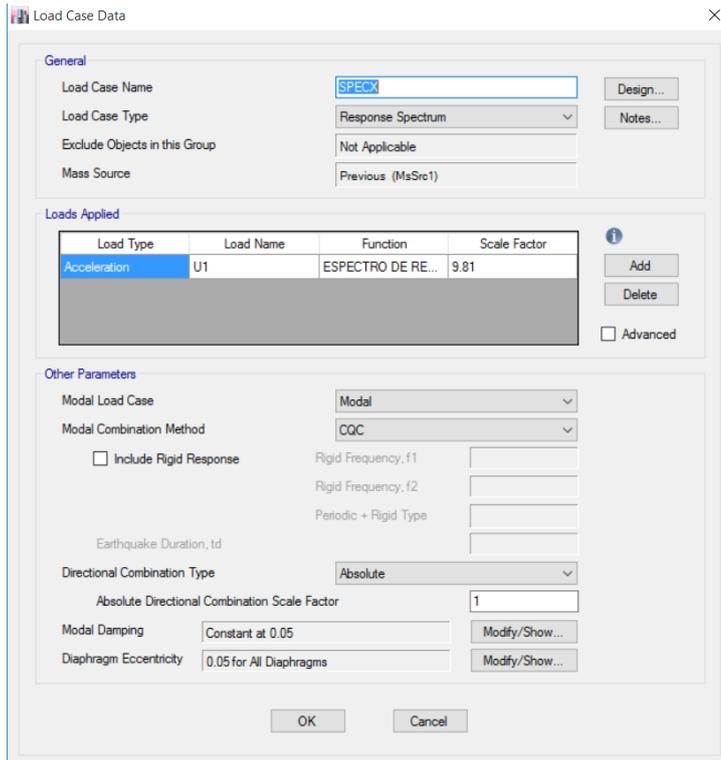


Figura 12 Definición de carga sísmica en el eje X - X
Fuente: Elaboración propia.

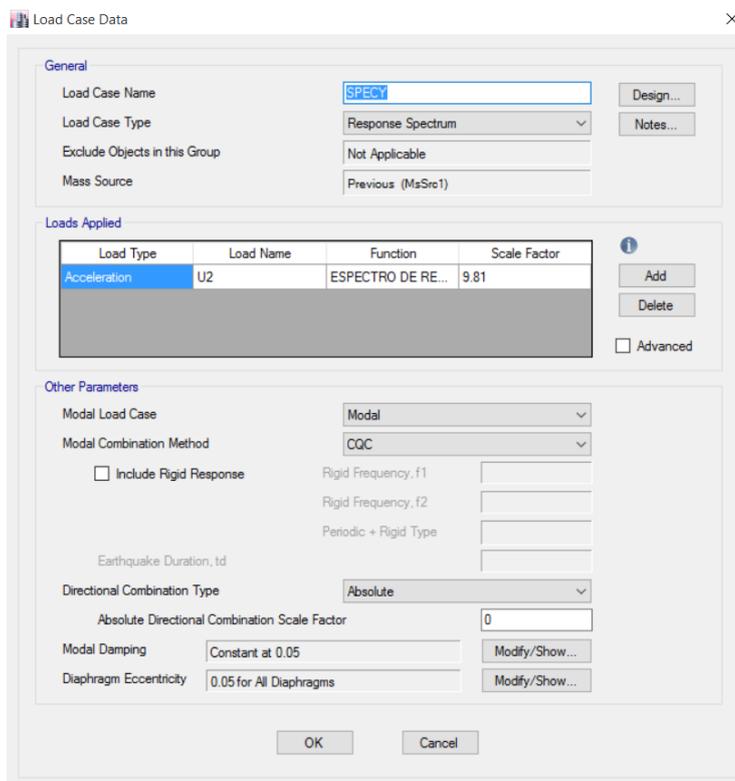


Figura 13 Definición de carga sísmica en el eje Y - Y
Fuente: Elaboración propia.

4.5.8. Ver modelo:

Finalmente, se procedió a verificar el modelo realizado el cual no arrojó observaciones al respecto.

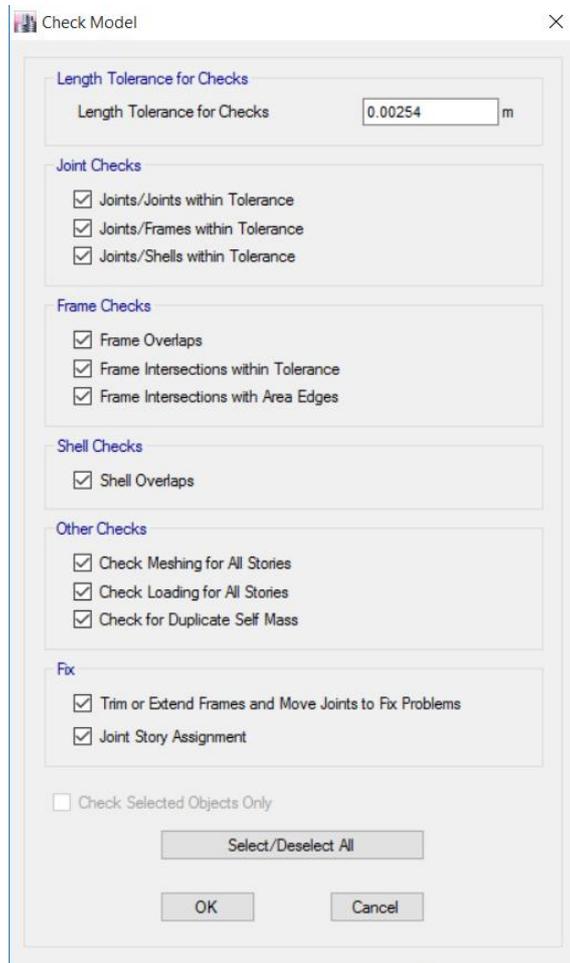


Figura 14 Ver modelo
Fuente: Elaboración propia.

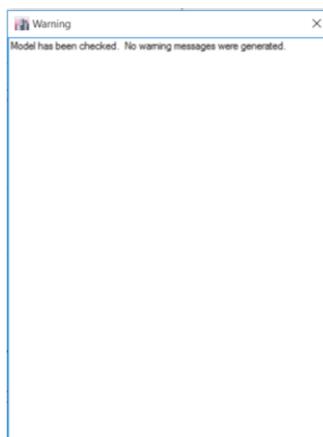


Figura 15 Modelo sin observaciones
Fuente: Elaboración propia.

Después de ver el modelo sin observaciones, se procedió a correr el programa para determinar los resultados requeridos.

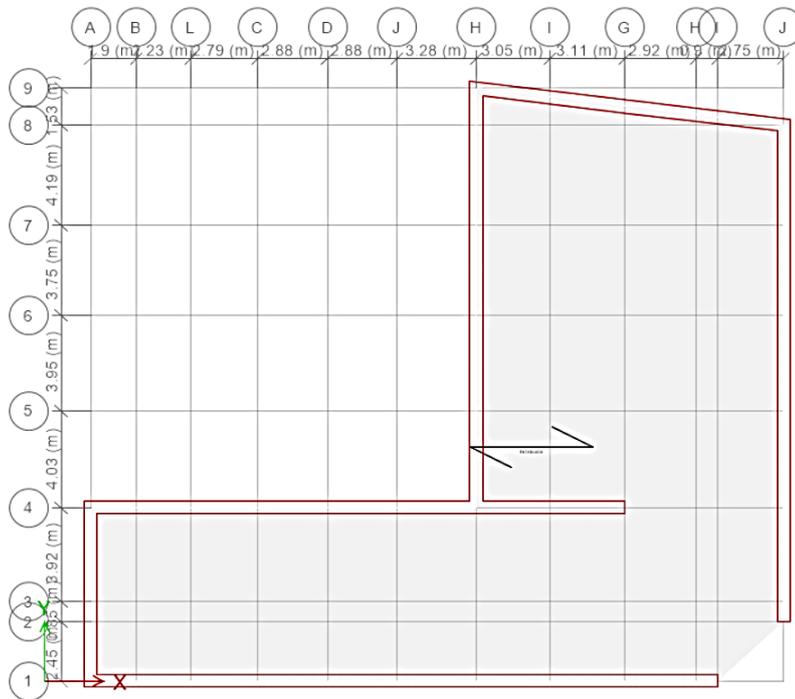


Figura 16 Modelamiento planta primer nivel
Fuente: Elaboración propia.

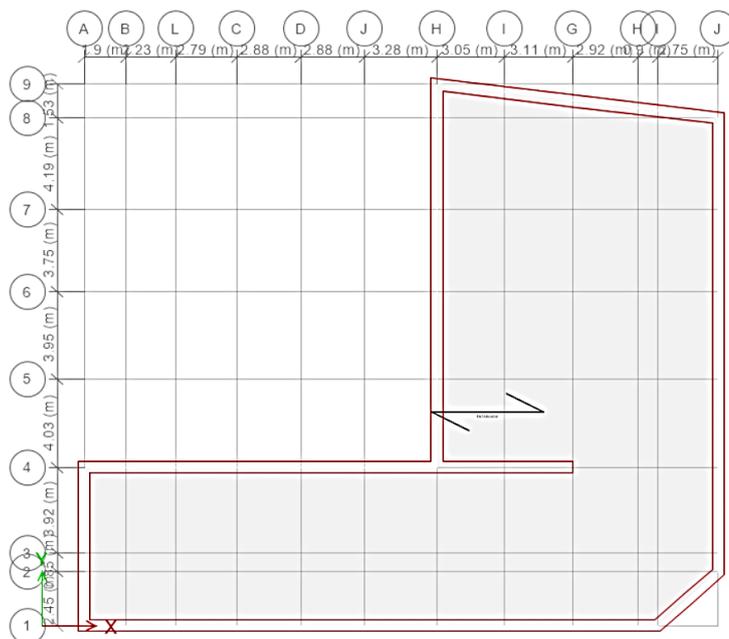


Figura 17 Modelamiento planta segundo nivel
Fuente: Elaboración propia.

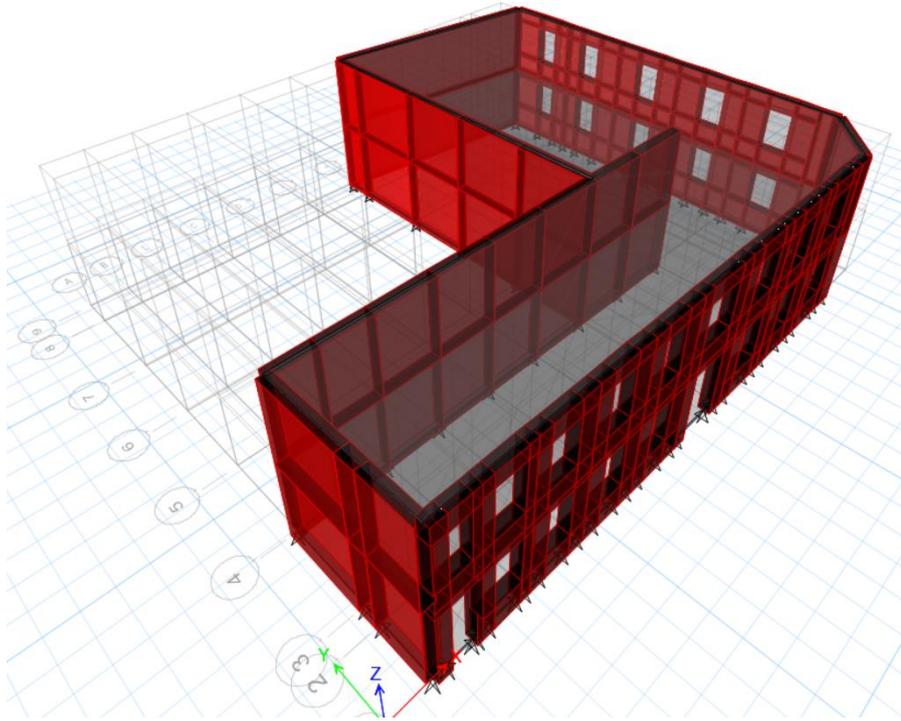


Figura 18 Estructura en 3D
Fuente: Elaboración propia.

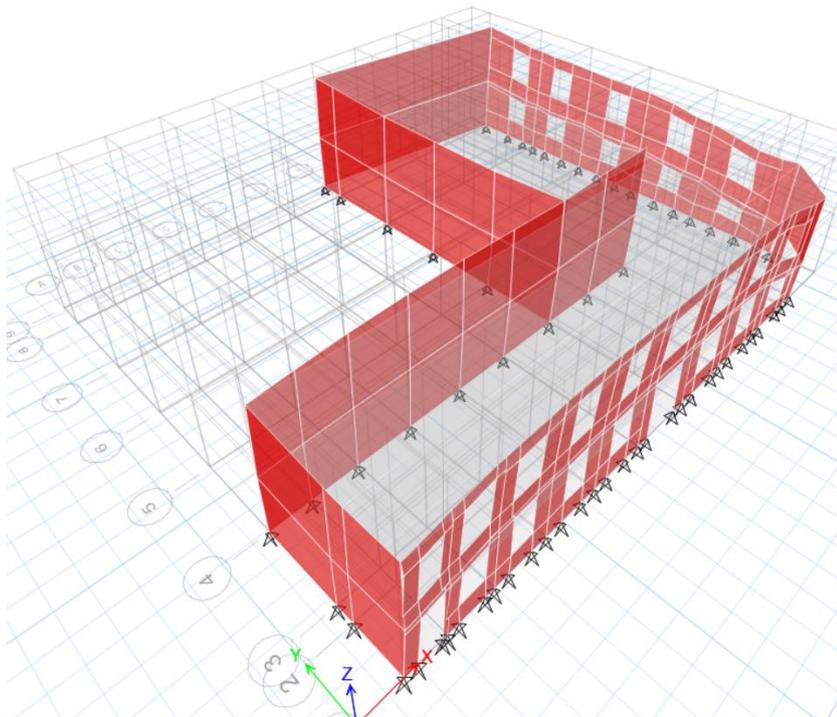


Figura 19 Estructura deformada
Fuente: Elaboración propia.

4.6. Resultados con la estructura:

4.6.1. Desplazamientos laterales:

Según la norma E.030 el factor R debe ser multiplicado por los factores de irregularidad de planta y altura:

$$R = R_o * I_a * I_p \dots\dots (1)$$

Donde:

R: Factor de reducción.

R_o: Coeficiente básico de reducción.

I_a: Factor de irregularidad en altura.

I_p: Factor de irregularidad en planta.

Reemplazando datos en la ecuación n° 1 obtenemos un factor de reducción R igual a 3.60, Los desplazamientos laterales de las edificaciones irregulares se determinan multiplicando por R los resultados obtenidos en el análisis lineal, los cuales no deben ser mayores a 0.005 debido a que la estructura está formada por muros de ductilidad limitada.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 7
Desplazamientos laterales en el eje X – X

STORY	UX	Z	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PISOS	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
	cm	m				
STORY2	13.49	8.00	48.58	400	0.0367	NO CUMPLE
STORY1	9.42	4.00	33.90	400	0.0847	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8
Desplazamientos laterales en el eje Y – Y

Story	UX	Z	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PISOS	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
	cm	m				
STORY2	8.96	8.00	32.25	400	0.0239	NO CUMPLE
STORY1	6.30	4.00	22.67	400	0.0567	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores observamos que los desplazamientos laterales de piso son mayores a 0.005 por lo tanto podemos deducir que la estructura corre el riesgo de colapsar frente a un movimiento sísmico debido a que es flexible.

4.6.2. Cortante basal:

Para estructuras irregulares se aplica el 90% del cortante estático, el cual debe ser menor que el cortante dinámico del primer piso.

A. Cortante basal estático:

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

$$VS = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Vs: Cortante estático.

P: Peso del edificio.

En la siguiente tabla podemos observar los datos necesarios para poder calcular la cortante basal estático en el eje X – X y en el eje Y – Y.

Tabla 9
 Datos para calcular la cortante basal estática

DESCRIPCION	FACTOR
FACTOR DE ZONA "Z":	0.35
FACTOR DE USO "U":	1.00
FACTOR DE SUELO "S":	1.20
PERIODO DE ZONA "TL"	1.60
PERIODO DE PLATAFORMA "TP"	1.00
FACTOR DE AMPLIFICACION "Cx":	2.50
FACTOR DE AMPLIFICACION "Cy":	2.50
COEFICIENTE DE REDUCCION	4.00
FACTOR DE IRREGULARIDAD "Ia":	1.00
FACTOR DE IRREGULARIDAD "Ip":	0.90
COEFICIENTE DE REDUCCION "Rx":	3.6
COEFICIENTE DE REDUCCION "Ry":	3.6
PESO DEL EDIFICIO	1119.62

Fuente: Elaboración propia.

Si reemplazamos datos en la ecuación n° 2 obtenemos una cortante estático en el eje X – X igual a 326.62

$$VS_x = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.2}{3.6} * 1119.62 = 326.62$$

Si reemplazamos datos en la ecuación n° 2 obtenemos una cortante estático en el eje Y – Y igual a 326.62.

$$VS_y = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.2}{3.6} * 1119.62 = 326.62$$

B. Cortante basal dinámica:

Este dato lo obtenemos directamente del programa etabs de la siguiente manera:

Para el eje X – X:

Tabla 10
Cortante dinámico en el Eje X – X

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX
			tonf	tonf
Story2	SPECX	Bottom	0	183.9
Story1	SPECX	Bottom	0	239.07

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior la cortante basal dinámica en el primer piso es de 239.07Tn.

C. Para el eje Y – Y:

Tabla 11
Cortante dinámico en el Eje Y – Y

Story	Load Case/Combo	Location	P	VY
			tonf	tonf
Story2	DINY Max	Bottom	0	161.11
Story1	DINY Max	Bottom	0	209.44

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior la cortante basal dinámica en el primer piso es de 209.44Tn.

D. Comprobación de cortantes:

La norma E.030 determina que la cortante dinámica debe ser mayor a la cortante estática multiplicado por 0.90 para estructuras irregulares. Si multiplicamos la cortante estática en el eje X – X por 0.90 obtenemos un valor igual a 293.96Tn la

cual es mayor a la cortante dinámica igual a 239.07Tn por lo tanto determinamos que las cargas no están balanceadas.

Si multiplicamos la cortante estática en el eje Y – Y por 0.90 obtenemos un valor igual a 293.96Tn la cual es mayor a la cortante dinámica igual a 209.44Tn por lo tanto determinamos que las cargas no están balanceadas.

4.6.3. Verificación de torsión:

La norma E.030 determina cuando en cualquier dirección de análisis, el desplazamiento relativo máximo del entrepiso en un extremo del edificio (incluida la excentricidad accidental) es superior a 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso, existe irregularidad de torsión y condición de carga.

$$\frac{\text{Drift Inelastico}}{\text{Desplazamientos inelásticos}} < 1.20 \dots \dots \dots (3)$$

A. Torsión en el eje X – X:

Los drift elásticos los obtenemos directamente del programa etabs, estos deben ser multiplicados por el factor de reducción (R) para transformarlos en drift inelásticos, estos a su vez deben ser menores a 0.005 para estructuras formado por muros de ductilidad limitada.

En la siguiente tabla podemos observar el cálculo de los drift inelásticos y la comprobación con la norma E.030:

*Tabla 12
Drifts en el eje X – X*

Story	Load Case/Combo	Drift Elastico	Drift Inelastico	$\frac{Z}{m}$	COMPROBACION CON LA NORMA
Story2	SPECX Max	0.0132	0.04752	8.00	NO CUMPLE
Story1	SPECX Max	0.0314	0.11304	4.00	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar los drifts superan el 0.005 especificado en la norma E.030 por lo tanto la estructura es flexible y corre el riesgo de colapsar durante un movimiento sísmico. Ahora comprobaremos la torsión en el eje X – X para lo cual utilizaremos la ecuación n° 3 de la siguiente manera:

Tabla 13
Comprobación de torsión en el eje X – X

STORY	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR	COMPROBACION CON LA NORMA
Story2	0.04752	0.03670	1.29	NO CUMPLE
Story1	0.11304	0.08474	1.33	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior los dos factores de ambos pisos son mayores a 1.20, por lo tanto, la estructura sufrirá torsión frente a un movimiento sísmico.

B. Torsión en el eje Y – Y:

En la siguiente tabla podemos observar el cálculo de los drift inelásticos y la comprobación con la norma E.030:

Tabla 14
Drifts en el eje Y – Y

Story	Load Case/Combo	Drift Elástico	Drift Inelástico	$\frac{Z}{M}$	COMPROBACION CON LA NORMA
Story2	SPECY Max	0.0090	0.0324	8.00	NO CUMPLE
Story1	SPECY Max	0.0221	0.0797	4.00	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar los drifts superan el 0.005 especificado en la norma E.030 por lo tanto la estructura es flexible y corre el riesgo de colapsar durante un movimiento sísmico. La comprobación de torsión en el eje Y – Y lo observamos en la siguiente tabla:

Tabla 15
Comprobación de torsión en el eje Y – Y

STORY	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR	COMPROBACION CON LA NORMA
Story2	0.03236	0.02394	1.35	NO CUMPLE
Story1	0.07970	0.05668	1.41	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Observando la tabla anterior determinamos que la estructura es vulnerable a la torsión en el eje Y – Y debido a que los factores de ambos niveles son mayores a 1.20.

4.7. Prueba estadística de la hipótesis

Posteriormente, procedemos a realizar la comparación de la hipótesis general donde hay un vínculo derecho e importante de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.

4.7.1. Definición de hipótesis sobre los nodos de vibración

- **H0:** $\mu_1 = \mu_2$: si hay un vínculo derecho e importante de los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo.
- **H1:** $\mu_1 \neq \mu_2$: no hay un vínculo derecho e importante de los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo.

Si existe una relación directa y significativa entre los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo, con un nivel de confianza del 95%.

4.7.2. Definición de hipótesis sobre los desplazamientos laterales

- **H0:** $\mu_1 < \mu_2$: La cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo si cumple con lo especificado en lo norma E.030.

- **H1:** $\mu_1 > \mu_2$: La cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo no cumple con lo especificado en lo norma E.030.

Evaluación del grafica se acepta la hipótesis H_0

La cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo si cumple con lo especificado en lo norma E.030, con un nivel de confianza al 95%.

4.7.3. Definición de hipótesis en referencia a la irregularidad torsional

- **H0:** $\mu_1 < 1.20$: La torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en lo norma E.030.
- **H1:** $\mu_1 > 1.20$: La torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en lo norma E.030.

La torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en lo norma E.030, con un nivel de confianza al 95%.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados:

5.1.1. Desplazamientos laterales:

La norma E.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que, para estructuras conformada por muros de ductilidad limitada, los desplazamientos laterales deben ser menores a 0.005 para que la estructura sea rígida y tenga un buen comportamiento durante un movimiento sísmico. Caso contrario el armazón se clasificará como flexible y va correr el riesgo de sufrir daños severos o el colapso del inmueble.

La comprobación de los desplazamientos laterales los podemos observar en las siguientes tablas:

Tabla 16
Comprobación de los desplazamientos laterales en el eje X - X"

N° DE PISOS	DESPLAZAMIENTOS INELÁSTICOS	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	0.0367	0.005	NO CUMPLE
STORY 1	0.0847	0.005	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17
Comprobación de los desplazamientos laterales en el eje Y - Y''

N° DE PISOS	DESPLAZAMIENTOS INELÁSTICOS	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	0.0239	0.005	NO CUMPLE
STORY 1	0.0567	0.005	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas N° 16 y 17 podemos observar que los desplazamientos laterales en ambos ejes son mayores a 0.005 por lo tanto la estructura es flexible y corre el riesgo de sufrir daños severos o el colapso durante un movimiento sísmico.

5.1.2. Cortante basal:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que la cortante basal dinámica debe ser menor al 90% de la cortante estática, este criterio se debe cumplir para que las cargas sean balanceadas y se evite el agrietamiento de los elementos estructurales durante un movimiento sísmico.

La comprobación de las cortantes basales los podemos observar en las siguientes tablas:

Tabla 18
Comprobación de la cortante basal en el eje X - X

N° DE PISOS	CORTANTE DINÁMICA	CORTANTE ESTÁTICA	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	183.90	326.62	NO CUMPLE
STORY 1	239.07	326.62	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Comprobación de la cortante basal en el eje Y – Y

N° DE PISOS	CORTANTE DINÁMICA	CORTANTE ESTÁTICA	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	183.90	326.62	NO CUMPLE
STORY 1	239.07	326.62	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas n° 18 y 19 podemos observar que las cortantes basales dinámicas en ambos ejes son menores al 90% de la cortante estática por lo tanto las cargas no están equilibradas y los elementos estructurales se agrietaran durante un movimiento sísmico provocando el colapso de la estructura.

5.1.1. Verificación por torsión:

La norma e.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que, una estructura sufre torsión cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo de la edificación es mayor que 1.20 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso, estos efectos provocan fisuras en los muros, rotura de ventanas, grietas en las estructuras, etc, llevando al inmueble al colapso. La comprobación de las torsiones las podemos observar en las siguientes tablas:

Tabla 20
Comprobación de la torsión en el eje X – X

N° DE PISOS	FACTOR CALCULADO	FACTOR MÁXIMO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	1.29	1.20	NO CUMPLE
STORY 1	1.33	1.20	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21
Comprobación de la torsión en el eje Y - Y''

N° DE PISOS	FACTOR CALCULADO	FACTOR MÁXIMO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
STORY 2	1.35	1.20	NO CUMPLE
STORY 1	1.41	1.20	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 20 y 21 podemos observar que los factores calculados son mayores a 1.20 por lo tanto la estructura está expuesta a sufrir torsión durante un movimiento sísmico provocando fisuras en los muros, rotura de ventanas, grietas en las estructuras los cuales llevarán al colapso del inmueble.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. El resultado de la valoración de inseguridad sísmica de la construcción de Electrocentro en la ciudad de Huancayo nos indica que la estructura es flexible, de igual manera sufrirá falla por torsión provocando grietas en los muros, rotura de ventanas, etc., todas estas deficiencias provocaran el colapso de la estructura causando pérdidas de vidas humanas y económicas.
2. Se determinó los desplazamientos laterales en el eje X – X y en el eje Y – Y de la edificación de Electrocentro de la ciudad de Huancayo los cuales superan la máxima admisible de 0.005 según la norma E.030 por lo tanto la estructura es flexible y corre el riesgo de colapsar durante un movimiento sísmico.
3. Se determinó la cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo la cuales nos indican que las cargas no se encuentran balanceadas debido a que la cortante dinámica es menor al 90% de la cortante estática, esta falla se presenta en el eje X – X y en el eje Y – Y.
4. La Edificación de Electrocentro de la ciudad de Huancayo corre el riesgo de sufrir torsión durante un movimiento sísmico debido a que la relación

entre la deriva de un punto extremo con la deriva del centro de masas supera el factor máximo admisible de 1.20 según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, esta falla se presenta en el eje X – X y en el eje Y – Y.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Realizar un reforzamiento estructural de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo realizando apuntamientos en los muros o aplicando el método de encamisado con la finalidad de mejorar la rigidez de la estructura y evitar su colapso durante un movimiento sísmico.
2. Difundir la información de esta investigación a las autoridades correspondientes para tomar acciones respectivas sobre el estado actual de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y ejecutar de forma inmediata el reforzamiento adecuado.
3. Realizar evaluaciones de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones que fueron declaradas como patrimonio en la ciudad de Huancayo con la finalidad de determinar si tendrán un buen comportamiento durante un movimiento sísmico o necesitan algún tipo de refuerzo estructural.
4. Llevar a cabo charlas a las personas que laboran en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo dando a conocer el estado actual del inmueble para tomar las precauciones respectivas.

BILIOGRAFIA

- Alva Hurtado, Jorge / Mapa de Licuefacción de Suelos Perú / V Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Básica / Lima, septiembre de 1983.
- Arnold, Christopher & Reitherman, Robert / Seismic Building Design and Configuration Manual Volúmenes 1 y 2 / Edición. Limusa / 1er. Edición / México, 1991.
- Instituto Americano del Concreto / ACI 318-2002 Estándar / Código de Diseño de Concreto Armado.
- American Concrete Institute / ACI Standard 437R-91 (Reaprobado en 1997) / Evaluación de resistencia de edificios existentes.
- Sociedad Colombiana de Ingeniería Sísmica / Manual de Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes / Boletín Técnico No. 46 / Manual ATC-22 en inglés / Bogotá, abril de 1995.
- Bazán, Enrique Y Meli, Roberto / Diseño Sísmico de Edificios / Editorial Limusa / 1er. Edición / México 1 998.
- Blanco Blasco, Antonio / Estructura y Diseño de Edificaciones de Hormigón Armado / Serie Ingeniero Civil Tomo 2 / Lima 1990-1991.
- Software Blastware III V. 3.6 / Manual del operador / Instantel Inc. / Canadá, 1998.

- Boroschek K., Rubén & Muñoz, Eduardo / Diseño Sísmico de Ascensor de Tracción / Universidad de Chile / Santiago, Chile, 2002.
- Bozzo Rotondo, Luis / "Tecnología avanzada para el diseño sísmico" / Lima, 1995.
- Ahumada, J. y Rodríguez, N. (2011). Utilice el método del índice de vulnerabilidad para realizar investigaciones de vulnerabilidad sísmica en casas construidas cerca de Barranquilla La Paz.
- Anquizola, E. (2012) Vulnerabilidad sísmica de estructuras en la ciudad de David, Panamá.
- Caballero, A. (2007). Utilizando tecnología de sistemas de información geográfica, la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ubicadas en el centro histórico de Sincelejo se determina mediante el método del índice de vulnerabilidad.
- Campusano, D., Aguilera, C., Barba, P. y Pareja, F. (2011). La aplicación del índice de vulnerabilidad GNDT en el edificio patrimonial de la Iglesia de Santa Ana en Valparaíso, Chile. Universidad de Chile.
- Cardona, O. (2000). Un modelo numérico para estimar el riesgo de terremotos urbanos que toma en cuenta variables técnicas, sociales y económicas.
- Sibi Mena. (S.f.). Recuperado el 15 de agosto de 2014 de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Edan/publicaciones/Fundamentos/FundamentosAll.pdf>

- Hernández, J. y Lockhart, S. (2010). Recursos académicos EBSCO HOST Premier. Un método para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios de hormigón armado existentes.
- Hernández, M. (2002). Evaluación de riesgo sísmico en áreas urbanas. Tesis de posgrado, capítulo. 3.
- Llanos, L. y Vidal, L. (2003). Evaluación de vulnerabilidad ante terremotos en escuelas públicas de Cali: recomendaciones metodológicas.
- Maldonado, E., Chio, G. y Gómez, I. (2007). Búsqueda académica del EBSCO HOST completo. Índice de vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería basado en opiniones de expertos.
- Maldonado, E. y Chia, G. (2009). Anfitrión de EBSCO. Estimación de la función de vulnerabilidad sísmica de edificaciones terrestres.
- Organización Panamericana de la Salud OPS. (1999.2004). La base para la reducción de desastres en las instituciones médicas. Organización Mundial de la Salud Organización Mundial de la Salud.
- Palomino, C. (1999). Métodos existentes para estudiar la vulnerabilidad sísmica de estructuras de edificios. Asociación de Ingenieros de Columbia. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFÍCO:



Ubicación del terreno



Vista frontal del edificio Electro centro Huancayo



Medición del terreno con estación total



Vista lateral del edificio Electro Centro



Vista frontal - lateral del edificio Electro Centro



Realizando la medición de la ventana



Verificando la medida de la ventana de la Edificación

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA EDIFICACIÓN DE ELECTROCENTRO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO

FORMULACION DEL PROBLEMA	DETERMINACION DE OBJETIVOS	FORMULACION DE LA HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Qué relación existe entre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>a) ¿Qué relación existe entre los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo?</p> <p>b) ¿Cómo identificar la cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en la norma E.030?</p> <p>c) ¿Cómo identificar la torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en la norma E.030?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS GENERALES</p> <p>a) Determinar los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlos con lo especificado en lo norma E.030.</p> <p>b) Determinar la cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en lo norma E.030.</p> <p>c) Determinar la torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo y compararlo con lo especificado en lo norma E.030.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>Existe una relación directa y significativa entre la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y la conservación de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) Existe una relación directa y significativa entre los desplazamientos laterales de la edificación de Electrocentro y la conservación de edificación Electrocentro en la ciudad de Huancayo.</p> <p>b) La cortante basal de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en lo norma E.030.</p> <p>c) La torsión de la edificación de Electrocentro en la ciudad de Huancayo cumple con lo especificado en lo norma E.030.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Evaluaciones cualitativas •Evaluaciones cuantitativas •Análisis dinámico <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>CONSERVACION DE UNA EDIFICACIÓN</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Sistemas estructurales •Sistemas geométricos •Sistemas constructivos 	<p>METODO DE INVESTIGACION: Método cuantitativo</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo - comparativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACION: Correlacional para determinar el grado de relación no causal.</p> <p>POBLACION: Población estará conformada por todas las edificaciones propias de esa época de la provincia de Huancayo.</p> <p>MUESTRA: Para el caso de esta investigación es no probabilística o dirigida, eligiendo por conveniencia la edificación de Electrocentro.</p>

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	• Evaluaciones cualitativas	Método benedeti
		• Evaluaciones cuantitativas	Método demanda / resistencia
		• Análisis dinámico	Análisis estructural
VARIABLE DEPENDIENTE	CONSERVACION DE UNA EDIFICACIÓN	• Sistemas estructurales	Sistema resistente
		• Sistemas geométricos	Configuración estructural
		• Sistemas constructivos	Comportamiento estructural

PLANOS

